

---

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

FELLYPE SOUZA DE OLIVEIRA

**GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO:** Contribuições de uma UEPS-G e do jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas relativamente aos conceitos de energia e eletrostática no ensino médio.

**Juazeiro do Norte – CE**

**Junho de 2023**

FELLYPE SOUZA DE OLIVEIRA

**GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO:** Contribuições de uma UEPS-G e do jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas relativamente aos conceitos de energia e eletrostática no ensino médio.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri (URCA) no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Dra. Francineide Amorim Costa Santos

Coorientador:

Dr. Rochelande Felipe Rodrigues

**Juazeiro do Norte - CE**

**Junho de 2023**

GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO: CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS-G E DO JOGO DE APRENDIZAGEM ELETROWIZARD NA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM E ATITUDES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS RELATIVAMENTE AOS CONCEITOS DE ENERGIA E ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO.

Fellype Souza de Oliveira

Orientadora:

Dra. Francineide Amorim Costa Santos

Coorientador:

Dr. Rochelande Felipe Rodrigues

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri (URCA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Dr. André Flávio Gonçalves Silva

---

Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas

---

Dr. Wilami Teixeira da Cruz

**Juazeiro do Norte - CE**

**Junho de 2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Oliveira, Fellype Souza de

O48g GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO: Contribuições de uma UEPS-G e do jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas relativamente aos conceitos de energia e eletrostática no ensino médio. / Fellype Souza de Oliveira. Juazeiro do Norte - CE, 2023.

351p. il.

Dissertação. Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francineide Amorim Costa Santos

Coorientador(a): Prof. Dr. Rochelande Felipe Rodrigues

1.Gamificação, 2.Aprendizagem Significativa, 3.Ensino de Física; I.Título.

CDD: 370

## DEDICATÓRIA

### **Dedico este trabalho:**

Ao amor da minha vida, Lucas, que me encontrou em dias umbrosos da vida e me fez enxergar a luz novamente, com quem anseio compartilhar as conquistas e cada momento da vida.

Ao senhor José (Deca) meu pai, a senhora Hoga, minha mãe, e a Fernando, meu irmão, minha família e refúgio para todos os momentos, por quem vivo todos os dias querendo bem.

Aos meus avós maternos, Raimundo (*in memorian*) e Eni, e aos meus avós paternos, Zezinho e Neci, que sempre me motivaram a ser grande e sonhar alto, e que sempre me ensinaram, em gestos, que a humildade é o que torna o homem grande.

Aos meus tios e tias próximos, e aos meus padrinhos Joaquineto e Luciene, que me acolheram em sua casa e tornaram-na minha, deram-me total suporte na minha formação acadêmica e com quem aprendi sobre respeito e leveza.

## AGRADECIMENTOS

Dirijo minha prece inicial de agradecimento à Deus que durante todo esse período de formação me manteve forte, saudável, e amparado de sabedoria e conhecimento para desenvolver minha pesquisa, és o meu arrimo, minha rocha, força e escudo diante dos inúmeros desafios enfrentados nesses dias. Nunca me senti só, porque ao meu lado sempre te enxerguei.

À professora Dra. Francineide Amorim Costa Santos que embarcou junto comigo nas minhas ideias de pesquisa e que antes de pesquisador, me enxergou como humano, limitado e, por vezes, desanimado, obrigado por sua destra sensibilidade e escuta atenta. Agradeço também pelas valiosas contribuições que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Rochelande Felipe Rodrigues que também contribuiu de maneira ímpar com os direcionamentos desta investigação. Por sua paciência, questionamentos e apontamentos necessários na construção desta pesquisa.

À Universidade Regional do Cariri (URCA), à Sociedade Brasileira de Física (SBF), ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela contribuição na minha formação enquanto professor de Física. À coordenação do Polo 31 do MNPEF na pessoa do professor Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas e a todos os outros professores e profissionais da educação envolvidos no programa, pelo compromisso em compartilhar conhecimento conosco, mesmo diante de um grandioso desafio como o ensino remoto emergencial, durante a Pandemia de Covid-19.

Gostaria de expressar também, meus sinceros agradecimentos a todos os amigos e colegas que estiveram ao meu lado ao longo da minha jornada no mestrado, vocês toraram os dias mais leves. Em especial, o grupo "Panelinha" (Patrícia Moura, Henrique Silva, Diogo Tavares, Raqueline Chaves, Merab Araújo, Jailma Lima), amigos e colegas que sempre proporcionaram doses constante de incentivo e motivação durante todo o percurso. Através de discussões enriquecedoras, compartilhamento de ideias e apoio mútuo, esse grupo se tornou um verdadeiro pilar de suporte para mim. Suas contribuições inestimáveis e comprometimento com a excelência acadêmica foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional. Sou profundamente grato por todas as conversas inspiradoras, conselhos valiosos e amizades duradouras que cultivamos juntos, a este grupo a palavra de ordem sempre será "GRATIDÃO".

## RESUMO

A compreensão das fragilidades do ensino de Física no Brasil envolve a corresponsabilidade de vários atores no processo educativo, incluindo estudantes, professores, família e gestores públicos. A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) destaca a importância de considerar o conhecimento prévio dos estudantes, os materiais instrucionais utilizados pelos professores e a disposição dos educandos em relacionar os conceitos de forma substantiva e não-litera. Nesse contexto, esta pesquisa propõe uma intervenção pedagógica por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) e o Jogo de Aprendizagem EletroWizard, visando potencializar a aprendizagem significativa e incentivar atitudes potencialmente significativas. A pesquisa utilizou um método qualitativo para descrever o percurso educativo, coletando dados por meio de observação sistemática, questionário de opinião, mapas conceituais, *Quiz* de conteúdo, atividades extraclasse, jogo de aprendizagem EletroWizard e teste somativo. Os resultados mostraram que a UEPS-G e o jogo EletroWizard foram estratégias valiosas para que a aprendizagem ocorresse de maneira significativa e para o incentivo de atitudes potencialmente significativas dos estudantes. É importante destacar que os achados da pesquisa não são generalizáveis, pois foram produzidos em um espaço vivencial subjetivo onde a pesquisa foi desenvolvida.

**Palavras-chave:** Gamificação; Aprendizagem Significativa; Ensino de Física.

## ABSTRACT

The understanding weaknesses in the teaching of Physics in Brazil involves the co-responsibility of many actors in the educational process, including students, teachers, families, and public managers. The Theory of Meaningful Learning (TML) emphasizes the importance of considering students' prior knowledge, the instructional materials used by teachers, and the willingness of students to relate concepts substantively and non-literally. In this context, this research proposes a pedagogical intervention with a Gamified Potentially Meaningful Teaching Unit (G-PMTU) and the EletroWizard Learning Game, aiming to enhance meaningful learning and encourage potentially meaningful attitudes. The research used a qualitative method to describe the educational process, collecting data through systematic observation, opinion surveys, conceptual maps, content *Quizzes*, extra-class activities, EletroWizard game, and summative tests. The results showed that UEPS-G and EletroWizard game were valuable strategies for meaningful learning and for encouraging potentially meaningful attitudes of students. It is important to note that the results are not generalizable, as they were produced in a subjective experiential space where the research was developed.

**Keywords:** Gamification. Meaningful Learning. Physics Teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Círculo Mágico com limites espaciais e temporais próprios e suas regras. .	10
<b>Figura 2</b> – Hierarquia elementar do jogo.....	13
<b>Figura 3</b> – Processo de aquisição de conhecimento. ....	21
<b>Figura 4</b> - Conceito de subsunçor.....	22
<b>Figura 5</b> – Contínuo de Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa. ....	23
<b>Figura 6</b> – Representação dos organizadores avançados ou organizadores prévios. ....	24
<b>Figura 7</b> – Aprendizagem significativa representacional. ....	25
<b>Figura 8</b> – Aprendizagem significativa conceitual. ....	25
<b>Figura 9</b> – Aprendizagem significativa proposicional.....	26
<b>Figura 10</b> – Aprendizagem significativa subordinada.....	27
<b>Figura 11</b> – Aprendizagem significativa subordinante ou superordenada. ....	28
<b>Figura 12</b> – Processo de diferenciação progressiva.....	30
<b>Figura 13</b> – Processo de reconciliação integradora. ....	31
<b>Figura 14</b> – Processo de assimilação obliterante.....	32
<b>Figura 15</b> – Condições para ocorrência da aprendizagem significativa. ....	33
<b>Figura 16</b> – Energia cinética em um carrinho de uma montanha russa em movimento.	43
<b>Figura 17</b> – Energia potencial gravitacional da coluna de água da Usina de Furnas. ...	44
<b>Figura 18</b> – Energia potencial elástica em um arco.....	45
<b>Figura 19</b> – Sistema massa-mola.....	46
<b>Figura 20</b> – Modelo “bola de bilhar” do átomo de Dalton. ....	54
<b>Figura 21</b> – Representação de Dalton para formação de compostos químicos. ....	55
<b>Figura 22</b> – Modelo “pudim de passas” proposto nos livros didáticos. ....	55
<b>Figura 23</b> – Modelo atômico planetário de Rutherford. ....	57
<b>Figura 24</b> – Modelo atômico de Bohr.....	57
<b>Figura 25</b> – modelo atômico quântico de Schrödinger.....	59
<b>Figura 26</b> – Produção de um par em uma câmara de bolhas. ....	63
<b>Figura 27</b> – Orientação da força elétrica. ....	65
<b>Figura 28</b> – Representação bidimensional do campo elétrico em uma carga elétrica positiva e outra negativa. ....	67
<b>Figura 29</b> – Exemplo de Mapa conceitual para a Água.....	82

<b>Figura 30</b> – Exemplo de pontuação para um mapa conceitual.....	86
<b>Figura 31</b> – Etapas das aulas durante a UEPS-G.....	94
<b>Figura 32</b> – Mapa Incompatível. ....	116

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Tempo de estudo da disciplina de Física.....	104
<b>Gráfico 2</b> – Afinidade com a disciplina de Física.....	105
<b>Gráfico 3</b> – Compilação dos resultados do teste somativo por questão. ....	147
<b>Gráfico 4</b> – Interesse em estudar a disciplina de Física.....	157
<b>Gráfico 5</b> – Motivações para o interesse na disciplina de Física.....	158
<b>Gráfico 6</b> – Percepção sobre a disciplina de Física pós-UEPS-G. ....	159
<b>Gráfico 7</b> – Classificação dos conteúdos quanto a facilidade em aprender.....	161
<b>Gráfico 8</b> – Classificação dos conteúdos quanto a dificuldade em aprender. ....	162
<b>Gráfico 9</b> – Gamificação como estratégia facilitadora da compreensão dos conteúdos em sala de aula.....	163
<b>Gráfico 10</b> – Predominância das Estratégias pedagógicas na UEPS-G.....	165
<b>Gráfico 11</b> – Frequência de utilização da gamificação na UEPS-G.....	166
<b>Gráfico 12</b> – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação nos estudos.....	166
<b>Gráfico 13</b> – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação para a entrega de Mapas Conceituais. ....	167
<b>Gráfico 14</b> – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação para a entrega das Atividades Extraclasse.....	168
<b>Gráfico 15</b> – Elementos de gamificação e sua contribuição no engajamento estudantil .....	168

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características das partículas subatômicas. ....	60
<b>Tabela 2</b> – Estrutura física da escola. ....	77
<b>Tabela 3</b> – Resultados do <i>Quiz</i> de conteúdo aplicado do Nível 1 ao Nível 6 da UEPS-G. .....	110
<b>Tabela 4</b> – Média percentual de acertos por encontro formativo. ....	113
<b>Tabela 5</b> – Qualificação dos mapas conceituais quanto sua compatibilidade. ....	114
<b>Tabela 6</b> – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 1. ....	124
<b>Tabela 7</b> – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 2. ....	132
<b>Tabela 8</b> – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 3. ....	139
<b>Tabela 9</b> – Dados da observação do jogo EletroWizard. ....	141
<b>Tabela 10</b> – Resumo do instrumental de observação do Jogo EletroWizard. ....	144
<b>Tabela 11</b> – Resumo do instrumental de observação do jogo por categoria de questões. .....	146
<b>Tabela 12</b> – Resultados absolutos e percentuais do teste somativo por questão. ....	148
<b>Tabela 13</b> – Tabulação dos dados da observação sistemática. ....	150
<b>Tabela 14</b> – Desempenho dos estudantes nas Atividades Extraclasse. ....	154

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Resumo dos critérios de inclusão e exclusão. ....	74
<b>Quadro 2</b> – Questionários aplicados no percurso da investigação. ....	80
<b>Quadro 3</b> – Critérios para classificação dos mapas conceituais. ....	85
<b>Quadro 4</b> – Progressão dos conteúdos e dos Níveis da competição.....	91
<b>Quadro 5</b> – Externalização dos subsunçores da unidade de ensino. ....	99
<b>Quadro 6</b> – Razões de Afinidade e Não-Afinidade com a disciplina de Física. ....	105
<b>Quadro 7</b> – Metodologias de ensino mais utilizadas no percurso estudantil. ....	107
<b>Quadro 8</b> – Análise do mapa conceitual do EST4 na Etapa 1.....	118
<b>Quadro 9</b> – Análise do mapa conceitual do EST21 na Etapa 1.....	120
<b>Quadro 10</b> – Análise do mapa conceitual do EST22 na Etapa 1.....	122
<b>Quadro 11</b> – Análise do mapa conceitual do EST14 na Etapa 2.....	126
<b>Quadro 12</b> – Análise do mapa conceitual do EST19 na Etapa 2.....	128
<b>Quadro 13</b> – Análise do mapa conceitual do EST1 na Etapa 2.....	130
<b>Quadro 14</b> – Análise do mapa conceitual do EST14 na Etapa 3.....	134
<b>Quadro 15</b> – Análise do mapa conceitual do EST24 na Etapa 3.....	136
<b>Quadro 16</b> – Análise do mapa conceitual do EST25 na Etapa 3.....	138
<b>Quadro 17</b> – Razões para manutenção ou mudança de opinião sobre a disciplina de Física.....	159
<b>Quadro 18</b> – Motivos que facilitaram a aprendizagem do conteúdo.....	161
<b>Quadro 19</b> – Motivos que dificultaram a aprendizagem do conteúdo. ....	162
<b>Quadro 20</b> – Motivos para entender a Gamificação como estratégia facilitadora da compreensão dos conteúdos em sala de aula.....	164

## Sumário

Capítulo 1 .....	1
Introdução.....	1
Capítulo 2 .....	8
Fundamentação Teórica.....	8
2.1 Jogos, Jogos de Aprendizagem e Gamificação .....	8
2.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a gamificação.....	14
2.3 A Teoria da Aprendizagem Significativa .....	21
2.3.1 Contextualização, subsunçores e organizadores prévios .....	21
2.3.2 Tipos de aprendizagem significativa .....	25
2.3.3 Formas de aprendizagem significativa .....	27
2.3.4 Assimilação, retenção e esquecimento .....	29
2.3.5 As condições para aprendizagem significativa.....	33
2.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) .....	35
Capítulo 3 .....	40
Eletricidade e Eletrostática .....	40
3.1 Eletricidade e o Cotidiano .....	41
3.2 Carga Elétrica, Teorias Atômicas e Processos de Eletrizacão.....	51
3.3 Quantização, Quantidade e Conservação da Caga Elétrica .....	60
3.5 Força Elétrica (Lei de Coulomb).....	63
3.6 Campo Elétrico .....	66
Capítulo 4 .....	70
Método da Pesquisa .....	70
4.1 Caracterização da pesquisa.....	70
4.2 Caracterização do ambiente de pesquisa e sujeitos da pesquisa.....	73
4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão .....	73
4.2.2 Sobre a escola, seus aspectos físicos e pedagógicos e os sujeitos da pesquisa .....	76
4.3 Instrumentos de coleta e análise de dados .....	79
4.3.1 Observação Sistemática.....	79
4.3.2 Questionário.....	80
4.3.3 Análise documental de Mapas Conceituais .....	81

4.3.4 Quiz de Conteúdo e Atividades Extra Classe .....	88
4.3.5 Jogo de Aprendizagem EletroWizard .....	90
4.3.6 Teste Somativo .....	90
4.4 Estrutura das Aulas .....	91
Capítulo 5 .....	97
Resultados e Discussões .....	97
5.1 Encontro Integrativo .....	97
5.1.1 Descrição do Encontro Integrativo .....	97
5.1.2 Investigando subsunçoes .....	98
5.1.2 Metodologias aplicadas no Ensino de Física .....	103
5.2 Compilação dos Encontros de 1 a 6 .....	109
5.2.1 Índícios de Aprendizagem Significativa .....	109
5.2.1.1 Quiz de Conteúdo (Encontros 1 a 6) .....	109
5.2.1.2 Mapas Conceituais .....	113
5.2.1.2.1 Mapas Conceituais (Parte 1 – Encontro 1) .....	117
5.2.1.2.2 Mapas Conceituais (Parte 2 – Encontros 2, 3 e 4) .....	125
5.2.1.2.3 Mapas Conceituais (Parte 3 – Encontros 5 e 6) .....	133
5.2.1.3 Jogo EletroWizard .....	141
5.2.1.4 Teste Somativo .....	146
5.2.2 Índícios de Atitudes Potencialmente Significativas .....	149
5.2.2.1 Instrumental de Observação .....	150
5.2.2.2 Atividade Extraclasse .....	153
5.2.2.2 Questionário Pós-UEPS-G .....	156
Capítulo 6 .....	170
Considerações Finais .....	170
Referências Bibliográficas .....	173
Apêndice A .....	184
Instrumental de observação de aulas .....	184
Apêndice B .....	186
Slides de Aula .....	186
Apêndice C .....	191
Produto Educacional .....	191
Apêndice D .....	316

<i>Quiz</i> de Conteúdo .....	316
Apêndice E .....	329
Teste Somativo .....	329

## Capítulo 1

Neste capítulo o leitor será apresentado a um panorama nacional acerca do ensino de Física nos estabelecimentos de ensino, na etapa do ensino médio, do Brasil. São levantados alguns fatores que encaminham esta situação, bem como são apontados os marcos legais que orientam e normatizam o ensino de Física nas escolas. Finalmente, após a contextualização do problema de pesquisa apresentam-se a justificativa e os objetivos deste trabalho.

### Introdução

A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) Brasil (2018, p.7), documento normativo do novo ensino médio, define um conjunto de “aprendizagens essenciais” que os estudantes da educação básica devem desenvolver, e estabelece em primeira instância a “aprendizagem de qualidade” como uma das metas a serem perseguidas pela educação básica brasileira, com ênfase no ensino médio, em que os índices de repetência e abandono são mais graves.

Por meio de suas competências gerais, a BNCC estimula a utilização do saber científico, historicamente construído, das múltiplas linguagens e das ferramentas tecnológicas em uma sociedade que vive, pensa e age sobre as ciências e suas tecnologias. Tal como na escolha de abastecer com álcool ou gasolina, ou no consumo racional de energia elétrica residencial, um conjunto de competências e habilidades relacionadas a diversos objetos de conhecimento são mobilizadas para a solução desses problemas. A ciência e a tecnologia, então, já fazem parte do cotidiano da sociedade brasileira, e cabe a escola permitir que os estudantes saibam mover esses conhecimentos em vistas a aplicá-los nessas situações (BRASIL, 2018).

As ciências e a tecnologia, por conseguinte, não são objetos de interesse apenas da comunidade acadêmica, elas estão presentes e fazem parte da sociedade como um todo e por isso se faz necessário contextualizá-las social, histórica e culturalmente, para que sejam “compreendidas como empreendimento humanos” (BRASIL, 2018, p.549). Principalmente na escola, essa contextualização deve superar “a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas”, mas deve ser capaz de envolver situações específicas vivenciadas pelos estudantes (BRASIL, 2018, p.549). Do mesmo modo, a contextualização histórica não deve se resumir a nomes de cientistas e datas dos fatos

históricos, mas ser capaz de relacionar o objeto de conhecimento científico com o contexto social produzido, suas implicações sobre a economia, a saúde, ou outras realidades relacionadas (BRASIL, 2018; PINHEIRO, 2005, p.52).

Nesse contexto, a Física não é uma disciplina apartada do contexto social e seus objetos de conhecimentos são integrados aos das outras ciências de modo que se movem consonantes às competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, estabelecidas na BNCC, que entre outras destacam-se a utilização da linguagem e procedimentos próprios dessas ciências; a análise de fenômenos e processos tecnológicos que implicam o mundo do trabalho, o contexto social, ambiental, bem como a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e do conhecimento científico na solução de problemas de alcances regionais e globais. Para alcançar essas competências específicas, a BNCC enumera habilidades relacionadas à essas competências e que podem ser desenvolvidas e potencializadas com suporte das TDICs. No ensino de Física, exemplificando, podem ser utilizados simuladores, laboratórios virtuais, elaboração de protótipos, modelos representacionais, entre outras estratégias (BRASIL, 2018).

Em concordância com a BNCC, e especificamente sobre o ensino de Física, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) orientam para que a docência dessa disciplina no ensino médio permita aos estudantes elaborarem modelos sobre a evolução cosmológica, investigarem o mundo quântico de partículas constituintes da matéria, compreendam a conservação da energia no Universo e façam desse conhecimento objeto de fundação para criação de novas tecnologias. Uma verdadeira contribuição para uma cultura científica que permita aos mesmos “a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.” (BRASIL, 2000a, p.22). Contudo, o que observamos no contexto atual do ensino de Física na educação brasileira é uma “progressiva perda de identidade” da disciplina no currículo do ensino médio, estimulando à memorização e aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2017, p.2). As Ciências têm sido representadas, na sala de aula, como um conjunto de verdades irredutíveis onde pouco espaço existe para discussões, imaginação e criatividade. (SILVA, 2016, p.9).

As orientações dos PCNs sobre o ensino de Física não se limitam à práxis em sala de aula, mas vão além das práticas escolares envolvendo toda sociedade, e por isso, não

é só a didática do professor e seus conhecimentos epistêmico e prático que influem no processo de ensino e aprendizagem. Muitos são os fatores que influenciam no processo de ensino e aprendizagem e que corroboram com aquele cenário de progressiva perda de identidade da Física destacada por Moreira (2017), tais como: a formação deficitária de professores; as péssimas condições de trabalho; salários incompatíveis com as atribuições do cargo; reduzido número de aulas na grade curricular; a engessada maneira de fazer aulas, *bancária* (Freire, 2013), em que a educação é um espaço de depósito, transferência, transmissão de valores e conhecimentos e centrada nos docentes (Freire, 2013; Moreira, 2017); a insuficiente formação continuada que recorrentemente não prioriza a utilização das TDICs, a experimentação ou às metodologias ativas como instrumentos potencializadores da aprendizagem. Ou seja, à docência contemporânea de Física é desatualizada em se tratando dos objetos de conhecimentos e tecnologias, focada no professor e obcecada por treinar para provas, além de tratar a Física como uma ciência acabada. (MOREIRA, 2017).

Também no meu cotidiano escolar, percebo esses fatores limitantes enumerados anteriormente, como por exemplo, a insistente maneira de abordar os conteúdos de Física de maneira matematizada, utilizando metodologias passivas de aprendizagem, em que os estudantes são enxergados como receptores de conhecimento e pouco refletem sobre o que aprendem. Um precário suporte pedagógico ofertado pelas instituições, ilustrado na falta de materiais para experimentação nos laboratórios de Física, na oferta de computadores ultrapassados nos laboratórios de informática e na péssima qualidade de conexão de internet.

Um outro problema, visualizado desde minha perspectiva, é a redução da carga horária de Física, que não é recente, mas que foi ainda mais evidenciado com a implementação do Novo Ensino Médio, a partir das orientações da BNCC. No meu centro de ensino, a disciplina de Física possui uma carga horária semanal de apenas cem minutos, equivalente a duas horas-aula, e com projeção de redução para cinquenta minutos semanais até o ano de 2024. Todos estes fatores, interferem diretamente para que o processo de ensino dos conteúdos de Física, seja muito prejudicado, e para que a aprendizagem ocorra de maneira mecanizada em detrimento de uma aprendizagem com significado e duradoura.

Nesse contexto, a redução da carga horária de Física e a tendência de ensino baseada na memorização mecânica acabam prejudicando a busca pela compreensão dos

fenômenos naturais e dos processos tecnológicos envolvidos (BRASIL, 2000b). A carga horária insuficiente limita a exploração desses conhecimentos e impede o aprofundamento necessário para uma compreensão mais ampla. A Física, como ciência em constante evolução, requer uma abordagem que vá além da memorização e promova a reflexão, a investigação e a aplicação dos conceitos em situações reais (SILVA, 2016).

É imprescindível que esse diálogo seja direto, claro, e conexo ao ambiente que cerca o estudante, aproveitando seus conhecimentos prévios, aqueles estabelecidos mediante sucessivas aprendizagens ao longo do desenvolvimento do sujeito, e que são “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem nos quais os professores devem basear os seus ensinamentos” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Quanto mais ativo for esse processo mais significativos e úteis serão os conceitos (SOUSA; SILVANO; LIMA, 2018).

De acordo com Ausubel (2003), aprender de maneira significativa envolve a construção de novos conhecimentos com base em uma estrutura prévia de informações já existentes na mente do indivíduo. Esse processo de aprendizagem ocorre quando o estudante relaciona o novo conteúdo com conceitos e ideias já familiares, estabelecendo conexões significativas entre eles. Ausubel enfatiza a importância do conhecimento prévio na aprendizagem, destacando que a aquisição de novas informações é mais efetiva quando há uma ancoragem sólida em conceitos e princípios já compreendidos. A aprendizagem significativa promove a reorganização cognitiva e a assimilação ativa do conhecimento, permitindo a construção de uma estrutura mental mais complexa e duradoura.

Em vista de tornar esse caminho de conhecimento um processo ativo e significativo para os estudantes, esta pesquisa utiliza a gamificação<sup>1</sup> para “motivar os indivíduos à ação e promover a aprendizagem” (KAPP, 2012; KAPP, BLAIR E MESCH, 2014, p.94). Para sua fundamentação a pesquisa emprega a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel.

Em síntese, a TAS considera o conhecimento prévio como o fator determinante para que a aprendizagem seja significativa e possui duas condições básicas para a sua ocorrência. A primeira é a utilização de materiais de ensino potencialmente significativos,

---

<sup>1</sup> Segundo Kapp, Blair e Mesch (2014, p.94), gamificação é a “utilização de mecânica, estética, e pensamento baseados em jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas”.

que busquem organizar o conhecimento científico de acordo com a estrutura dos conhecimentos prévios dos estudantes. A segunda discorre sobre a intencionalidade do estudante para aprender de forma significativa, isto quer dizer que o aluno deve estar disposto a relacionar os novos conhecimentos de maneira não arbitrária e substantiva com sua estrutura cognitiva preexistente (MOREIRA, 2011a).

Percebemos, neste sentido, uma corresponsabilidade no processo de ensino e de aprendizagem, em que o professor, no papel de organizador dos objetos de conhecimento, compete maior responsabilidade ao cumprimento da primeira condição supramencionada. Enquanto ao aluno compete dar propósito à sua aprendizagem satisfazendo a segunda condição para a ocorrência da aprendizagem significativa. Entretanto, há a possibilidade do professor, para além da sua competência ao organizar o processo instrucional de maneira a objetivar uma aprendizagem significativa, intervir também na segunda condição de aprendizagem significativa, tida por Moreira (2011a) como a mais difícil de ser concretizada por não se tratar apenas da “motivação extrínseca”, Silva (2020, p.10), ou da “atitude potencialmente significativa”, Valadares (2011, p.38), do sujeito, mas também da “vontade permissiva” do estudante (SILVA, 2020, p.10).

Refletindo sobre essa realidade posta, e a partir de minha percepção como professor da rede pública de ensino, este trabalho percorre uma proposta de intervenção pedagógica que tem por objetivo principal avaliar as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) e dos Jogos de Aprendizagem (JA)<sup>2</sup> relativamente à potencialização da Aprendizagem Significativa, e destes como instrumentos de incentivo a “atitude potencialmente significativa”, procurando dessa forma atender à segunda condição para ocorrência da aprendizagem significativa (VALADARES, 2011).

Além disso, como objetivos específicos, é intuito desta investigação:

- 1) Explorar os conhecimentos prévios dos estudantes por meio da aplicação de um questionário, a fim de evidenciar o domínio conceitual dos educandos sobre o tema a ser estudado;
- 2) Elaborar e validar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G), para que acompanhe o produto educacional desta

---

<sup>2</sup> Jogos destinados a auxiliar os jogadores no desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos ou reforçar aqueles existentes, objetivando alcançar algum resultado de aprendizagem enquanto o jogador está imerso no processo de aprendizagem (BOLLER; KAPP, 2018).

pesquisa e que busque proporcionar uma organização do conhecimento, considerando o conhecimento prévio do estudante, organizando os materiais instrucionais de maneira que considere os preceitos da TAS, e utilizando os aspectos fundamentais da gamificação para incentivar as atitudes potencialmente significativas dos sujeitos;

- 3) Elaborar e validar um jogo de aprendizagem que procure evidenciar, como instrumento de avaliação, os indícios de aprendizagem significativa dos estudantes de uma maneira lúdica e ativa;
- 4) Averiguar os indícios de aprendizagem significativa por meio da análise documental de mapas conceituais produzidos pelos estudantes; e também por meio de *Quiz* de conteúdo, atividades extraclasse, questionário de teste somativo e jogo EletroWizard;
- 5) Categorizar a participação dos estudantes com relação às devolutivas de atividades propostas na UPES-G, na forma de mapas conceituais, exercícios interativos e jogos online de aprendizagem, averiguando assim sua intencionalidade em querer permanecer em contato com os conteúdos ministrados;
- 6) Observar mudanças de atitude dos estudantes em relação as suas percepções sobre a didática do professor, os conteúdos ministrados e as metodologias de ensino empregadas em relação à disciplina de Física, por meio da aplicação de um questionário de percepção.

A partir disto, e em vista de demonstrar o referencial teórico utilizado como embasamento para esta pesquisa, o método delineado para o seu desenvolvimento, os resultados e as discussões produzidas, bem como as considerações finais, é que a seguir sintetizamos o que o leitor encontrará nos capítulos seguintes a esta introdução.

No Capítulo 2, é apresentada a base teórica desta pesquisa, abordando o uso de jogos na sociedade em geral, sua aplicação no contexto educacional e o crescente emprego de soluções gamificadas na aprendizagem. Em seguida, contextualiza-se a teoria de aprendizagem adotada nesta intervenção pedagógica, a Teoria da Aprendizagem Significativa, focada na gamificação, com referências à literatura disponível e suas conexões. A seção conclui com uma compilação da TAS como fundamento desta intervenção juntamente com uma explanação sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que guia a metodologia adotada.

O Capítulo 3 apresenta os conteúdos abordados na disciplina de Física durante a intervenção pedagógica. Seguindo uma sequência organizada, os conceitos foram apresentados de forma progressiva, partindo de aspectos mais gerais para os mais específicos. Além disso, foram destacadas as estratégias de contextualização utilizadas durante os encontros formativos, e as estratégias de gamificação estrutural do conteúdo.

O Método de Pesquisa, Capítulo 4, é dividido em subseções e abrange os procedimentos adotados nesta intervenção pedagógica. Inicialmente, é feita uma caracterização do tipo de estudo realizado, bem como do local, da população amostral e dos critérios de inclusão e exclusão adotados. Em seguida, são descritos os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados no percurso metodológico. Além disso, é apresentada uma descrição detalhada e fundamentada da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada e sua aplicação nos momentos pedagógicos. Por fim, o capítulo conclui com uma descrição da estrutura das aulas e dos encontros formativos, incluindo seus eventos específicos.

No capítulo 5, Resultados e Discussões, apresenta-se uma análise compilada dos dados obtidos ao longo da intervenção pedagógica. Assim como no capítulo 4, este capítulo faz uma análise em subseções a partir dos instrumentos aplicados nas aulas temáticas, denominadas como encontros, e que correspondem a níveis de competição dentro da UEPS-G, que utilizam instrumentos de coleta de dados específicos para evidenciar os objetivos da pesquisa. Por fim, são detalhados os acontecimentos de cada encontro juntamente com os resultados encontrados e uma discussão desses resultados.

Por fim, no capítulo 6, o leitor encontrará as Considerações Finais da pesquisa, um apanhado do uso da gamificação e da teoria da aprendizagem significativa como estratégias essenciais na construção e obtenção dos resultados do trabalho. Ainda, apresentam-se os resultados obtidos a partir dos objetivos inicialmente traçados, e as considerações sobre como eles foram alcançados como apoio das estratégias de gamificação. A seção é finalizada com a exposição das linhas futuras da pesquisa e com as propostas de aperfeiçoamento da pesquisa.

## Capítulo 2

O Capítulo 2 traça o percurso de fundamentação teórica desta pesquisa. Destaca-se inicialmente o pensamento de autores e filósofos sobre a utilização de jogos na sociedade em geral, a aplicação deles no contexto educacional e também a crescente aplicação de soluções gamificadas nos ambientes de aprendizagem. Posteriormente, contextualiza-se a teoria de aprendizagem utilizada nesta intervenção pedagógica, com o tema de interesse a gamificação, evidenciando a literatura disponível sobre o assunto e relacionando-os. A seção é finalizada com uma compilação sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa que fundamenta esta intervenção e com uma explanação sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que orienta o percurso metodológico da UEPS-G.

## Fundamentação Teórica

### 2.1 Jogos, Jogos de Aprendizagem e Gamificação

A vida é um jogo! Desde que nascemos temos nossos momentos de divertimento, proporcionados por ações externas a nós, ou provocadas por vontade própria. Descobrimos, quando ainda bebês, que o ato de chorar pode nos proporcionar recompensas como o alimento; a troca da fralda suja; o remédio para aliviar cólicas.

Quando mais crescidos, aprendemos por meio das regras sociais, que somos ‘proibidos’ de apresentar determinados comportamentos, e que se seguirmos por caminhos ‘corretos’ poderemos obter conquistas e sermos beneficiados por isso, ou ao menos não sermos punidos!

Na fase mais reflexiva da vida aprendemos também que ao nascer iremos morrer, e o ato de viver é esse meio termo entre uma espécie de início e fim do jogo. Estes atos de jogar, como afirma Alves (2015) possui uma profunda ligação entre razão e os sentimentos, características próprias dos jogos.

Essa conexão misteriosa e própria dos jogos é sem dúvida intrigante e instigante para os humanos, mas não exclusiva deles. Em Alves (2015), bem como em Huizinga (2000), afirma-se que os jogos são predecessores à cultura, pois estes são elementos que exigem em primeiro momento uma relação com a sociedade humana, contudo estão presentes também no comportamento lúdico dos animais, como dos cães, que ao

‘brincarem’ mordem uns aos outros, mas de forma controlada, sem intenção de machucar, ou através de latidos e grunhidos que intensificam o ato de brincadeira.

Em sua obra, *Homo Ludens*, o filósofo Huizinga (2000) procura investigar, à luz de diversas tentativas de descrição tanto psicológicas quanto filosóficas, o sentido dessa conexão e a natureza dos jogos como forma de situá-los em nossa existência. Algumas delas relacionadas à necessidade biológica de descarga de energia vital, uma busca de satisfazer um instinto de imitação ou mesmo necessidade de distensão, relaxamento. Em todas estas tentativas de definição se encerra um elemento comum, o de que há algo ligado ao jogo para além dele próprio, atribuindo assim uma função biológica a ele.

Compreender o que é o jogo em si é, contudo, uma análise superficial do entendimento do que significa o jogo para nós seres humanos. Se supomos essa função biológica ao jogo, atrelada a pergunta feita anteriormente, o que podemos dizer sobre, talvez, o mais importante elemento do jogo, o divertimento? Este foge a interpretações lógicas (HUIZINGA, 2000). Para Huizinga (2000, p.6), “como a realidade do jogo ultrapassa a esfera da vida humana, é impossível que tenha seu fundamento em qualquer elemento racional, pois nesse caso, limitar-se-ia à humanidade.” Assim, enxerga-se o ato de jogar como função da vida, mas não sujeito a reduções lógicas, biológicas ou estéticas.

O filósofo Huizinga (2000) resume, então, o jogo como uma atividade livre, pois realizamos não por obrigação, mas porque queremos; conscientemente lúdica e exterior à nossa realidade vivida, pois nos remete muitas vezes à uma realidade contemplada apenas no pensamento de forma imaginativa, mas ao mesmo tempo é capaz de imergir o jogador em sua própria realidade. É descompromissado com o ganho material, e praticado dentro dos limites espaciais e temporais próprios ao que o autor nomeia de *Círculo Mágico* (Figura 1), segundo um conjunto de regras pré-estabelecidas.

**Figura 1** – Círculo Mágico com limites espaciais e temporais próprios e suas regras.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Figura 1 traz um diagrama de representação do Círculo Mágico do jogo proposto por Huizinga (2000), nela observamos que tudo que pertence fisicamente ao jogo está inserido dentro do círculo como as regras, as fantasias, os dados, as peças, controles, tabuleiros, ou quaisquer outros acessórios próprios de cada jogo. Além dos componentes físicos, os componentes imateriais também estão presentes dentro do círculo, como a imersão, o tempo próprio (que não é compatível com o tempo real e refere-se àquela sensação de que o jogador se desliga da realidade), a narrativa e o divertimento, entre outros. Juntos, estes elementos proporcionados pelos jogos formam o Círculo Mágico que ocorre de maneira delimitada pela experiência do jogo e, portanto, apartada da realidade (HUIZINGA, 2000).

Entender o papel sociocultural do jogo ao longo da história das civilizações e esse como ferramenta de suporte ao ensino é, sem dúvidas, amparar-se numa necessidade própria da sociedade. O divertimento é função que extrapola sua objetificação e inata dos seres humanos, elucidando dessa forma sua grande importância em se fazer presente também nas práticas educativas. Como questiona Alves (2012, p.3), “Quanto ainda precisamos caminhar para compreender que o lúdico deve estar nas situações de aprendizagem? Que a escola deve se constituir em um ambiente de prazer?”.

Segundo Alves (2015), uma das tentativas que buscam situar os jogos na realidade humana, afirma que esses podem preparar os jovens para desafios futuros. Por meio de sua mecânica que exige o cumprimento de regras, de seu sistema de recompensas e ou punições, sua metodologia que exige o traçar de metas e o cumprimento de objetivos, bem como o sistema de *feedback*, que podem contribuir para sua formação e aprendizagem.

Também observamos na BNCC, que o jogo em sala de aula pode ser utilizado como estratégia pedagógica valiosa no processo de apropriação do conhecimento pois permite o aperfeiçoamento de competências de comunicação, de relações interpessoais e trabalho em equipe. Os jogos de aprendizagem possibilitam o processo criativo dos estudantes, permitem aos professores ampliarem seus conhecimentos de novas estratégias de ensino de maneira lúdica (BRASIL, 2018).

Apesar disso, em minhas experiências como educador, observo, no entanto, que os jogos são apenas uma espécie de ‘alívio’ para as numerosas aulas expositivas. Há, portanto, uma determinação engessada, consensual e consentida do sistema educacional que dita como os alunos aprendem, tal qual o modo como se deve fazer aulas e ressignificar esse processo é por vezes trabalhoso. Em uma sala de aula é árduo trabalho atingir as expectativas de uma turma inteira em suas realidades peculiares, suas habilidades artísticas, lógico-matemáticas, linguísticas e interacionais próprias.

Richard Feynman certa vez foi questionado exatamente sobre essa problemática de atingir os diversos perfis de estudantes. Se todos os estudantes estão em uma única sala de aula, qual é a melhor maneira de ensinar a todos eles? Seria do ponto de vista histórico da ciência ou do ponto de vista prático aplicável? (FEYNMAN, 2015). Sua resposta não poderia ser mais brilhante! “Minha teoria é que a melhor maneira de ensinar é não ter filosofia nenhuma. Tem de ser caótico e confuso, no sentido de que a gente usa todos os jeitos possíveis de ensinar” (FEYNMAN, 2015, p.25). Como afirma o autor, é preciso surpreender os estudantes e atender às suas diferentes expectativas, então por isso, o ensino deve ser diversificado de práticas educativas e de instrumentos avaliativos.

Feynman (2015) finaliza então sugerindo que se ao ensinar o contexto histórico, o educador conseguir entreter o estudante com habilidade de abstração e o inverso, ele acaba por criar maneiras de não entediar a turma, fazendo senão todos, pelo menos a maior parte dos educandos coparticipes do processo de ensino e aprendizagem, afinal não existe ensino sem aprendizagem (FREIRE, 2013).

Os jogos, nesse contexto, são importantes instrumentos para construir maneiras diversificadas que atendam às numerosas peculiaridades no universo da sala de aula. Entretanto, na maioria das vezes estes são vistos de forma marginalizada e impraticáveis

no contexto pedagógico (FORTUNA; BITTENCOURT, 2003, p. 234). Usá-los é, portanto, um ato de rebeldia, que confronta o modelo tradicional de ensino<sup>3</sup>.

É importante ressaltar, que utilizar esses jogos como instrumentos pedagógicos não se restringe a trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e os procedimentos já estão determinados; mas, principalmente, estimular a criação, pelos alunos, de jogos relacionados com os temas discutidos no contexto da sala de aula, os jogos pedagógicos ou de aprendizagem, como orientam os PCNEM (BRASIL, 2000b). Um bom exemplo da utilização dos elementos dos jogos para compor uma ação educativa é a utilização da gamificação.

A palavra gamificação deriva do termo em inglês *gamification* e foi parcialmente traduzida para o português numa tentativa de substantivar o verbo ‘jogar’. Literalmente traduziríamos para algo como ‘jogueficação’, palavra esta que também não existe na língua portuguesa, então como muitas palavras estrangeiras sem uma tradução apropriada para o português, o termo ‘gamificação’ sugere uma substantivação do verbo jogar e é utilizado para representar a utilização de estratégias e características de jogos em ambientes de não-jogos. É na verdade uma prática muito antiga, surgindo em 1912 quando uma marca de biscoitos americanos decidiu introduzir brinquedos nas suas embalagens, como uma espécie de ‘bonificação’ para seus consumidores. (ALVES, 2015).

A partir de então, a gamificação, para além de estratégia de recompensa empresarial, começa a ganhar destaque em outras áreas, incluindo a educacional, por sua peculiar maneira de proporcionar ao público experiências engajadoras ao tempo que os mantem focados no aprendizado de algo. (ALVES, 2015).

Kapp, Blair e Mesch (2014, p.94) reproduzem bem a importância da gamificação como estratégia educacional ao defini-la como a “utilização de mecânica, estética, e pensamento baseados em jogos para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas”. Na definição de Kapp, Blair e Mesch (2014), percebemos em ‘motivar a ação’ uma característica primordial da gamificação, e uma das

---

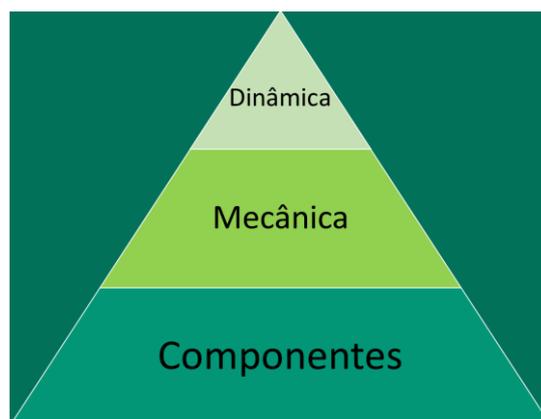
<sup>3</sup> Modelo cuja idiosincrasia refere-se à passividade do estudante com sua aprendizagem em geral. Neste modelo o estudante geralmente não tem contato prévio com os conteúdos que serão aprendidos e o professor apresenta-os de maneira expositiva, sendo por tanto o transmissor de conhecimento. Ao aprendiz cabe ouvir explicações, realizar atividades de fixação em sala ou em casa, em grupo ou individualmente (MARTINS et al., 2019).

condições centrais na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em que o aprendiz deve se predispor à aprendizagem. Moreira (2011a) destaca essa predisposição como uma condição para ocorrência da aprendizagem significativa e a define como uma escolha do estudante em querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. O autor ainda destaca que não se trata exatamente de ‘motivação’, mas que por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor. Assim, é conveniente utilizar dessa estratégia de engajamento propiciada pela gamificação e que ‘motiva à ação’, para manter os estudantes envolvidos nas atividades de aprendizagem, oportunizando maiores chances de dar-lhes motivos para aprender.

Construir uma experiência educacional gamificada, contudo, não é nada simples. É comum pensar que juntar uma meia dúzia dos elementos de jogos, como pontuação, níveis, recompensas, serão suficientes para tornar a experiência atraente (ALVES, 2015). Embora sejam utilizados esses elementos de jogos, a intenção não é criar uma experiência autocontida proporcionada pelo jogo. Mas usar desses elementos para envolver os estudantes com o conteúdo de forma que os faça progredir. (KAPP, BLAIR, MESCH, 2014).

O maior desafio então, segundo Alves (2015), é o ‘pensamento de jogo’, ou seja, elevar uma atividade diária a uma experiência que contenha os elementos de jogos como (objetivos, regras, *feedback*, recompensas, motivação, desafio, competição, cooperação, entre outros). A maioria das experiências gamificadas são criadas sobre o tripé: mecânica, dinâmica e estética (componentes) como no diagrama elaborado por Werbach e Hunter (2015) na Figura 2.

**Figura 2** – Hierarquia elementar do jogo.



**Fonte:** Adaptada de Werbach e Hunter (2015).

Segundo Werbach e Hunter (2015), a Dinâmica no jogo ou na gamificação são os elementos que fornecem motivação por meio da narrativa e interação social durante o processo. A Mecânica por outro lado, estaria ligada as relações de causa e efeito, seriam estratégias que limitam as ações dos participantes, como um conjunto de regras, mas que também impulsionam seu envolvimento através de elementos que incluem: sorte ou recompensas. E os Componentes são recursos de nível inferior que trazem elementos como pontuação, missões ou itens colecionáveis. É imprescindível em um processo de gamificação, que várias estratégias sejam pensadas para cada uma dessas categorias.

Alicerçado nestas ideias e fundamentos que caracterizam uma experiência gamificada, esta pesquisa pretende apresentar uma experiência de aprendizagem que utiliza a gamificação como técnica de engajamento, para fomentar atitudes potencialmente significativas nos educandos. A concepção da estratégia, surgiu de uma experiência bem sucedida da minha práxis. A experiência consistiu em aulas da área de ciências da natureza ministradas de maneira interdisciplinar e que se desenvolvia a partir de uma abordagem colaborativa gamificada, onde os estudantes em grupos competiam uns com os outros durante as aulas.

A prática foi muito apreciada pelos estudantes, foi notável a maneira como eles interagiam com as atividades propostas e como se sentiam motivados a aprenderem os conteúdos. A prática virou projeto educativo dentro da escola, alcançou destaque em competição estadual de projetos científicos, o Ceará Científico e virou publicação em periódico que pode ser consultado na Revista Docentes, sob título: Jogo de aprendizagem no processo de avaliação, o universo fantástico de Harry Potter e a aprendizagem significativa.

Por tanto, a partir da literatura mencionada e da minha percepção como educador, enxergo a gamificação como uma ferramenta potencialmente relevante para dar suporte a Aprendizagem Significativa como referencial teórico e que é tema de discussão da seção seguinte.

## **2.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a gamificação**

A gamificação atualmente pode ser amplamente utilizada nos espaços formais de ensino pois lá ela encontra sujeitos já familiarizados com a aprendizagem ou resolução de problemas alcançadas por meio dos jogos (FARDO, 2013a). É uma geração, segundo Prensky (2002), de nativos digitais muito adaptados as novas tecnologias de informação

e de comunicação, como *smartphones*, *tablets*, computadores, *videogames* (McGONIGAL, 2012), e para os quais, segundo Tolomei (2017), apenas receber conhecimento não é uma satisfação, é preciso vivenciá-lo, testá-lo, experimentá-lo.

O ambiente escolar carece de metodologias ativas<sup>4</sup> que atendam os anseios destes indivíduos cada vez mais desinteressados em estratégias passivas de aprendizagem (FARDO, 2013a). Utilizar, então, a gamificação no contexto educacional é permitir uma outra compreensão acerca do próprio objeto de conhecimento. Pois as conexões estabelecidas no processo de ensino e aprendizagem, mediados pelo professor, se dão por meio desses processos ativos e dinâmicos com que se organizam essas interações (MARTINS; PIMENTEL, 2017a).

Corroborando com os autores, Ausubel, sobre o processo de aprendizagem significativa por recepção, destaca que este exige ação e reflexão do sujeito que aprende (AUSUBEL, 2003). Por este motivo, é imprescindível que estes processos sejam intermediados por metodologias ativas que ponham o estudante em lugar de apropriação de sua aprendizagem.

Além de ser uma metodologia ativa de aprendizagem, que pressupõe essa ação e reflexão do aprendiz em relação ao objeto de estudo, a gamificação se relaciona com a TAS na promoção da aprendizagem, pois segundo Fardo (2013b), muitos dos elementos utilizados nessa estratégia externalizam técnicas que professores já utilizam, como a atribuição de pontos a uma atividade, o *feedback* e a colaboração. O diferencial da gamificação é a maneira explícita como esses elementos são tratados e sua similaridade com os games, o que proporciona uma maior familiaridade aos estudantes, resultando no alcance mais eficientes de objetivos. Ela se apresenta com muita potencialidade de aplicação, pois a linguagem popularizada dos jogos é externalizada, e então facilmente assimiladas pelas atuais gerações altamente envolvidas nesse tipo de entretenimento (FARDO, 2013a).

Na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, além dos conhecimentos anteriores que os estudantes carregam consigo e que podem servir de ancoradouro aos novos conhecimentos que se pretende ensinar, ela possui outras duas condições para a ocorrência desse tipo de aprendizagem. 1) a utilização de materiais potencialmente

---

<sup>4</sup> Constituem-se como ferramentas pedagógicas que buscam o protagonismo do estudante no processo de ensino-aprendizagem envolvendo-os na aquisição do conhecimento por meio da descoberta, investigação ou resolução de problemas (MORAN, 2021).

significativos e 2) a intencionalidade ou predisposição, do estudante para aprender de forma significativa.

Em decorrência desta segunda condição, para ocorrência da aprendizagem significativa, faz-se necessário evidenciar a importância do uso da gamificação como metodologia que estimula a “atitude potencialmente significativa” Silva, Sales e Castro (2018, p.75), a “vontade permissiva” e “motivação intrínseca e extrínseca” do sujeito, Silva (2020, p.10), as experiências engajadoras, Alves (2015) e o “motivar a ação” Kapp, Blair e Mesch (2014, p.94), ações estas imprescindíveis na construção de processos de aprendizagem significativos, difíceis de intervir, pois partem do estudante, mas passíveis de serem estimuladas. Por isso, é pertinente produzir intervenções que utilizem a gamificação como instrumento motivador dessa intencionalidade e predisposição do estudante.

Muito embora a gamificação tenha sido utilizada com maior frequência em empresas e entidades com intuito de agilizar os processos de aprendizagem e como alternativa às abordagens tradicionais (MARTINS; PIMENTEL, 2017a), ainda, segundo Silva, Sales e Castro (2018), são poucos, na literatura, os trabalhos com metodologias que pretendam investigar os efeitos motivacionais proporcionados pela gamificação que proponham intervenções relativas ao aprimoramento da atitude potencialmente significativa que se evidencia na segunda condição de ocorrência da aprendizagem significativa.

Esta pouca literatura disponível sobre o tema, se deve ao fato de que a gamificação é um fenômeno em ascensão (FARDO, 2013a). Os relatos de experiências em sala de aula passam primeiro por uma apropriação do educador sobre as técnicas de gamificação, sem esse aprofundamento o processo de ensino-aprendizagem pode ser comprometido. E utilizar as técnicas de gamificação de maneira inapropriada pode, na verdade, reforçar estruturas ineficientes do atual modelo de ensino, como a valorização das notas ou premiações em detrimento da aprendizagem de fato (FARDO, 2013a).

Ainda que limitada a disponibilidade de trabalhos na área, segundo Hamari *et al.* (2014), o interesse pelo tema tem refletido na academia com uma crescente produção de artigos relacionados, tornando-se um assunto popular de investigação no meio acadêmico. Contudo, corroborando com Fardo (2013a), mesmo com a crescente popularização do tema, a falta de apropriação dos elementos que compõem a gamificação tem contribuído

para uma falta de compreensão coerente sobre os tipos de estudos que são realizados sobre o tema, os métodos aplicados e os tipos de resultados produzidos (HAMARI et al. 2014).

Ainda em Hamari et al. (2014), em sua excelente revisão de literatura, os autores destacam que dos 24 trabalhos de alto impacto analisados, a questão central compartilhada entre os artigos era “a gamificação funciona?”, como uma maneira de entender se o processo gamificado foi eficiente. No estudo, em geral, os artigos selecionados foram analisados em relação aos recursos motivacionais utilizados, os resultados psicológicos e comportamentais produzidos, os resultados, positivos ou negativos reportados e o contexto de gamificação utilizado.

Os dez principais elementos motivacionais estudados na análise de Hamari et al. (2014) se alinham com o tripé da gamificação destacado em Werbach e Hunter (2015), como pontuação, classificação, conquistas e distintivos, níveis, história e tema, objetivos, progresso, *feedback*, etc. Com relação aos aspectos comportamentais e psicológicos todos foram testados por meio de entrevista ou questionário e somente um utilizou técnicas psicométricas <sup>5</sup> validadas. A maioria dos estudos reportaram resultados positivos com relação ao efeito provocado pela estrutura gamificada da ação.

Os contextos em que a gamificação foi utilizada nos trabalhos analisados por Hamari et al. (2014) foram diversos, sendo os contextos de educação e aprendizagem predominantes. Todos os estudos desta área de interesse reportaram resultados positivos em termos de aumento da motivação e envolvimento com as tarefas de aprendizagem.

Em todos estes trabalhos analisados por Hamari et al. (2014), não foram destacadas ligações da gamificação com uma ou outra teoria de aprendizagem, mas elucidada a importância que a gamificação tem como metodologia de ensino, que colabora com a motivação e o envolvimento nas estratégias de aprendizagem, como destacado pelos autores, e que pode ser utilizada como ferramenta para alcançar o pretendido na segunda condição de aprendizagem significativa destacada na TAS.

Deste modo, é preciso destacar aqueles trabalhos que, por meio da gamificação, utilizam estratégias que direta ou indiretamente procuram incentivar a atitude potencialmente significativa como se refere Valadares (2011) ou a motivação extrínseca conforme Silva (2020), e que estão ligadas a segunda condição para ocorrência de

---

<sup>5</sup> Ferramentas utilizadas na mensuração de características psicológicas, fundamentalmente abstratas, em um determinado campo científico (CARDOSO JÚNIOR, 2021).

aprendizagem significativa. Não são muitos trabalhos que utilizam a gamificação como intervenção. “Há uma carência de trabalhos empíricos na literatura que investiguem os efeitos motivacionais proporcionados pela gamificação, dentre eles, o ganho de aprendizagem” (SILVA, SALES, CASTRO, 2019, p.2).

Inclinados à utilização da gamificação como estratégia fortalecedora da aprendizagem significativa, Diesel, Martins e Rehfeldt (2018) em sua pesquisa, corroboram com Zompero e Laburú (2010), quando destacam a importância destas metodologias ativas de aprendizagem, como a gamificação, e o uso das TDICs em contexto de incentivo a aprendizagem significativa, destacam também o papel da descoberta, o ensino por investigação ou resolução de problemas como possibilidades e alternativas metodológicas que evidenciam aspectos como o engajamento dos estudantes e a resolução de problemas.

No trabalho de Silva, Sales e Castro (2019), demonstra-se uma proposta de sequência didática de ensino gamificada, que utiliza elementos de jogo na sua intervenção, como o *feedback*, *ranking* e missões. A pesquisa aponta especialmente o uso da gamificação nos momentos de avaliação da sequência didática, mas não sugere a aplicação de elementos gamificados em outras etapas da sequência didática. O trabalho é de caráter quantitativo e mensura o ganho normatizado de aprendizagem referente a exames de pré-teste e pós-teste aplicados em dois diferentes grupos de controle (GC) e experimental (GE).

Os autores Costa e Verdeaux (2016), apresentam uma abordagem que se aproxima com a desta pesquisa, estruturando uma sequência didática que utiliza da gamificação em todo o processo de intervenção, utilizando elementos das três esferas de composição de uma experiência gamificada que segundo Werbach e Hunter (2015), passam pela Dinâmica, Mecânica e os Componentes.

Costa e Verdeaux (2016) utilizam da análise quali-quantitativa de um teste aplicado antes e após a intervenção em dois grupos distintos, grupo de controle (GC) e grupo Experimental (GE) e juntamente com as evidências de crescimento no número de acertos dos pós-testes do grupo experimental os autores pontuam as anotações feitas nas provas dos estudantes como indícios de aprendizagem significativa.

Em Martins e Pimentel (2017b) a pesquisa trata-se de um estudo de caso e é desenvolvida no contexto do ensino superior com uma primeira etapa de revisão teórica e bibliográfica sobre gamificação com fundamentação na TAS. A pesquisa é

desenvolvida em uma sala de aula do curso de pedagogia em que são coletados os dados por meio de documentos, entrevistas, questionários e observação dos participantes. A análise dos documentos produzidos é feita de maneira qualitativa a fim de produzir um relatório descritivo como também uma triangulação dos dados coletados. O trabalho, entretanto, não relaciona os critérios utilizados para averiguar os indícios de aprendizagem significativa, ou mesmo traça paralelos entre os procedimentos adotados e a TAS. Os autores ressaltam, entretanto, a relevância social da discussão inerente ao tema abordado e o debate que gera em torno da aprendizagem significativa dos alunos que interagem em espaços híbridos e multimodais.

Em sua dissertação de mestrado, Martins (2018), analisa o paralelo entre a gamificação e a TAS sob quatro aspectos, tratados em seu trabalho como as categorias de análise dos dados de pesquisa. As categorias são: elementos de aprendizagem significativa, colaboração, imersão/experiência e processo. Foram utilizados questionários, anotações do autor e documentos produzidos pelos estudantes como dados a serem analisados e comparados em conjunto para produzir um relatório final. A experiência ocorreu em duplas com intuito de produzir interação entre os estudantes participantes da experiência e utilizou-se de questionário como instrumento para avaliar essa categoria segundo a percepção dos participantes, não houve uma correlação direta entre a categoria colaboração e a TAS.

Na análise das categorias Imersão/experiência e processo, ainda em Martins (2018), os dados analisados partiram da análise das percepções dos sujeitos da pesquisa por meio de questionário e também por meio das anotações do pesquisador em diário de bordo, como também de ambientes de colaboração. Nas duas categorias não foram explicitadas relações diretas entre o processo gamificado e a TAS.

Entre os trabalhos anteriormente mencionados, é importante ressaltar aqueles que são voltados especificamente para o ensino de Física, e que preferencialmente utilizam a gamificação e a TAS como suportes teóricos, são eles: Silva, Sales e Castro (2018); Silva, Sales e Castro (2019); Costa e Verdeaux (2016); Silva (2018a) e também o trabalho de Lima *et al.* (2021) em que os autores utilizam uma sequência didática gamificada para o ensino de óptica geométrica empregando também a simulação virtual e o jogo de Cruzadinhas (Palavras Cruzadas) como parte das estratégias de compartilhamento dos conteúdos. Os autores também usam o *Quiz* Conceitual como estratégia de avaliação e também um teste posteriormente.

Igualmente se destacam aqueles trabalhos que utilizam somente a gamificação como referencial para elaboração de intervenções pedagógicas voltadas para o ensino de Física, como em Fraga, Moreira e Pereira (2020), em que os autores utilizam das estratégias de gamificação unidas as técnicas de motivação do modelo ARCS – Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação, Keller (2010), como metodologias para o ensino da Disciplina de Física Geral 3 em um curso de licenciatura no ensino superior.

Studart (2015) utiliza uma abordagem em que utiliza a simulação e a gamificação como estratégias de imersão e interação com o objetivo de facilitar a aprendizagem no ensino de variadas áreas da Física como a Relativística, Cinemática, etc. Finalmente, na abordagem de Teixeira (2017), o autor utiliza uma sequência didática para o ensino de gravitação para estudantes do ensino médio valendo-se da gamificação em vistas de estimular o engajamento, compartilhar experiências e prover a aprendizagem. Para isso, o autor usa Objetos Educacionais Digitais (OED)<sup>6</sup> como vídeos, simulações e games, além de textos e filmes comerciais de ficção científica (TEIXEIRA, 2017).

Deste modo, admitindo estes trabalhos que utilizam a TAS como referencial teórico e a gamificação como estratégia de incentivo a atitude potencialmente significativa, Valadares (2011), bem como valorando os trabalhos supramencionados, esta pesquisa pretende utilizar as bases teóricas da Teoria da Aprendizagem Significativa, que será apresentada na seção seguinte, e aproximá-las às estratégias de ensino gamificadas que busquem à motivação extrínseca Silva (2020), dos estudantes, utilizando uma análise qualitativa de mapas conceituais no processo, a fim de averiguar os indícios de aprendizagem significativa, bem como utilizar outros meios que os permitam serem evidenciados, como atividades presenciais e online gamificadas que para além de demonstrar o construto<sup>7</sup> intelectual produzido nas aulas, incentivem comportamentos e atitudes engajadoras nos estudantes.

---

<sup>6</sup> São descritos como entidades digitais ou não digitais que podem ser usadas para aprendizagem, educação ou treinamento. Os OED são objetos de aprendizagem específicos desenvolvidos e utilizados em formato digital (STUDART, 2015).

<sup>7</sup> Conjunto de conceitos mais inclusivos e genéricos da estrutura cognitiva em relação aos quais novos conceitos correlativos são mais efetivamente adquiridos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1998).

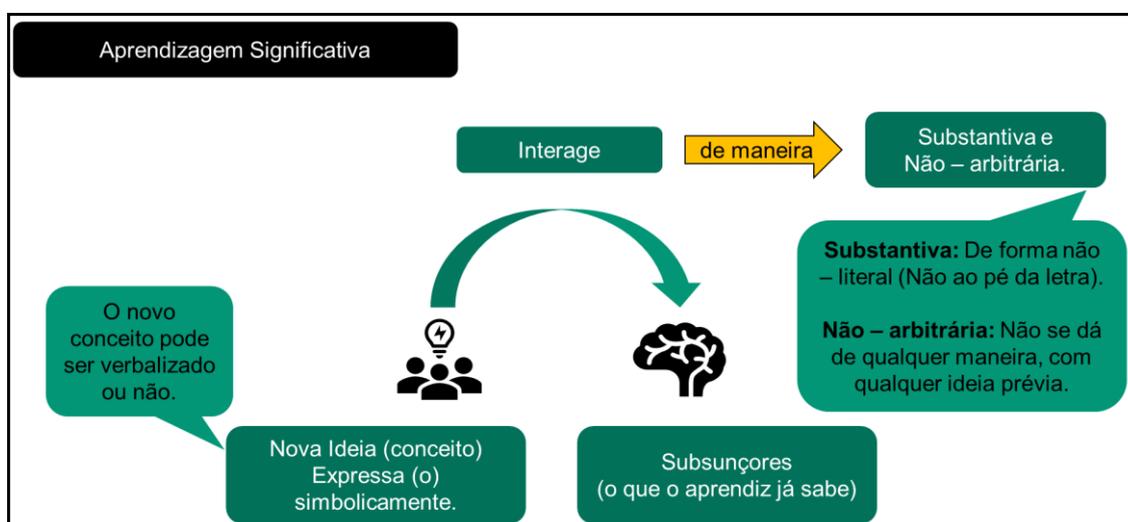
## 2.3 A Teoria da Aprendizagem Significativa

### 2.3.1 Contextualização, subsunçores e organizadores prévios

David Paul Ausubel (1918 - 2008) foi um psicólogo e pesquisador estadunidense da área da educação que contribuiu de forma exponencial para o campo da psicologia educacional. Em 1963, o estudioso lançou sua primeira obra intitulada *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* com a intenção de apresentar uma teoria cognitiva de aprendizagem em oposição às ideias behavioristas estabelecidas (AUSUBEL, 2003). À época, acreditava-se que somente o meio (condições ambientes) exercia alguma influência sobre o processo de aprendizagem do sujeito. Aquilo que o aprendiz trazia consigo, fruto de sucessivas aprendizagens, receptivas ou por descoberta, não era considerado, e acreditava-se que os estudantes só aprendiam por intermédio de outrem (AUSUBEL, 2003).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), ou Teoria da Assimilação, como mais tarde ficou conhecida, foi apresentada em “oposição à aprendizagem verbal por memorização” (AUSUBEL, 2003, p.9). A teoria propõe que a “aquisição e a retenção” de conhecimentos resultam de um processo “ativo, integrador e interativo entre o material de instrução (matérias) e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz”, com as quais novas ideias se relacionam de forma particular, Ausubel (2003, p.7-9), como ilustrado na Figura 3.

**Figura 3** – Processo de aquisição de conhecimento.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Teoria da Aprendizagem Significativa traz um conceito muito importante e fundamental para sua compreensão, o de ‘subsunçor’, Figura 3, pois a estrutura cognitiva do sujeito aprendente é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) que une um conjunto hierarquizado desses subsunçores de maneira interrelacionada (MOREIRA, 2011c). O termo subsunçor deriva do termo em inglês *subsumer* e equivale ao verbo subsumir no português, que significa incluir algo em um contexto mais amplo, tendo este como parte ou componente. Moreira (2011c) define o subsunçor ou ‘ideia-âncora’ como o conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite dar significado a uma nova ideia quando ela lhe for apresentada ou descoberta pelo aprendiz, como demonstrado na Figura 4.

**Figura 4 - Conceito de subsunçor.**



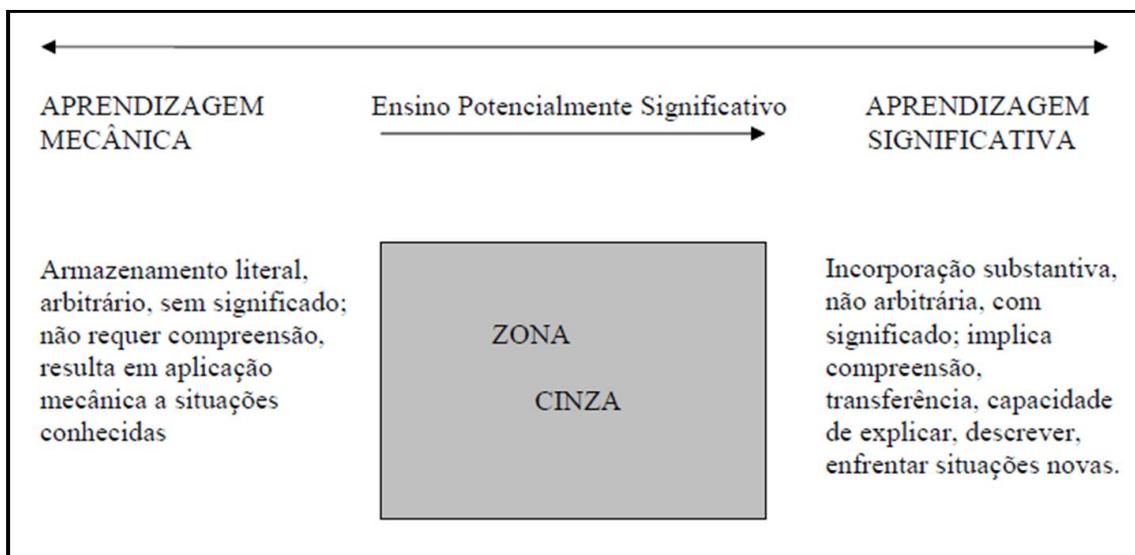
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Moreira (2011c) metaforiza o termo ideia-âncora para demonstrar que os novos conhecimentos, ou novas ideias, se ancoram aos conhecimentos prévios do sujeito. Contudo, como pode ser observado na Figura 4, quando o subsunçor serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes. Assim a subsunção ou assimilação, processo de incluir significados, não é uma ancoragem propriamente dita, mas uma mútua troca. A importância dos conhecimentos prévios é tamanha, que em sua obra *Psicologia Educacional*, Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) resumem a centralidade da TAS na seguinte frase: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” Mas e quando o aprendiz não possui subsunçores sobre determinado tema, ou quando o aprendiz ainda é uma criança, como a mente estabelece ligações substantivas? Os dois casos serão explanados a seguir.

Embora a TAS seja uma teoria que se opunha a aprendizagem memorística, elas não se dicotomizam, mas se estabelecem nos extremos de um mesmo contínuo com uma “zona cinza” intermediária que compreende a ocorrência de boa parte da aprendizagem e

onde um ensino potencialmente significativo pode facilitar a ocorrência de aprendizagem significativa (MASINI; MOREIRA, 2008, p.24). Como no esquema elaborado por Masini e Moreira (2008) na Figura 5.

**Figura 5** – Contínuo de Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa.



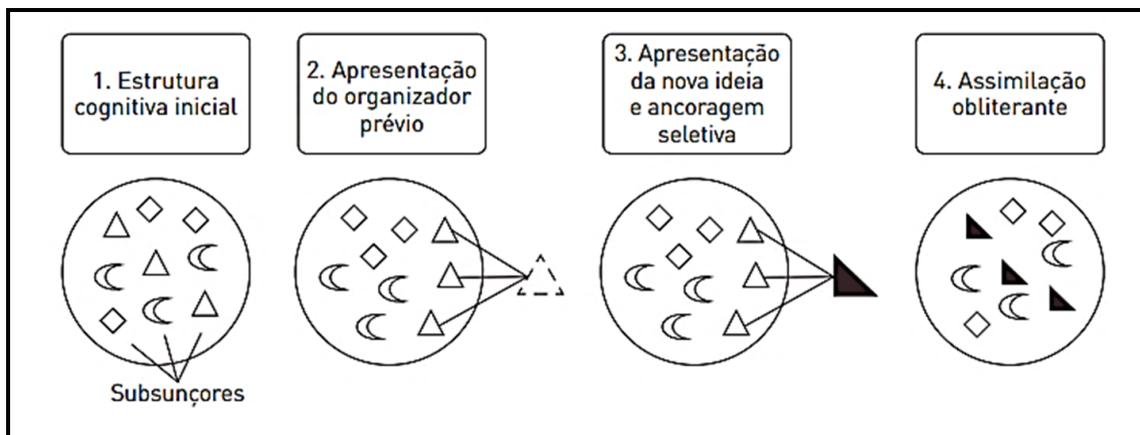
**Fonte:** Masini e Moreira (2008, p.24).

A memorização em si não quer dizer que esta não possa se tornar significativa, ela é fundamental na infância quando são formados os primeiros subsunçores. Quando criança, a construção de subsunçores se dá “através de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos” (MOREIRA, 2011a, p.28). Ou seja, na infância os sujeitos dependem muito do confronto direto e recorrente entre um signo ou símbolo que representa uma situação, experiência ou objeto. No entanto, esses sujeitos passam “a aprender cada vez mais em função dos subsunçores já construídos” (MOREIRA, 2011a, p.29). Isto quer dizer, que à medida que crescem os aprendizes utilizam predominantemente a subsunção ou assimilação como forma de aprendizagem.

Depois da infância, quando o aprendiz não tem subsunçores relacionados a determinados temas, ou quando os tem, mas de maneira menos elaborada, sugere-se o uso de “organizadores avançados”, (Ausubel, 2003, p.65) ou “organizadores prévios”, (Moreira, 2011a, p.20), que são materiais introdutórios em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão que o assunto que será tratado de maneira mais específica. O objetivo da utilização desses materiais é servir de facilitador para a

ancoragem dos conceitos mais pormenorizados que estão mais diferenciados no conteúdo que se pretende ensinar (AUSUBEL, 2003, p.66), como pode ser visto na Figura 6.

**Figura 6** – Representação dos organizadores avançados ou organizadores prévios.



**Fonte:** Ribeiro, Silva e Koscianski (2012, p. 171).

Observamos na figura 6 a utilização do organizador prévio como intermédio ao conceito mais elaborado que se pretende ensinar. Ribeiro, Silva e Koscianski (2012) demonstram na etapa (1) da imagem uma situação hipotética em que se apresenta a estrutura cognitiva inicial de um sujeito, ou os subsunoçores. Na etapa (2), apresenta-se um conceito pouco elaborado e em maior nível de generalização que é a figura de um triângulo. Suas características singulares de possuir três lados e três ângulos internos permitirá ao aprendiz na etapa (3) ser confrontado com um novo conhecimento (o triângulo retângulo) que se assemelha ao organizador avançado apresentado. O confronto provoca uma ancoragem seletiva com os triângulos pois estes são os conhecimentos mais próximos com os quais eles podem se relacionar. Desta forma, na etapa (4), ocorre o processo de assimilação obliterante<sup>8</sup>, onde o subsunçor 'triângulo' se torna mais discriminado ganhando maior estabilidade e maior diferenciação.

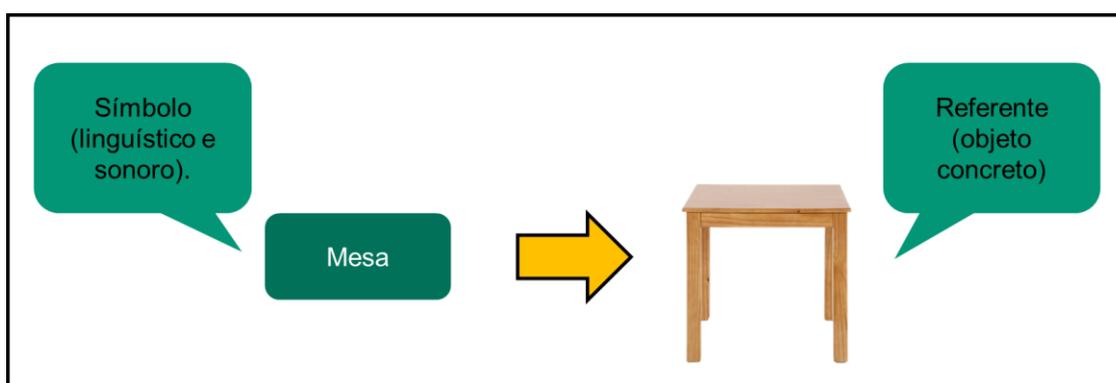
Assim, desde a infância utilizamos em cada etapa da vida um tipo mais específico de aprendizagem significativa, quais sejam: a representacional, a conceitual e a proposicional, Ausubel (2003), que serão detalhadas na seção a seguir.

<sup>8</sup> Processo pelo qual uma nova ideia que foi aprendida de maneira significativa perde gradualmente sua dissociabilidade da ideia ao qual foi ancorada, sendo, por fim, completamente assimilada pelo significado mais geral do subsunçor mais estável.

### 2.3.2 Tipos de aprendizagem significativa

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa representacional é a que mais se aproxima de uma aprendizagem mecânica, memorística, ela é também a mais fundamental, pois dela derivam as outras. Ela ocorre desde os primeiros anos de vida quando o sujeito atribui significado de símbolos arbitrários aos seus referentes (objetos, situações, sentimentos) como exemplificado na Figura 7, a seguir. Esse tipo de aprendizagem é significativa porque atribui um significado concreto vivencial, substantivo e não-arbitrário aos referentes de maneira própria para cada sujeito.

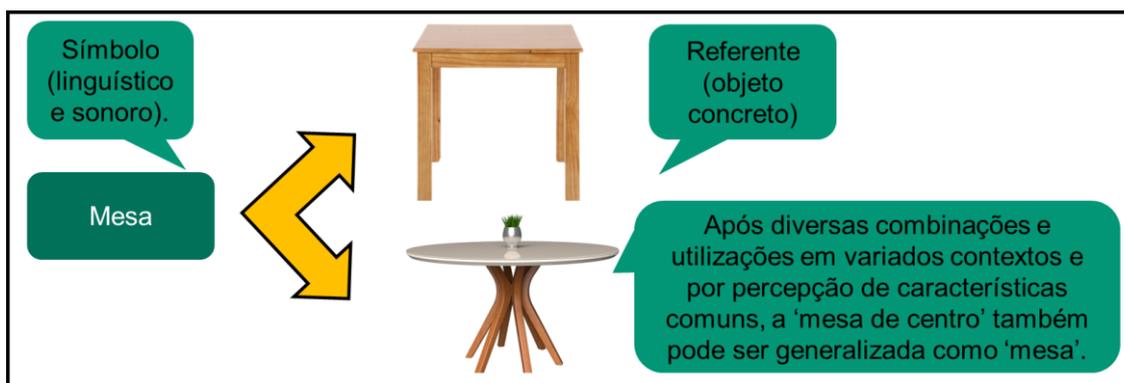
**Figura 7** – Aprendizagem significativa representacional.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A aprendizagem significativa conceitual ocorre quando há a mesma designação de um símbolo para diferentes conceitos referentes (objetos, acontecimentos, situações) e existem dois métodos gerais de ocorrência: por formação conceitual, ou por assimilação conceitual. A primeira ocorre predominantemente em crianças e jovens e a segunda, que é a maneira predominante, nas crianças em idade escolar e adultos.

**Figura 8** – Aprendizagem significativa conceitual.

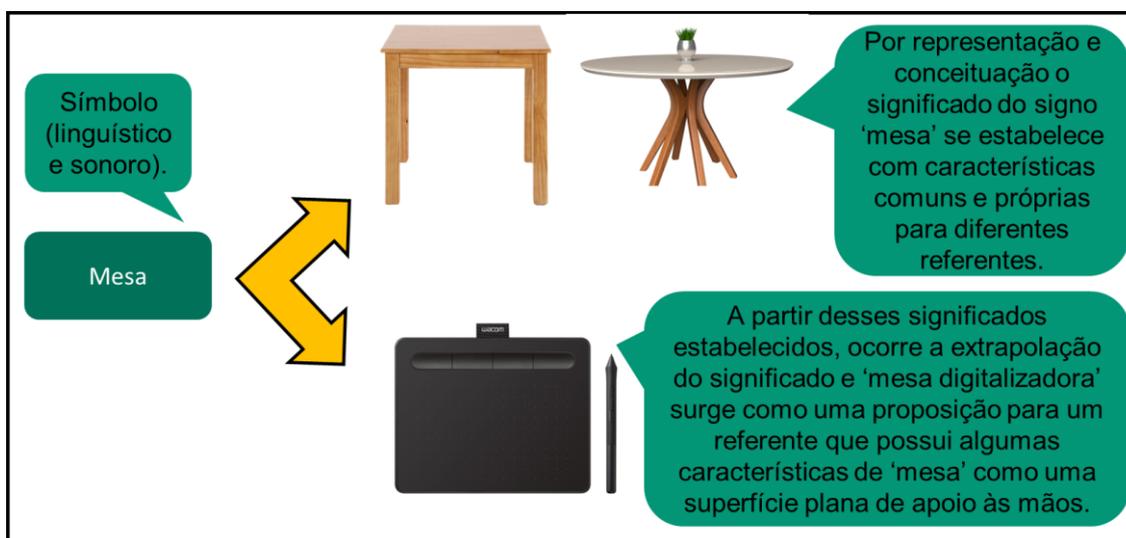


**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Após sucessivas utilizações, formulações, experimentações e confrontos do símbolo (palavra ‘MESA’) com seu referente concreto, e suas variadas representações (diversos modelos de mesa), e também com outros referentes concretos, veja Figura 8, ocorre a formação de conceitos (AUSUBEL, 2003). Segundo Moreira (2011a, p.38-39), o sujeito percebe “regularidades nesses eventos ou objetos” que permitem ao aprendiz representar diversos referentes concretos pelo signo referente, por meio de diversas combinações, como é o caso do conceito (mesa de centro) na Figura 8. A aprendizagem conceitual pode ser tida então como uma aprendizagem representacional de alto nível (MOREIRA, 2011a).

Por fim, temos a aprendizagem significativa proposicional, que segundo Ausubel (2003), também se assemelha a aprendizagem representacional pois os significados surgem a partir de sucessivas interações de uma dada tarefa com ideias particularmente relevantes na estrutura cognitiva do sujeito. Como a nomenclatura sugere, é uma aprendizagem de proposições verbais, e a proposição vem do efeito de sugerir, propor um significado a partir de ideias preestabelecidas e relevantes. Na lógica, as proposições descrevem asserções que são conteúdos tomados como verdadeiros. Assim, a aprendizagem proposicional “implica em dar significado a novas ideias na forma de uma proposição” (MOREIRA, 2011a, p.39).

**Figura 9** – Aprendizagem significativa proposicional.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Segundo Ausubel (2003, p.93), “a proposição potencialmente significativa expressa-se verbalmente numa frase que contém significados de palavras, quer

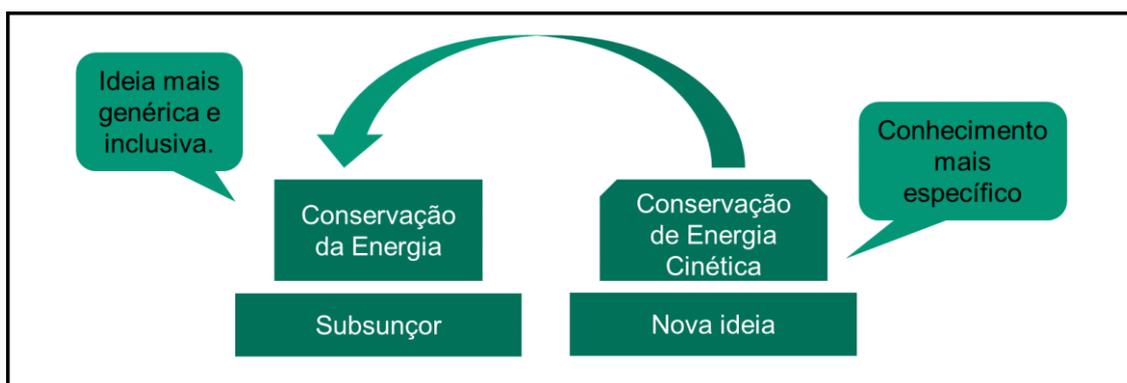
denotativos, quer conotativos”, como observa-se na Figura 9 por exemplo, o significado subjetivo atribuído a ‘mesa digitalizadora’, é uma conotação que se utiliza das propriedades e usos do referente ‘mesa’ para propor uma ressignificação ao conceito previamente formado. Para Moreira (2011a, p.39), o significado de uma proposição “não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos”. Então, o produto cognitivo mais elaborado é o resultado do processo de aprendizagem significativo no qual essas novas ideias, novas proposições, interagem de maneira particular com ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva do sujeito.

As novas ideias que se integram por formação de conceitos ou por novas proposições ancoram-se com mais frequências a ideias particulares mais inclusivas e genéricas da estrutura cognitiva dos sujeitos, a esse processo denomina-se subsunção. Assim, no que se refere à estrutura organizacional cognitiva, os níveis de abstração, generalidade e inclusão, os tipos de aprendizagem significativa supra mencionados podem ocorrer de três maneiras, “subordinada, subordinante, uma combinação destas duas, ou combinatória” (AUSUBEL, 2003, p.93). Essas forma de aprendizagem significativa serão detalhadas na seção a seguir.

### 2.3.3 Formas de aprendizagem significativa

Em Moreira (2011a), observamos que a maneira mais comum de aprender significativamente é de forma subordinada em que um novo conhecimento adquire significado na ancoragem seletiva e interativa com um subsunçor, ou conhecimento especificamente relevante da estrutura cognitiva do sujeito, como na Figura 10.

**Figura 10** – Aprendizagem significativa subordinada.

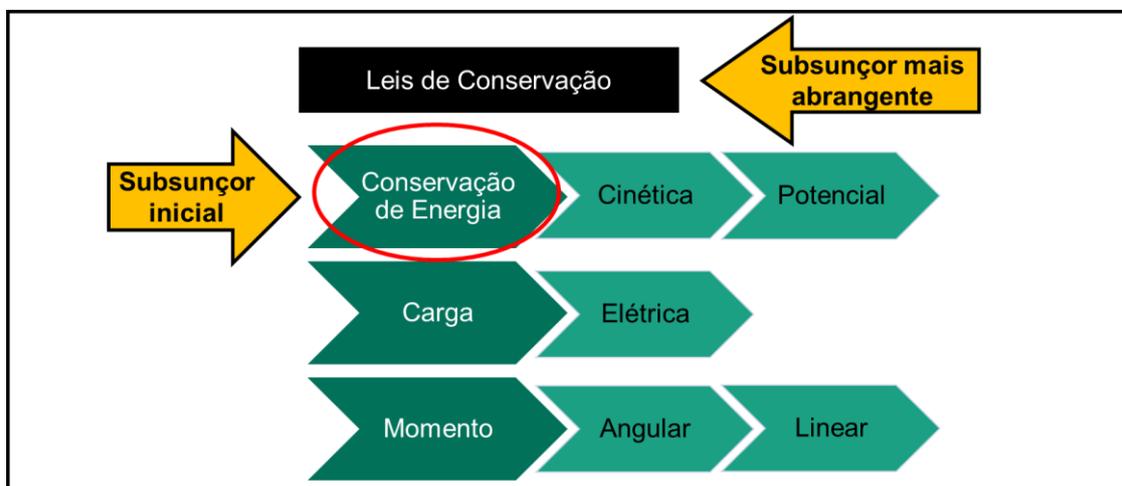


**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Moreira (2011a), utiliza os conceitos de conservação de energia para facilitar a compreensão das formas de aprendizagem significativas. A Figura 10 ilustra esse processo. Para o processo de subordinação, que ocorre quando o sujeito possui um conhecimento mais genérico sobre determinado assunto como ‘Conservação da Energia’, e relaciona de maneira substantiva esse conhecimento com um novo ‘Conservação de Energia Cinética’, utiliza, para tanto, ideias mais estáveis como suporte à aprendizagem do novo conhecimento. Como mencionado anteriormente esse processo é interativo, pois promove uma reelaboração do subsunçor tornando-o mais diferenciado.

Por outro lado, o processo de aprendizagem pode se dar a partir do confronto com ideias mais específicas em direção à formação de um conceito mais geral por meio da aprendizagem subordinante (Ausubel, 2003) ou superordenada (Moreira, 2011a) como esboçado na Figura 11 a seguir.

**Figura 11** – Aprendizagem significativa subordinante ou superordenada.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Tomando ainda como exemplo as leis de conservação, podemos imaginar que o aprendiz não sabe que elas existem. Contudo, o sujeito ao longo do tempo, por meio de sucessivos momentos de aprendizagens significativas, vide Figura 11, estabelece o conceito inicial de ‘Conservação de Energia’ que se estende a diversos tipos de energia como a cinética e potencial. Aprende também que existe a ‘Conservação da Carga Elétrica’ e posteriormente que existe a ‘Conservação do Momento’ angular ou linear. Após esses sucessivos confrontos com diferentes instâncias de grandezas conservativas, o sujeito elabora um conceito mais generalizante que engloba os anteriores, ‘Leis de

Conservação’. Percebemos então que um novo subsunçor mais geral é formado a partir de processos de abstração, indução e síntese (MOREIRA, 2011a).

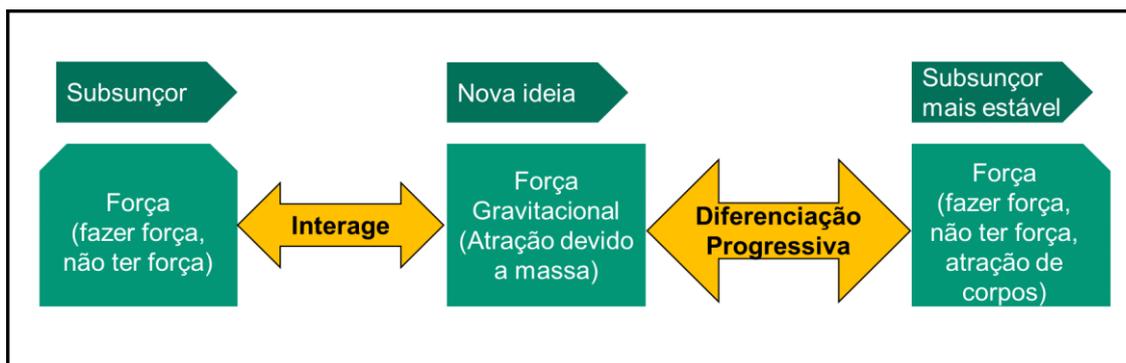
Por fim, temos ainda uma combinação das duas últimas formas de aprendizagem significativa, a aprendizagem combinatória (AUSUBEL, 2003). Esta forma de aprender, segundo Moreira (2011a), é caracterizada como a atribuição de significado a um novo conhecimento a partir da interação com diversos outros conhecimentos da estrutura cognitiva do sujeito, compartilhando similaridades, e “que não são subordinados nem superordenados em relação a algum conceito ou proposição, em particular, já existente na estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2011c, p.27). As relações mais genéricas e amplamente explanatórias como entre ‘massa e energia, calor e volume’ são exemplos dessa forma de aprendizagem. No exemplo da Figura 11, são movidos vários subsunçores para chegar à conceituação do novo conhecimento ‘Leis de Conservação’, contudo este processo não se caracteriza como aprendizagem combinatória porque o novo conceito abrange os anteriores, é mais geral e, portanto, os superordena.

#### *2.3.4 Assimilação, retenção e esquecimento*

Tendo compreendido os tipos de aprendizagem significativas, bem como a forma como elas ocorrem é importante entender os processos movidos na estrutura cognitiva relacionados a aprendizagem e ao esquecimento.

Anteriormente discutiu-se a estrutura cognitiva como um conjunto hierarquizado de subsunçores dinamicamente interrelacionados e que o processo de assimilação é fruto do confronto interativo de uma nova ideia com uma outra especificamente relevante já estabelecida na estrutura cognitiva do aprendiz. E que esse processo resulta numa alteração dos significados tanto do novo conhecimento potencialmente aprendido quanto do conhecimento subsunçor ao qual este se ancorou. Para Moreira (2011a) estes processos dinâmicos que ocorrem são caracterizados por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

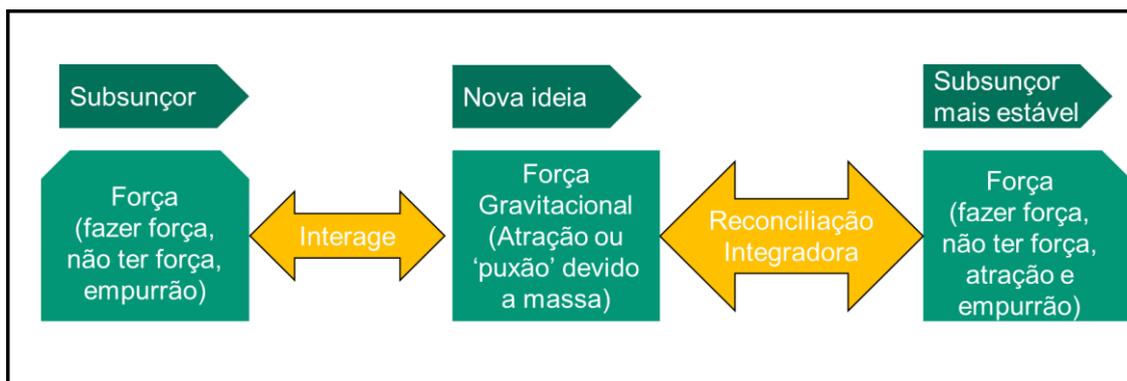
Ausubel (2003), caracteriza o processo de diferenciação progressiva como uma sequência de assimilações de significados a partir de várias exposições a materiais potencialmente significativos, o subsunçor, portanto, vai ficando cada vez mais discriminado e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

**Figura 12** – Processo de diferenciação progressiva.

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Conforme a Figura 12, observamos que o processo de assimilação ocorre da interação entre o subsunçor 'Força' e o novo conhecimento 'Força Gravitacional', percebemos que o subsunçor carrega consigo os significados de 'fazer força, não ter força', pois são ideias mais genéricas e que se aprende geralmente de maneira representacional. Quando o novo conhecimento é apresentado, ele carrega consigo um significado mais específico para um tipo de força, a 'Atração devido a massa'. Então por diferenciação progressiva, o conhecimento ancoradouro ou subsunçor se especifica, ganhando mais estabilidade e com isso podendo servir como ponte para novos conhecimentos. Como o processo é interativo, vale ressaltar que o novo conhecimento também se relaciona e ganha significado a partir dos significados que o subsunçor carrega.

À medida que o processo de diferenciação progressiva ocorre, em consequência de sucessivas aprendizagens significativas, tornando os subsunçores cada vez mais elaborados, por meio da subordinação e combinação, pode-se chegar a desenvolver novos significados que conflituam com conhecimentos estabelecidos ou que fogem às similaridades entre conceitos. O processo dinâmico pelo qual se elimina diferenças ou inconsistências aparentes a fim de integrar significados, ocorre de maneira simultânea ao processo de diferenciação progressiva e chama-se de reconciliação integradora ou integrativa (MOREIRA, 2011a).

**Figura 13** – Processo de reconciliação integradora.

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Observamos na Figura 13, que à medida que ocorre a assimilação e diferenciação progressiva do subsunçor, tornando-o mais sofisticado, ocorre também uma aparente inconsistência de significados que o subsunçor ‘Força’ carrega e o apresentado pelo novo conhecimento ‘Força Gravitacional’. No subsunçor está estabelecido a ‘Força’ como um ‘empurrão’, e o novo conhecimento carrega consigo o significado de ‘puxão’, significados contrários para conceitos relacionados. Aparentemente essa inconsistência é englobada por meio do processo de reconciliação integradora, e o novo subsunçor mais diferenciado carrega consigo os dois significados para ‘Força’, e pode ser utilizado para novas aprendizagens tanto no sentido de empurrar quanto de puxar algo.

Os processos de assimilação então decorrem da ação simultânea dos processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, e garantem a retenção mais eficaz do novo conhecimento pois utiliza de ideias mais gerais e estáveis como suporte para a construção do novo significado, compartilhando da estabilidade e durabilidade do conceito ancoradouro e utilizando da relação substantiva e não arbitrária construída, como blindagem à interferências de conceitos semelhantes contraditórios (AUSUBEL, 2003).

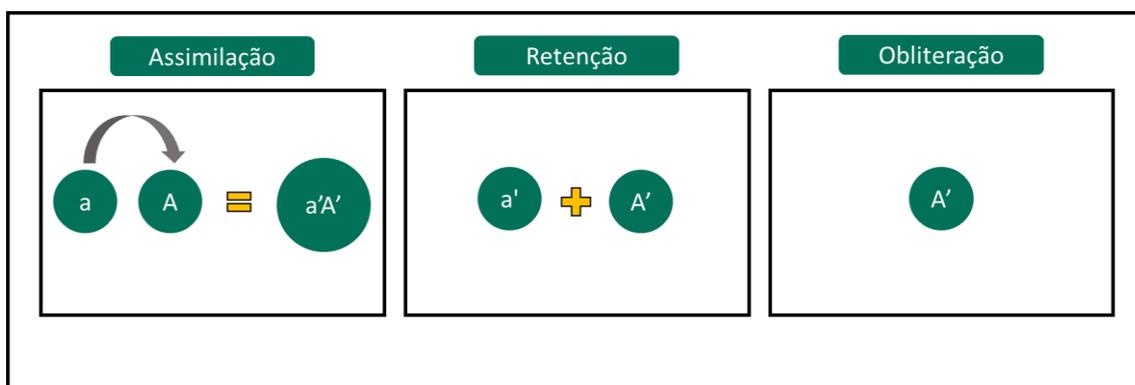
Contudo, à medida que o processo de assimilação continua ocorrendo, os significados dos conceitos mais elaborados podem já não ser dissolvidos em suas constituintes mais simples (AUSUBEL, 2003). Ao longo do tempo, portanto, segundo Moreira (2011a), pode ocorrer o desgaste ou obliteração do subsunçor, pois esse conhecimento continua sujeito à influência erosiva da tendência reducionista geral da organização cognitiva (AUSUBEL, 2003).

Disto, observamos que aprender significativamente não quer dizer que o indivíduo nunca venha a esquecer. Durante o processo, segundo Moreira (2011a), podem haver perdas de discriminação dos significados, mas não uma perda de significados a esse

esquecimento natural Ausubel chamou de assimilação obliterante. Devido a economia psicológica é mais cômodo lembrar reduções das proposições e dos conceitos do que de todas as discriminações dos novos conhecimentos. O esquecimento é, assim, uma continuação ou fase temporal posterior do mesmo processo de assimilação subjacente à disponibilidade de ideias recentemente apreendidas, durante uma fase prévia do intervalo de retenção (AUSUBEL, 2003).

Entretanto no processo de aprendizagem significativo o esquecimento é residual. Como afirma Moreira (2011a, p.40), “o conhecimento esquecido está ‘dentro’ do subsunçor, há um ‘resíduo’ dele no subsunçor”, como na figura 14 a seguir.

**Figura 14** – Processo de assimilação obliterante.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Na ilustração da Figura 14, (a) é um novo conhecimento que interage com um subsunçor (A) especificamente relevante e gera o produto interacional (a'A') que no processo de retenção do conhecimento se dissocia em (a') e (A') e que progressivamente se oblitera em (A') que é o subsunçor modificado em decorrência do processo interativo inicial. Houve, portanto, o esquecimento de (a'), mas que na verdade está obliterado em (A') (MOREIRA, 2011a). Concluimos, por conseguinte, que em contraposição à aprendizagem mecanizada, na aprendizagem significativa o esquecimento é apenas residual e não total, pois o conteúdo esquecido permanece obliterado dentro do subsunçor (MOREIRA, 2011a).

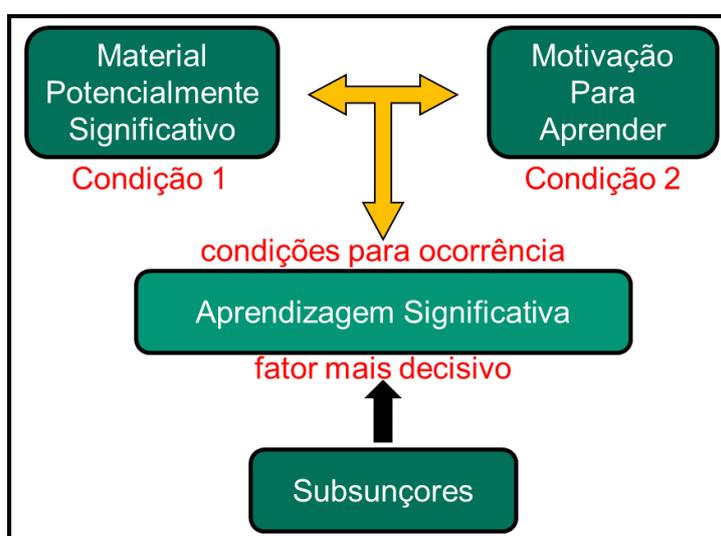
A partir dos conceitos de assimilação, retenção e esquecimento apresentados anteriormente, a seção a seguir detalha as condições para que a aprendizagem ocorra de maneira significativa.

### 2.3.5 As condições para aprendizagem significativa

Como mencionado anteriormente, para Ausubel (2003), o fator decisivo para ocorrência da aprendizagem significativa está primeiramente relacionado com a bagagem conceitual do aprendiz, os subsunçores, decorrente daquilo que ele já sabe sobre o que se pretende ensinar, e que serão capazes de se relacionar de maneira substancial e não literal com os novos conhecimentos que se pretende propor.

As duas condições para ocorrência da aprendizagem significativa, apresentadas na Figura 15 a seguir, decorrem da utilização desses conhecimentos prévios e por isso são fatores precípuos para a sua ocorrência.

**Figura 15** – Condições para ocorrência da aprendizagem significativa.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Os materiais de instrução, Ausubel (2003), ou materiais potencialmente significativos, como menciona Moreira (2011a), compõem a primeira condição para ocorrência da aprendizagem significativa e devem relacionar-se de alguma maneira aos conceitos especificamente relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003). Daí a importância de averiguar os conhecimentos anteriores dos estudantes, para que se possa elaborar materiais que os levem ao encontro desses subsunçores e os aproveitem como ancoradouros para facilitar a aprendizagem do novo conhecimento que se pretende ensinar.

A segunda condição, também está relacionada de maneira essencial aos subsunçores. Ausubel, explicita que aprender significativamente “exige que os aprendizes manifestem um mecanismo de aprendizagem significativa”, Ausubel (2003, p.72), em

outras palavras, o estudante deve estar disposto a interagir de maneira substantiva e não arbitrária com os materiais de instrução de acordo com os subsunçores que lhes estão disponíveis. Portanto, não importa o quão potencialmente significativo possa ser os materiais de instrução, a segunda condição, e por conseguinte, os sujeitos aprendizes, são quem determinam o caráter significativo ou mecanizado (memorístico) com que a aprendizagem irá se manifestar (AUSUBEL, 2003).

Para Moreira (2011a, p.25), a segunda condição é consequentemente “mais difícil de ser satisfeita do que a primeira”, pois exige que o estudante queira associar os novos conteúdos com os conhecimentos especialmente relevantes de sua estrutura cognitiva. Para o autor, “não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria”, mas que por algum motivo o estudante queira promover essa interação entre os materiais potencialmente significativos e seus conhecimentos prévios.

Como pode se constatar, a aprendizagem significativa está intimamente ligada ao material de instrução potencialmente significativo, propositalmente elaborado pelo professor, objetivando promover a interação deste com os subsunçores disponíveis dos estudantes, bem como essa aprendizagem depende que o aluno esteja “disposto psicologicamente” para promover essa interação de maneira substantiva e não arbitrária com esses subsunçores (VALADARES, 2011). Em Silva (2020), observamos que essa disposição do aprendiz pode ser compreendida de duas maneiras, como ‘motivação extrínseca’, aquela à qual o professor pode utilizar de mecanismos motivadores para estimulá-la, e a ‘motivação intrínseca’ que depende da ‘vontade permissiva’ do sujeito. Para o autor, a vontade permissiva é aquela em que o estudante apesar de não gostar da disciplina permite ser ensinado pelo professor, por compreender, que determinado conteúdo ministrado lhe pode ser útil.

Neste sentido e considerando os aspectos supra mencionados neste capítulo, que discorrem brevemente sobre as bases da Teoria da Aprendizagem Significativa como alternativa à aprendizagem mecânica e memorística esta pesquisa propõe uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) que tem como fundamentação a TAS e como referencial metodológico a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), de Moreira (2011b), buscando a partir desta ferramenta estimular a atitude potencialmente significativa ou motivação extrínseca dos estudantes dentro de uma experiência gamificada de ensino. A seção seguinte irá detalhar

melhor o referencial metodológico da UEPS e também traçará paralelos com a gamificação e trabalhos de outros autores.

## **2.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**

Nas diversas esferas de ensino, há um chamado modo clássico de ensinar e aprender, movido principalmente pela memorização, pela passividade do estudante e um papel narrativo atribuído ao professor. Diversas teorias de aprendizagem sugerem outras abordagens, bem como a pesquisa na área de ensino, contudo, esses esforços parecem chegar de maneira insuficiente às salas de aulas. Há um modelo engessado, que prioriza a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011b).

As Sequências de Ensino e Aprendizagem têm como objetivo ajudar os alunos a compreender um conhecimento científico específico (SOUZA et al., 2013). Que tem como pilar: o professor, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica (MÉHEUT, 2005). Este instrumento deve buscar promover o máximo aproveitamento em cada situação de aprendizagem. Portanto, ao sistematizar um dado conhecimento, o professor procura reunir aspectos metodológicos que lhe permitam promover a interlocução dos aspectos epistêmicos e pedagógicos do dado assunto.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é nesse sentido um referencial metodológico que busca contribuir com a sistematização de um dado conhecimento, declarativo ou procedimental em vistas de torná-lo potencialmente facilitador da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011b).

Moreira (2011b), enumera vários princípios que fundamentam a UEPS, e que fazem parte do arcabouço teórico da TAS. Como o conhecimento prévio como principal influenciador da aprendizagem significativa, os organizadores prévios de aprendizagem utilizados no reforço de subsunçores pouco discriminados, a ‘vontade permissiva’ ou ‘motivação intrínseca’ do aprendiz (SILVA, 2020). Além de outros princípios fundamentados em outros teóricos e enunciados pelo próprio autor, como: “As situações-problema trabalhadas em níveis crescentes de complexidade” (MOREIRA, 2011b, p.3); “Pensamentos, sentimentos e ações integrados ao ser que aprende” (MOREIRA, 2011b, p.3); Ensino mediado pelo professor (MOREIRA, 2011b).

Segundo Moreira (2011b), as UEPS são organizadas em sete aspectos sequenciais que devem ser considerados em sua implementação:

1. Definição do tópico específico a ser abordado;
  2. Criação ou proposição de situações que levem o estudante a externalizar seu conhecimento prévio sobre a matéria de ensino;
  3. Proposição de situações, em nível introdutório, e que levem em consideração o conhecimento prévio do estudante. Podem envolver o objeto de conhecimento que se pretende ensinar, mas sem o intuito de ensiná-lo, essas situações podem ser utilizadas como organizadores prévios de aprendizagem.
  4. Exposição do conhecimento a ser ensinado, levando em consideração a diferenciação progressiva, começando dos assuntos mais gerais e logo em encontro aos mais específicos. (Nesta etapa podem ser utilizadas diversas metodologias, exposição oral, atividades colaborativas, etc.).
  5. Retomada de aspectos mais estruturantes do objeto de ensino em nível mais complexo em relação à etapa anterior, com novos exemplos e novos métodos de apresentação do conhecimento, como simuladores, vídeos, demonstrações, etc. Destacar semelhanças e diferenças entre os conteúdos apresentados, promovendo assim a reconciliação integradora.
  6. Em uma terceira apresentação dos conteúdos, os materiais devem ser mais complexos e devem buscar uma perspectiva integradora, essas atividades devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas em grande grupo e mediadas pelo professor.
  7. Avaliação, que na UEPS, deve ser feita de maneira formativa ao longo de sua implementação, através de registros que possam ser considerados como evidências de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado e além disso, deve haver também uma avaliação somativa ao final do tópico
6. Ambas avaliações devem ser tomadas em igualdade de relevância.

É importante ressaltar que na UEPS a avaliação de desempenho dos estudantes deve evidenciar a captação de significados, a capacidade dos estudantes em explicar e aplicar o conhecimento ensinado, por isso é importante as evidências construídas no processo e não os comportamentos finais (MOREIRA, 2011b). Além dos aspectos sequenciais, o autor também enumera aspectos transversais à implementação da UEPS, como: a diversificação dos materiais e das estratégias de ensino e o questionamento em detrimento de respostas prontas; momentos em que os estudantes possam propor a si

mesmos situações-problema relativas ao tópico estudado; privilegiar atividades colaborativas, podendo também conter momentos de atividades individuais (MOREIRA, 2011b).

Como suporte ao desenvolvimento das etapas dos aspectos sequenciais da UEPS, Moreira (2011b), sugere a utilização dos mapas conceituais de Novak, que “têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições” (NOVAK, 1999, p.31). Concretamente, o mais simples dos mapas conceituais possui apenas dois conceitos unidos por uma palavra de ligação, que ao estabelecer um valor semântico entre os dois conceitos chamamos de proposição válida (NOVAK, 1999).

Partindo do referencial metodológico da UEPS e utilizando a estrutura gamificada como instrumento para motivar a atitude potencialmente significativa dos estudantes, algumas investigações como: Silva (2018); Silva, Sales e Castro (2018); Silva, Sales, e Castro (2019) e Costa *et al.* (2020), se debruçaram sobre o tema e utilizaram as duas abordagens de modo a manter os aspectos sequenciais da UEPS com objetivo de facilitar a aprendizagem significativa e simultaneamente a gamificação para o envolvimento das pessoas, promoção da aprendizagem e resolução de problemas (KAPP, 2012).

Em sua pesquisa, Silva (2018a) se aproxima muito da abordagem desta investigação, nela, o autor utiliza os aspectos sequenciais da UEPS como procedimentos padrão para potencializar a aprendizagem significativa e ao longo de cada etapa sequencial utiliza de estratégias de gamificação como a divisão do conteúdo em fases, com alusão a uma terminologia aplicada aos *games*, substituição de exercícios, por ‘missões’ as quais se atribuíram notas posteriormente, realização destas atividades de maneira individual e coletiva e utilizando uma ambiente virtual para o acompanhamento e progressão na competição. Assim como nesta pesquisa, Silva (2018a) utiliza o *Quiz* de conteúdos como atividade avaliativa e de recapitulação do assunto ao final de cada fase da competição.

A UEPS sugere que as situações-problema iniciais considerem o conhecimento prévio do estudante e que seja introduzido de maneira mais genérica por meio de materiais potencialmente significativos. Silva (2018a) utiliza esse aspecto sequencial da UEPS no início das fases do seu processo gamificado, o que se assemelha ao percurso desta intervenção em que os conceitos mais genéricos também são apresentados no início de cada nível da competição.

O suporte teórico mais robusto e outras atividades com maior nível de abstração, que fazem parte dos aspectos sequenciais da UEPS, são utilizados por Silva (2018a) em cada etapa da gamificação, por meio do uso de simulação, e atividades investigativas que faziam uso de lentes e outros instrumentos ópticos, se aproximando desta intervenção pedagógica que também utiliza da simulação e experimentação como estratégias mais elaboradas para potencializar a aprendizagem significativa.

A avaliação, em Silva (2018a), aconteceu de maneira formativa por meio das atividades de *Quiz* de Conteúdos realizadas e de maneira somativa por meio da gamificação dos exercícios do livro didático, atribuindo pontuações às questões de nível básico, intermediário e avançadas e propondo uma missão de alcançar 10.000 pontos resolvendo os exercícios. A fim de investigar os indícios de aprendizagem significativa, também foram aplicados questionários de pré-teste e pós-teste em dois grupos distintos, um grupo experimental (GE) e um outro grupo de controle (GC) (SILVA, 2018a).

Silva, Sales e Castro (2018) e (2019) também utilizam a UEPS como referencial metodológico das suas investigações. No primeiro trabalho, Silva, Sales e Castro (2018), os autores utilizam, assim como em Silva (2018a), a gamificação ao longo dos aspectos sequenciais da UEPS e investigam o ganho normatizado de aprendizagem proposto por Hake (1998), a partir da aplicação de questionários de pré-teste e pós-teste, e fazem uma investigação da motivação dos estudantes durante a intervenção pedagógica a partir de um modelo do instrumento tipo ARCS (*Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction*) de Keller (2010), proposto com essa finalidade de observação.

No segundo trabalho, Silva, Sales e Castro (2019) utilizam das mesmas metodologias anteriormente expostas, usam a UEPS como referencial metodológico para a potencialização da aprendizagem significativa e utilizam também a Teoria do Flow, como suporte teórico aliado a TAS. A Teoria do Flow utilizada no trabalho dos autores, procura descrever o estado mental automático de imersão e sensação de foco profundo dos sujeitos ao se envolverem em uma determinada atividade, na qual há um equilíbrio entre dificuldade da tarefa e a habilidade do sujeito de modo que permita sua realização (SILVA; SALES; CASTRO, 2019). Na pesquisa, os autores também usam o ganho normatizado de aprendizagem de Hake (1998), para investigar os indícios de aprendizagem significativa.

Na abordagem de Costa *et al.* (2020) os autores utilizam a UEPS como referencial metodológico para o ensino de eletrostática, em uma aproximação com o tema de

interesse desta pesquisa. Na etapa inicial da pesquisa há aplicação de um pré-teste que foi gamificado por meio de uma plataforma online de *Quiz* de Conteúdo o *Kahoot*. Posteriormente, nas outras etapas da UEPS utilizou-se de experimento sobre eletrostática para aprofundar as discussões sobre o tema, uma tirinha elaborada pelo professor e simulações como forma de proporcionar uma etapa de revisão e na etapa final aplicou-se o pós-teste que foi utilizado junto com pré-teste para cálculo do ganho normatizado de aprendizagem de (HAKE, 1998).

Semelhantemente aos trabalhos apresentados anteriormente, esta investigação também utiliza da UEPS como referencial metodológico para o ensino de eletrostática no ensino médio e da gamificação como estratégia que pretende motivar a ação e o envolvimento das pessoas para a potencialização da aprendizagem dos sujeitos (KAPP, 2012). Algumas estratégias utilizadas nos trabalhos supramencionados também serão utilizadas nesta intervenção, como a separação dos conteúdos em níveis, a fim de promover a sensação de progressão de acordo com os fundamentos da gamificação, aspecto da dinâmica, de Werbach e Hunter (2015) e a substituição dos exercícios, propostos ao longo do processo, por missões com devidas pontuações atribuídas a cada uma delas. Como diferencial, esta intervenção propõe também a utilização de mapas conceituais e do jogo de aprendizagem como instrumentos para investigar indícios de aprendizagem significativa, além de outras estratégias de gamificação que serão melhor detalhadas no capítulo 4, Método da Pesquisa. Na seção a seguir, apresentamos ao leitor os conteúdos sobre Eletricidade e Eletrostática, que foram ministrados durante esta intervenção pedagógica.

## Capítulo 3

Nesta seção apresentaremos os conteúdos relacionados à disciplina de Física (Eletricidade e Eletrostática), que foram desenvolvidos durante a intervenção pedagógica, seguindo a sequência de conteúdos apresentada, procurando sempre apresentar conceitos mais gerais e menos inclusivos até os mais sofisticados e discriminados. Os conteúdos elegidos são próprios da terceira série do ensino médio, considerando uma divisão clássica dos livros didáticos. Como professor/pesquisador, fui designado na minha unidade de ensino, para lecionar na terceira série do ensino médio e, por tanto, por uma particularidade do centro educativo, a intervenção necessitou ser compatível para a realidade do currículo da escola. Serão também apresentadas algumas das estratégias de contextualização utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, que foram apresentadas com mais detalhes no Capítulo 4, assim como as estratégias de gamificação do conteúdo que também foram melhor detalhadas no capítulo de Método da Pesquisa.

### Eletricidade e Eletrostática

O ensino de ciências, tem adotado uma abordagem de organização e seleção dos conteúdos ministrados em sala de aula que contribuem com a promoção do ensino propedêutico e que se revela pouco conectado com a realidade do mundo contemporâneo (WATANABE; KAWAMURA, 2017).

Como orienta a BNCC, a elaboração dos currículos funda-se a partir de três unidades temáticas ao longo da educação básica, desde o ensino fundamental até o ensino médio, contemplando as aprendizagens essenciais a ser asseguradas em todas as redes de ensino. A unidade temática ‘Matéria e Energia’ contempla o estudo dos “materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral”, sob a perspectiva de promover o conhecimento sobre a natureza da matéria e as diferentes aplicações da energia (BRASIL, 2018, p.325).

Entretanto, estruturar e organizar sequências de ensino que levem os estudantes a questionamentos, não é uma tarefa trivial, contudo, ao estabelecer parâmetros norteadores, pode-se criar um projeto com significado e importância para os alunos (PIETROCOLA et al., 2010a). Deste modo, e em acordo com Spohr, Garcia e Santarosa (2017), a fim de proporcionar um processo de ensino-aprendizagem atraente é preciso contextualizar os conhecimentos considerando o cotidiano vivenciado.

Pensando nisso, procurou-se sempre relacionar os objetos de conhecimento apresentados durante a intervenção pedagógica com questões-problema relacionados ao cotidiano do aluno, a partir de aulas temáticas. Contudo, organizadas de maneira linear de acordo com Watanabe e Kawamura (2017), mas procurando promover a aprendizagem significativa como parâmetro central, conforme Pietrocola *et al.* (2010a).

Os conteúdos foram organizados em vista de promover maiores generalizações de ideias e conceitos à medida que se introduz mais detalhes e especificidades. Ao mesmo tempo, as unidades temáticas procuram evidenciar similaridades e discrepâncias reais ou aparentes entre os conceitos apresentados (SPOHR; GARCIA; SANTAROSA, 2017). Objetivando, assim, atender a primeira condição para ocorrência de aprendizagem significativa que é a organização dos materiais de aprendizagem de acordo com os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, sempre tomando os conhecimentos subsunçores dos estudantes como essenciais norteadores do processo, conforme Ausubel (2003) e Moreira (2011a).

### **3.1 Eletricidade e o Cotidiano**

Há mais ou menos um século tínhamos somente poucas lâmpadas elétricas em uso, enquanto hoje somos extremamente dependentes delas em nossa vida diária (TIPLER; MOSCA, 2012). A eletricidade está envolvida em basicamente todas as atividades que realizamos, nas lâmpadas que iluminam os ambientes escolares e de trabalho, nos aparelhos elétricos e eletrônicos que utilizamos para entretenimento, como ferramentas de trabalho ou outros variados fins, destacando-se como um dos maiores avanços tecnológicos já produzidos pelo homem. Desde o fim do século XIX, os avanços tecnológicos não param de crescer nesta área, que se observa no expoente crescimento de dispositivos elétricos e eletrônicos produzidos a cada dia (PIETROCOLA *et al.*, 2010a).

Estes aparelhos que nos cercam, só foram desenvolvidos a partir dos conhecimentos da Física do eletromagnetismo, ou a combinação dos fenômenos elétricos e magnéticos que observamos em seus funcionamentos. Estes fenômenos não se revelam apenas na aplicação tecnológica, mas evidenciam os fenômenos naturais como a coesão dos átomos, a existência dos relâmpagos, das auroras e do arco-íris (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007c). É preciso, portanto, contextualizar esse conhecimento na vivência dos alunos.

Ao confrontar um estudante sobre o que é preciso para manter um equipamento elétrico ou eletrônico ligado, ele provavelmente responderá que é necessária ‘energia’, como ocorreu no primeiro contato dos estudantes desta pesquisa ao serem questionados em um momento de investigação de subsunçores. Muitos destes estudantes não serão capazes de perceber a enorme generalização que esta resposta carrega, envolvendo assim diversos tipos de energia disponíveis na natureza, como também alguns não saberão justificar ao certo a utilização do termo. Referindo-se a esta dificuldade dos estudantes na discriminação dos conceitos de eletricidade e energia, Millrath e Santos (2014, p.2-3) ressaltam que:

“Normalmente eles não conseguem desprender o termo energia de eletricidade, o que dificulta a compreensão da energia como um todo. Quando se fala em energia química ou energia celular, parece ser um conceito distinto e não conseguem relacioná-las entre si e com as demais formas de energia. Também existe uma dificuldade em perceber que a energia está relacionada a trabalho, que ao comermos estamos adquirindo energia e quando corremos estamos transformando esta energia [...]”.

Compreendendo a necessidade de generalização do tema evidenciado por meio do questionário de externalização de subsunçores aplicados com os estudantes, partimos então da definição e classificação dos tipos de energia disponíveis na natureza, bem como suas principais fontes e transformações. A contextualização inicial deste tópico, pode ser feita por meio da exibição de um vídeo do *Youtube*, que demonstra a utilização da energia elétrica em vários dispositivos domésticos elétricos e eletrônicos, bem como contextualiza as transformações que ocorrem nos diversos tipos de energia.

De acordo com Hansen *et al.* (2020, p.122), “a definição do termo energia possui caráter universal e transdisciplinar, abrangendo diversas áreas do conhecimento, tais como Biologia, Química e Física”. Essa diversidade de definições, produz uma “pluriconceitualidade”, não havendo uma única definição para o conceito de energia (HANSEN *et al.*, 2020, p.122).

No contexto escolar, e nos livros didáticos como em Doca, Biscuola e Bôas (2016, p.180), Kazuhito e Fuke (2016, p. 202), Filho e Silva (2016, p.184), Torres *et al.* (2016), Pietrocola *et al.* (2010b), Halliday, Resnick e Walker (2007a) a energia tem um conceito amplo e adaptativo, os autores ressaltam a difícil tarefa de atribuir um conceito único a ela e a importância de introduzir gradualmente esse conceito a partir da vivência do leitor. De acordo com Hansen (2020), na Física, geralmente o conceito está relacionado a capacidade de um sistema físico em realizar trabalho, o que também se percebe nos livros

didáticos supramencionados, e que muitas vezes podem causar confusão, se não forem evidenciados os processos de conservação e transformação que a energia sofre. Podemos então associar a energia à capacidade de executar trabalho, contudo deve-se evidenciar também a sua conservação em processos em que ela se transforma de uma forma em outra.

De acordo com Pietrocola et al. (2010b) a partir do fenômeno observado, podemos classificar a energia em variados tipos. Uma das tarefas da física é classificar essas formas de energia no universo, especialmente aquelas que são de interesse social (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007a). Na abordagem adotada na intervenção pedagógica, não utilizamos o formalismo matemático necessário para a compreensão dos manifestados tipos de energia, conforme será exposto a seguir. Mas utilizou-se dos conceitos básicos que as definem, e de maneiras intuitivas de associá-las com fenômenos cotidianos, ao mesmo tempo que se evidenciou a possibilidade de transformação de um dado tipo de energia em outro.

A energia mecânica, por exemplo, está associada no cotidiano a fenômenos como o movimento dos corpos, à interação gravitacional e à compressão de materiais flexíveis. Desta maneira pode ser classificada em três subtipos que são as energias: cinética, potencial gravitacional e potencial elástica.

A energia cinética está associada ao estado de movimento de um corpo e a sua velocidade, como ilustrado na Figura 16. Quanto mais rápido um corpo se movimenta, maior é a sua energia cinética associada. Quando um corpo está em repouso, sua velocidade é nula e, portanto, sua energia cinética também é nula (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007a).

**Figura 16** – Energia cinética em um carrinho de uma montanha russa em movimento.



**Fonte:** Depositphotos – Repositório virtual de imagens, (2014).

Para objetos de massa  $m$ , não relativísticos, ou seja, que possuem velocidade  $v$  muito menores que a da luz, escrevemos a energia cinética como:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

Por outro lado, a energia potencial gravitacional está associada à distância de separação entre dois corpos que se atraem mutuamente por meio da força gravitacional (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007a). Em eventos que ocorrem no planeta Terra, geralmente associamos a energia potencial gravitacional à altura que determinado corpo se encontra em relação a sua superfície, como por exemplo a elevação da coluna de água do reservatório da usina hidroelétrica de Furnas em Minas Gerais, Figura 17.

**Figura 17** – Energia potencial gravitacional da coluna de água da Usina de Furnas.



**Fonte:** AC Júnior (2022).

Considerando uma partícula com massa  $m$  em movimento vertical (ao longo do eixo  $y$ ) próxima a Terra, sabemos que a força gravitacional atua realizando trabalho na mesma direção deste movimento (considera-se o sentido positivo para cima). Se quisermos calcular a variação de energia potencial gravitacional que ocorre quando esta partícula se desloca de uma posição  $h_i$  a  $h_f$  é preciso integrar o trabalho realizado pela força gravitacional ( $mg$ ) ao deslocar a partícula de uma posição inicial a uma posição final ao longo do eixo  $y$ . Podemos escrever então:

$$E_p = - \int_{h_i}^{h_f} (-mg) dh = mg \int_{h_i}^{h_f} dh = mg [h]_{h_i}^{h_f} \quad (2)$$

Em que podemos reescrever:

$$E_p = mg(h_f - h_i) = mg\Delta h \quad (3)$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2007a), na Física, quando se trata de qualquer tipo de energia, só faz sentido falarmos da variação dela. Contudo, assumindo um sistema que possui uma referência (a altura zero a nível do solo, por exemplo), da eq.2 percebemos que para um conjunto partícula-Terra a energia potencial gravitacional depende apenas da posição vertical em que esta partícula dista do ponto de referência. Assim podemos escrever:

$$E_p = mgh \quad (4)$$

A energia potencial elástica está associada a deformação, compressão e estiramento de materiais flexíveis, como é o caso de um arco que ao ser tracionado, conforme Figura 18, realiza trabalho armazenando energia potencial elástica.

**Figura 18** – Energia potencial elástica em um arco.



Fonte: Depositphotos – Repositório virtual de imagens, (2014).

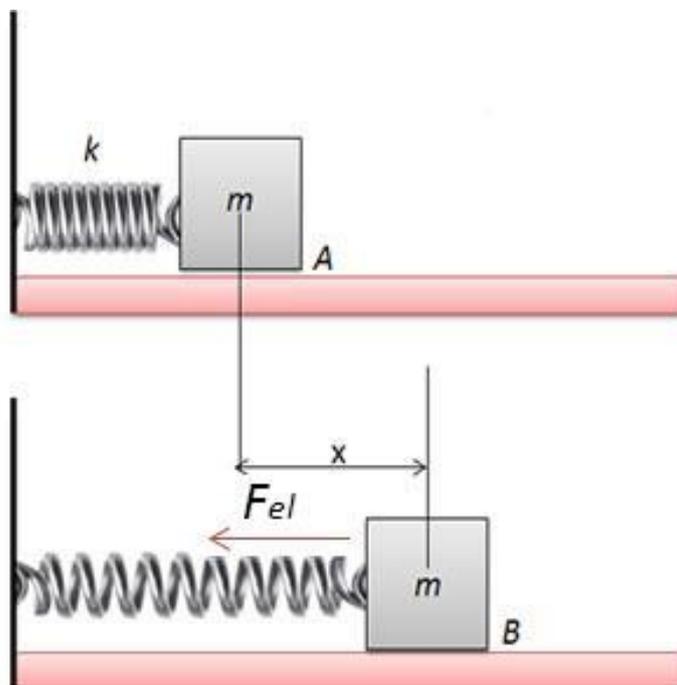
O mesmo princípio de deformação é utilizado pelos atletas do salto com varas, em que a envergadura da vara determina a quantidade de energia elástica necessária para completar o salto. Assim também acontece nas molas, que ao serem tracionadas ou comprimidas armazenam energia potencial elástica.

Todas essas situações reúnem uma característica comum, que é o coeficiente de elasticidade dos materiais flexíveis. Nas molas chamado de constante elástica da mola,

este depende do material e características construtivas do material que compõe o corpo flexível.

Observando a Figura 19, percebemos que uma massa  $m$  está conectada a uma mola com constante elástica  $k$ . A mola se encontra em equilíbrio em torno de uma posição que podemos definir como o zero.

**Figura 19** – Sistema massa-mola.



Fonte: Brasil Escola (2022).

Ao ser deformada de sua posição  $x_i$  até  $x_f$ , uma força elástica igual a  $-kx$  realiza trabalho negativo, ao se restaurar a mola realiza trabalho positivo. Esta variação da energia potencial elástica pode ser escrita, como a integração da força que realiza trabalho, a força elástica  $-kx$ , nos limites de integração de  $x_i$  a  $x_f$ . Conforme Equação 5 a seguir:

$$E_{pel} = - \int_{x_i}^{x_f} (-kx) dx = k \int_{x_i}^{x_f} x dx = \frac{1}{2} k [x^2]_{x_i}^{x_f} \quad (5)$$

Análogo a equação (3), podemos deduzir da equação 5:

$$E_{pel} = \frac{1}{2} kx_f^2 - \frac{1}{2} kx_i^2 \quad (6)$$

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2007a), para que possamos associar um valor de energia potencial elástica a uma determinada posição  $x$ , devemos estabelecer uma referência como sendo a posição de repouso da massa  $m$  na posição  $x_i = 0$ . A partir dessa convenção, podemos calcular a energia potencial elástica com:

$$E_{pel}(x) = \frac{1}{2}kx^2 \quad (7)$$

Um outro tipo de energia, a Energia Térmica ou Energia Interna, busca expressar a maneira como os aspectos internos de um corpo, as energias cinéticas de rotação, cinéticas de translação e vibração das partículas que o compõe, se relacionam (PIETROCOLA et al, 2010b). Segundo os autores, a temperatura é uma maneira indireta de indicar o estado de excitação de um corpo, assim, esta grandeza está sempre associada a energia interna de um corpo (PIETROCOLA et al, 2010b).

A Energia térmica está associada a quantidade de calor disponível em um processo e o trabalho realizado. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2007b), quando um sistema muda de um estado inicial para um estado final, o trabalho  $W$  e o calor  $Q$  dependem da natureza do processo de transformação (isotérmico, isobárico, isovolumétrico ou adiabático). Contudo, a grandeza representada por  $Q-W$  é sempre a mesma em todos os processos e chamamos essa propriedade de Energia Interna. Para um processo que se encontra em um estado inicial  $i$  e passa para um esta final  $f$ , podemos escrever:

$$\Delta E_{int} = \Delta Q - \Delta W \quad (8)$$

Já a energia luminosa está associada com o transporte de energia por meio das radiações eletromagnéticas como as ondas de rádio, o infravermelho e o ultravioleta. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2016), a fundamental contribuição de James Clerk Maxwell foi demonstrar que um raio luminoso, uma destas radiações supramencionadas, é a propagação simultânea de campos elétricos e magnéticos, ou seja, também é uma onda eletromagnética. A luz do espectro visível, a luz ultravioleta e o

infravermelho eram, até meados do século XIX, as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas.

Heinrich Hertz, confirmou experimentalmente que as ondas de rádio possuíam a mesma velocidade de propagação das ondas de luz visível (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016a). Em 1887 Heinrich Hertz “observou que uma descarga elétrica entre dois eletrodos é facilitada quando a radiação ultravioleta incide em um deles, fazendo com que elétrons sejam emitidos da sua superfície”, Cavalcante e Tavolaro (2001, p.308), mas a física estabelecida até então não explicava como era possível que ondas pudessem arrancar elétrons de metais (CAVALCANTE; TAVOLARO, 2001).

O formalismo matemático que estrutura o eletromagnetismo teve muitas contribuições de grandes cientistas, que no século XIX contribuíram mutuamente para o desenvolvimento desta área de interesse, como Hans Christian Oersted (1771-1851), André-Marie Ampère (1775-1836), Michael Faraday (1791-1867), Heinrich Hertz (1857 - 1894), Heinrich Lenz (1804-1865), um trabalho que foi chancelado por James Clerk Maxwell (1831-1879), ao reunir todas essas contribuições nas reconhecidas equações de Maxwell para o eletromagnetismo.

No final do século XIX pairava sobre a comunidade científica internacional um problema chamado radiação do corpo negro. A idealização do corpo negro foi proposta por Kirchhoff em 1860, e a ideia projetava um objeto que ao ser exposto a luz visível este absorveria por completo, e não refletiria nada, esse objeto seria então perfeitamente preto (MOZENA, 2003). Analogamente, a noção de corpo negro é que este absorve não somente luz visível, mas qualquer radiação do espectro eletromagnético que incide sobre ele, sem refleti-la ou transmiti-la (MOZENA, 2003; PIZA, 2003).

Em uma tentativa de resolução, por meio de uma física não clássica<sup>9</sup>, para o paradoxo provocado por essa idealização do corpo negro, em que, segundo Parada (2019), um corpo com temperatura maior que zero emitiria energia infinita, fenômeno conhecido como catástrofe do ultravioleta, foi que no início do século XX, o cientista alemão Max Planck propôs com sucesso no meio científico, sua hipótese da energia quantizada, que dizia que na natureza a energia é emitida e absorvida em quantidades discretas ou do latim, *quanta* (PIZA, 2003).

---

<sup>9</sup> Segundo Ostermann e Moreira (2000) a física clássica compreende o período iniciado pela síntese newtoniana até o final do século XIX, e a física não clássica, ou Física Moderna, até o final da década de 1940, e por fim, a Física Contemporânea que compreende o período de 1940 até os dias atuais.

Então, amparado na nova física proposta por Plank em 1900, foi que em 1905, o também alemão Albert Einstein propôs que a radiação eletromagnética (luz) é quantizada. Hoje a quantidade elementar de luz recebe o nome de fóton (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016a). Deste modo, em seu trabalho, Einstein demonstrou que um fóton de luz de frequência ( $f$ ) tem a energia dada por:

$$E = hf \quad (9)$$

Na equação 9,  $h$  representa a constante de Plank, cujo valor é:

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

A menor quantidade de energia transportada por uma onda luminosa de frequência  $f$ , será sempre  $hf$ , que é a energia de um único fóton. Para ondas mais energéticas, estas devem ser múltiplos inteiros de  $hf$  (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016a).

A energia química, é encontrada nos alimentos e a transformamos em outros tipos, como cinética para nos movimentarmos, ou elétrica na comunicação do cérebro, sempre que nos alimentamos. Do mesmo modo, os automóveis transformam a energia dos combustíveis em energia cinética para se movimentarem, também encontramos energia química nas baterias e pilhas da maioria dos equipamentos eletrônicos, portanto, a energia química está presente na constituição da matéria (PIETROCOLA et al, 2010b). Assim, a geração de energia a partir de compostos químicos, permeia muitas áreas da vida humana, desde a alimentação ao transporte e o uso dos eletrônicos, tornando essa forma de energia essencial na sociedade moderna. Mas o que seria essa energia química e de onde ela vem?

Os compostos químicos são formados por átomos ligados uns aos outros, ou ligações químicas. Quando esses compostos sofrem uma reação química, com a quebra de ligações entre átomos, estes resultarão em produtos com formação de novas ligações químicas (MOTA; ROSENBACH; PINTO, 2010).

A energia contida nessas ligações, é conhecida, de acordo com Kotz e Treichel (1995) e Brady (1990, p. 171) apud Oliveira e Santos (1998), como energia potencial química, que as substâncias possuem devido as atrações e repulsões das partículas subatômicas e que podem ser modificadas por meio das reações químicas.

De acordo com Mota, Rosenbach e Pinto (2010) é importante ressaltar que quando falamos de energia química nos referimos essencialmente a energia presente nessas ligações químicas dos elementos. Contudo, Oliveira e Santos (1998, p.3), propõem que o termo “energias envolvidas nos processos químicos” seja mais vantajoso, pois permite a utilização dos conceitos de energia potencial, eletrostática e cinética sem se valer de um termo que os reúna, como energia química.

Neste mundo microscópico, os objetos são constituídos de um número finito de átomos que são caracterizados pela sua carga elétrica de seu núcleo (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005). No início do século XX a estrutura do átomo era pouco conhecida. Em 1897 J. J. Thomson tinha descoberto o elétron, à época os físicos já sabiam da natureza eletricamente neutra dos átomos, e, portanto, da existência de cargas positivas que não eram bem conhecidas. Foi Ernest Rutherford que sugeriu, em 1911, que o átomo seria uma estrutura com um núcleo positivo central em que se concentrava a maior parte de sua massa (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016a).

Há 92 átomos ditos naturais. Cada um desses elementos pode conter diferentes quantidades de nêutrons, denominados assim de isótopos. Algumas combinações de nêutrons e prótons no núcleo do átomo produzem uma configuração estável no mesmo, entretanto para outras configurações instáveis, denominados de isótopos radioativos, haverá emissão de energia na forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas para que o átomo volte a sua estabilidade (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Essa energia pode ser adquirida por meio de dois processos, o decaimento radioativo, e a fissão nuclear. No decaimento, o núcleo atômico se transforma em um núcleo de outro elemento ao ter sua carga elétrica modificada devido a emissão de radiação. O decaimento pode ocorrer de maneira sucessiva até que ocorra a estabilização. A desintegração do núcleo do átomo pode ocorrer de maneira natural ou provocada artificialmente pelo bombardeio de partículas ou radiação eletromagnética, a este último caso nomeamos de fissão nuclear (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

A energia elétrica está diretamente relacionada com a estrutura atômica e com uma propriedade intrínseca da matéria, a Carga Elétrica (ZANON, 2020). As primeiras observações de manifestação dos fenômenos elétricos datam de estudos dos filósofos gregos antigos, que constataram que quando se atritava uma resina vegetal fossilizada, chamada âmbar, contra pedacinhos de palha, esta era então atraída (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b; ZANON, 2020). O termo ‘elétrico’ que utilizamos nos

dias atuais, deriva da palavra grega que se refere ao âmbar “*elektron*” (TIPLER; MOSCA, 2009, p.27).

A partir dos gregos, o estudo sobre a eletricidade e o magnetismo seguiram evoluindo de maneira independente e houve um longo percurso desde os gregos até as aplicações práticas da eletricidade. Em 1820, o cientista dinamarquês Hans Christian Oersted, observou a interferência de um campo magnético na direção de uma bússola posicionada sob um fio condutor por onde passava corrente elétrica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b).

Michael Faraday e Joseph Henry, em 1831, descobriram simultaneamente e de maneira independente que a corrente elétrica poderia ser produzida a partir do movimento de um ímã através de uma bobina, descoberta essa, que levaria à produção de energia elétrica em larga escala (AZEVEDO, 2021). Este tipo de energia corresponde ao mais utilizado nos processos produtivos (BORGES et al., 2020). E é devido a isso, que se faz necessário tornar possível uma melhor compreensão sobre sua origem, seus meios de transformação e transmissão.

Deste modo, esta seção busca fundamentar o conceito geral de energia, ao mesmo tempo que faz uma apresentação dos diversos tipos de manifestação desta na natureza, o assunto aqui tratado, foi repassado de maneira mais simples para os estudantes do ensino médio, seguindo o devido rigor necessário. Realizar essa diferenciação no início do estudo sobre a eletricidade permite ao estudante compreender que os conceitos de Energia e de Energia Elétrica são superordenados e diferentes entre si, enquanto o primeiro é mais genérico, o outro é mais específico.

### **3.2 Carga Elétrica, Teorias Atômicas e Processos de Eletrização**

Quando iniciamos o tópico de estudo sobre a carga elétrica, adentramos em um mundo minúsculo onde ocorrem os fenômenos eletromagnéticos, que se configura, devido sua abstração, como um dos tópicos mais difíceis no ensino de Física (LOPEZ; SILVA, 2015). As quantidades com as quais lidamos são da ordem dos trilhões, as quais muitas vezes não fazem parte do imaginário estudantil, acrescentando uma dificuldade no aprendizado dos discentes.

Por não possuírem subsunçores adequados para confrontar essa nova aprendizagem de fenômenos abstratos, a hipótese é que esses conhecimentos precisam ser construídos. Moreira (2011a, p.28) afirma que os primeiros subsunçores podem ser

construídos por meio de processos de “inferência, abstração discriminação, descobrimento, representação”, envolvidos em encontros sucessivos com os objetos, eventos ou conceitos.

Deste modo, procurando reduzir estas lacunas e buscando dar suporte aos conteúdos que pretendemos ensinar, podemos utilizar os organizadores prévios de aprendizagem, materiais de nível introdutório e genéricos com pretensão de fazer essa ponte entre o que o estudante sabe e o que ele deve saber ao final do processo de aprendizagem (MOREIRA, 2011a). Nesta intervenção optamos por utilizar um vídeo do Youtube, que estimula a reflexão sobre o tamanho diminuto do átomo e das partículas que possuem carga elétrica.

Como mencionado na seção anterior, vimos que os estudos sobre a eletricidade surgiram com os gregos antigos, quando observaram que ao atritar âmbar em pele de animais, este começava a atrair objetos leves como palha e fragmentos pequenos de madeira (ZANON, 2020). Estava demonstrado, portanto, as primeiras manipulações do processo de eletrização dos materiais por meio do atrito.

Mais tarde, em 1730, o físico inglês Stephen Gray demonstraria que a eletrização dos materiais poderia ocorrer por meio do contato entre dois corpos, estando ao menos um deles eletrizado. Era a demonstração do processo de eletrização por contato, que permitiu a Gray observar a existência de materiais que conduzem eletricidade com maior ou menor eficiência, e que podem ser classificados, respectivamente, em dois grandes grupos, os condutores e os isolantes (ZANON, 2020).

Desde os gregos até metade do século XVIII vários questionamentos careciam de respostas, entre eles a explicação do funcionamento dos processos de atração e repulsão que ocorriam entre corpos eletrizados e neutros. Charles Dufay, cientista francês, teve papel central na solução deste problema ao notar que havia dois tipos de materiais que apresentavam comportamentos distintos, aqueles assemelhados à resina e aqueles que se comportavam como o vidro. Dufay então propôs a hipótese de que existia dois tipos de eletricidade, a vítrea e a resinosa (SILVA; PIMENTEL, 2006).

O processo realizado pelos gregos e os estudos de Dufay, mais tarde foram corroborados e aprofundados por Benjamin Franklin. Ao atritar um bastão de ebonite (borracha galvanizada), com um pedaço de pele e suspendendo o bastão por um barbante permitindo que ele gire livremente, Franklin observou que ao aproximar um outro bastão com as mesmas características, os bastões se repeliam mutuamente. As mesmas

conclusões foram observadas para bastões de vidro atritados contra tecidos de seda. Contudo, se um bastão de vidro for atritado com um tecido de seda, e este for aproximado de um bastão suspenso de ebonite atritado contra pele, observamos que os bastões se atraem mutuamente (TIPLER; MOSCA, 2009).

Repetindo o experimento com diversos materiais, percebe-se que os objetos podem ser classificados em apenas dois grupos distintos, aqueles que se atraem mutuamente, e aqueles que se repelem mutuamente. Benjamin Franklin, então, propôs um modelo para explicar essas observações, no qual os objetos possuem uma certa quantidade de eletricidade que pode ser transferida de um objeto para outro quando atritados entre si. Na concepção de Franklin, um objeto teria uma quantidade excessiva de cargas enquanto o outro teria carência delas, sendo o excesso igual à carência de cargas. Benjamin descreveu a carga resultante como ‘positiva’ (+) atribuída ao tipo de carga resultante do processo de atrito do bastão de vidro com o tecido de seda, esta última ficando ‘negativa’ (-) (TIPLER; MOSCA, 2009).

Foram, entretanto, os estudos sobre a natureza dos raios e sua invenção do para-raios que tornaram Franklin reconhecido para além da América, no continente europeu (SILVA; PIMENTEL, 2006). Antes mesmo do famoso experimento da pipa de 1752, Benjamin Franklin já mencionava em escritos que as descargas elétricas que ocorriam por indução entre nuvens e entre as nuvens e o solo eram de origem elétrica. Mesmo sem mencionar o termo indução, ele afirmava que o fluido elétrico era transmitido ao vapor de água, quando esta era eletrizada, e flutuavam no ar na forma de nuvens e que essa nuvem ao perder suas partículas eletrizadas, comunicavam estas para uma nuvem próxima, ocorrendo, portanto, a transferência de carga (SILVA; PIMENTEL, 2006). Indiretamente era a representação da eletrização por acúmulo de carga, ou indução.

Até então, a eletricidade era entendida como um fluido que poderia ser transmitido de um corpo para o outro por meio dos processos conhecidos de eletrização, relatados desde os filósofos gregos antigos até Franklin. Contudo, para entender melhor os fenômenos elétricos precisamos mergulhar no interior da matéria, nesse mundo diminuto, a fim de compreender a estrutura da matéria.

Desde a Grécia antiga, acreditava-se que a matéria poderia ser dividida sucessivas vezes em partes cada vez menores até que não fosse mais possível dividi-la, essa instância de indivisibilidade era nomeada de elemento fundamental, ou átomo (PIETROCOLA et al., 2010a). Estas ideias propostas por Leucipo, remetem ao início da era atomista, e

posteriormente foram desenvolvidas pelo seu discípulo Demócrito (SILVA; CARVALHO; PHILIPPSEN, 2022). Embora o átomo tenha sido tratado por muito tempo como partícula indivisível, o desenvolvimento de pesquisas científicas, sobretudo aquelas relacionadas ao campo da eletricidade, foram de encontro a indivisibilidade proposta por Leucipo e Demócrito, e demonstram que o átomo é composto por outras partículas (PIETROCOLA et al., 2010a).

Segundo Müller (2022), uma das primeiras teorias atômicas concordavam com as ideias de Leucipo e Demócrito, e foi proposta por John Dalton entre 1803 e 1808. Para Dalton, Atkins, Jones e Laverman (2018), a matéria seria constituída por átomos que seriam, então, como esferas, como bolas de bilhar – maciças, esféricas e indivisíveis, conforme Figura 20.

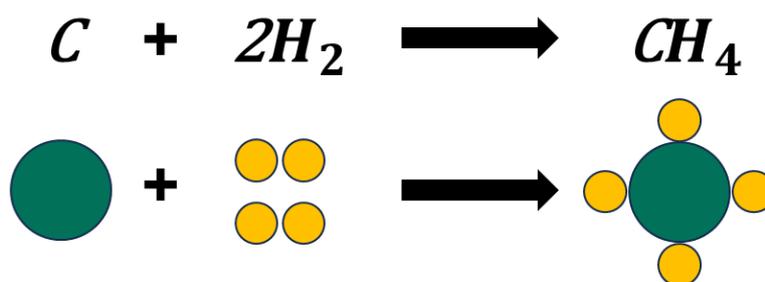
**Figura 20** – Modelo “bola de bilhar” do átomo de Dalton.



**Fonte:** Elaborada pelo autor .

De acordo com Silva, Carvalho e Philippsen (2022), Dalton propôs 4 postulados, o primeiro explica que cada elemento é composto por partículas diminutas chamadas átomos, o segundo discorre sobre a massa e propriedades específicas que átomos de uma mesma espécie possuem em comum, o terceiro aborda as propriedades conservativas em que os átomos não podem ser destruídos nem criados, e por fim, o quarto postulando explicita que os compostos químicos seriam formados pela junção de átomos de diferentes elementos, conforme ilustrado na Figura 21 seguinte (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005; ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

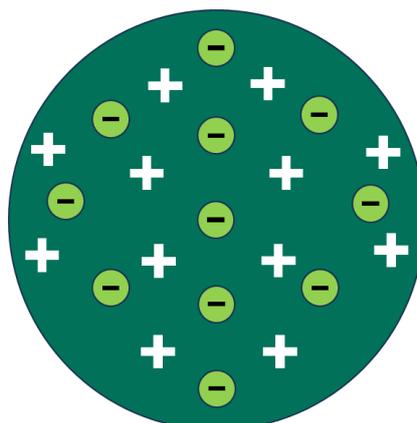
**Figura 21** – Representação de Dalton para formação de compostos químicos.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Posteriormente, em 1897, Joseph John Thomson ao realizar experimentos com raios catódicos demonstrou, em contraposição ao modelo proposto por Dalton, a presença de uma estrutura interna nos átomos, descobrindo, portanto, partículas ainda menores e que mais tarde seriam nomeadas de elétrons, que são partículas de ínfima massa e com carga elétrica negativa (MÜLLER, 2022). Neste modelo, os elétrons estariam distribuídos no interior de uma contínua distribuição esférica de carga positiva (EISBERG; RESNICK, 1979; LOPES; MARTINS, 2009; PARENTE; SANTOS; TORT, 2013). Segundo Silva, Carvalho e Philippsen (2022), o modelo de Thomson foi amplamente difundido em livros didáticos como o modelo ‘pudim de passas’, conforme a Figura 22.

**Figura 22** – Modelo “pudim de passas” proposto nos livros didáticos.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

No entanto, conforme Lopes e Martins (2009) esta analogia não é correspondente com a ideia de Thomson pois considera os elétrons estáticos, enquanto na proposição original do modelo, estes descreveriam órbitas coplanares à esfera carregada positivamente. De acordo com Müller (2022), somente em 1898 Thomson percebeu que o átomo é eletricamente neutro e para isso precisaria conter uma carga positiva capaz de neutralizar a carga negativa, desde modo, propôs um novo modelo atômico viscoso com

carga positiva, sobre a qual os elétrons estão aglutinados (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

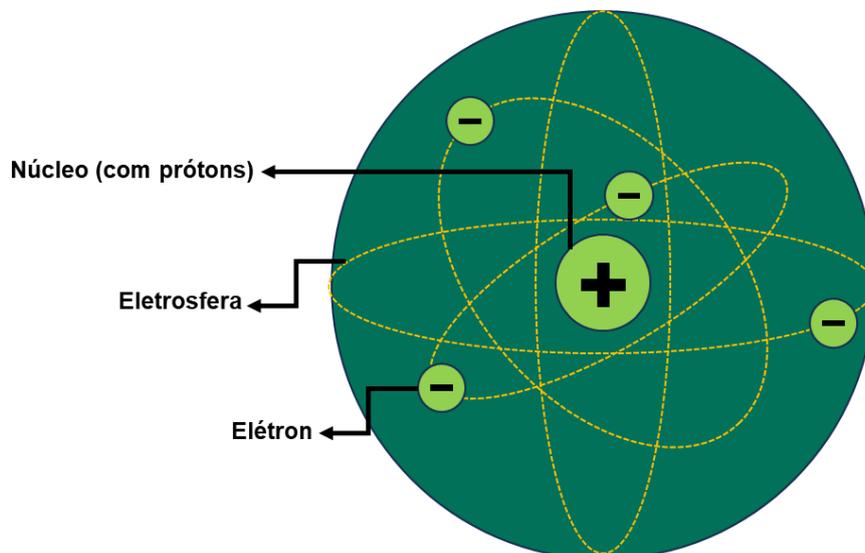
Segundo Lopes (2009, p.35), o modelo de Thomson “não discutia sobre os constituintes positivos do átomo” e como dito anteriormente “suponha que os corpúsculos ligados circulavam em anéis coplanares dentro de uma esfera uniformemente positiva”, estes corpúsculos se referem aos elétrons e embora o modelo de Thomson se refira à parte positiva do átomo, não houve aprofundamento sobre sua composição. Então, em 1908, ao realizar experimentos utilizando a emissão de partículas alfa, que são partículas de carga positiva emitidas por átomos radioativos como o polônio, Ernest Rutherford e dois de seus estudantes observaram um comportamento muito particular (MÜLLER, 2022).

Em seu estudo, Rutherford verificou que a maior parte das partículas alfa lançadas contra uma fina folha de ouro a atravessavam e sofriam eventualmente um desvio bem pequeno (MÜLLER, 2022). As observações eram feitas por meio de uma tela fluorescente utilizada para identificação das partículas (PIETROCOLA et al., 2010a). Contudo, para surpresa do cientista, 1 em cada 20.000 emissões sofriam um desvio superior a 90° e algumas poucas partículas eram ricocheteadas em direção à posição de lançamento (MÜLLER, 2022).

As observações iam de encontro às previsões para as trajetórias das partículas, de acordo com os modelos atômicos correntes de Thomson e também de Nagaoka. Para o modelo de Thomson, esperava-se que as partículas alfas atravessassem a folha de ouro quase sem desvios e de acordo com o modelo de Nagaoka os desvios deveriam ser mais frequentes (PIETROCOLA et al. 2010a). Ainda dessas observações e de medidas quantitativas, Rutherford pode estimar o diâmetro do átomo da ordem de  $10^{-10}$  e o seu núcleo da ordem de  $10^{-14}$ , ou seja, o núcleo seria aproximadamente 100 mil vezes menor que o tamanho do átomo. Refletindo sobre os resultados obtidos em seu experimento, Rutherford concluiu que só seria possível as partículas alfas ricochetear em direção a posição de lançamento, se a maior parte da massa do átomo estivesse localizada em um único núcleo pequeno, e propôs a ideia de um átomo com a carga positiva e massa concentrada em uma região central do átomo (PIETROCOLA et al., 2010a). Surgia, assim, um novo modelo atômico descrito com uma região central, pequena e densa de carga positiva, chamada de núcleo, e envolvido por um volume muito grande de espaço praticamente vazio que continha os elétrons (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018). A

Figura 23 mostra uma representação do ‘modelo planetário’ como ficou conhecido o modelo de Rutherford.

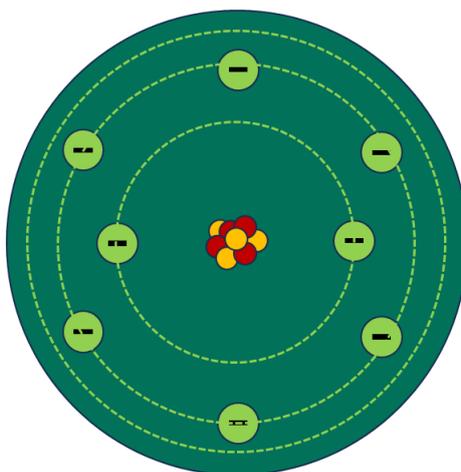
**Figura 23** – Modelo atômico planetário de Rutherford.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Finalmente em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr, utilizou a estrutura do modelo planetário de Rutherford e incluiu algumas ideias propostas por Max Plank sobre a quantização de energia para discutir a instabilidade das órbitas do modelo de Rutherford e também o processo de emissão e absorção de radiação pela matéria (PIETROCOLA et al., 2010a; SILVA; CARVALHO; PHILIPPSEN, 2022). A Figura 24 mostra uma representação do modelo atômico de Bohr organizando a eletrosfera em camadas de energia.

**Figura 24** – Modelo atômico de Bohr.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

De acordo com Pietrocola et al. (2010a) e Brown *et al.* (2016), Bohr tomou como base de estudo o problema do espectro descontínuo de emissão do átomo de hidrogênio e fundamenta seu modelo de acordo com seguintes postulados:

I - Os elétrons giram em torno do núcleo devido a força de atração elétrica obedecendo as leis da mecânica clássica e descrevem órbitas circulares;

II - Um átomo se move em um número limitado de órbitas, denominadas níveis ou camadas de energia, cujo momento angular é múltiplo inteiro da constante de Plank dividida por  $2\pi$ .

III - A energia do elétron, apesar deste estar acelerado, é constante, emitindo ou absorvendo radiações somente quando muda de um estado de energia permitido para outro, ou seja, quando há uma transição de subnível.

IV - Quando ocorre a transição de um nível de energia para outro, o elétron emite radiação eletromagnética cuja frequência é dada pela diferença de energia entre camadas que cada raio orbital define e a constante de Plank.

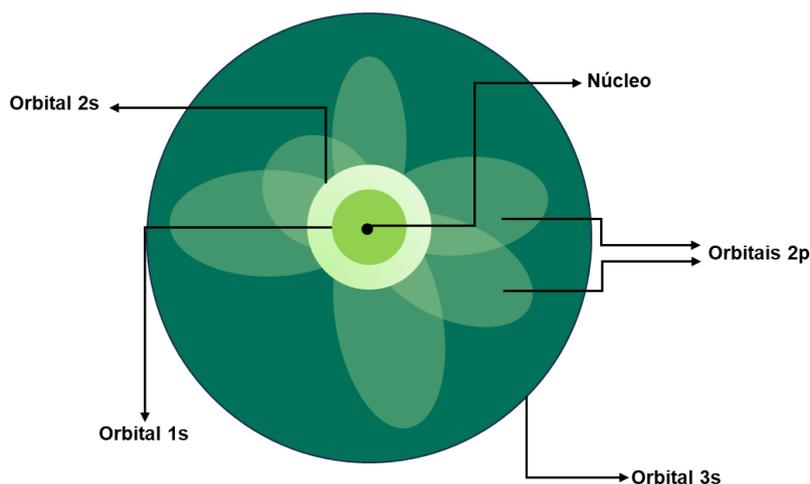
Toda teoria se aplicava ao átomo de hidrogênio, contudo quando Bohr e outros cientistas submetiam o modelo a outros átomos mais pesados, observavam inconsistências, entre elas o fato de que átomos com mesmo número de prótons e neutros possuem estabilidade, mas aqueles que possuem mais nêutrons ou prótons no núcleo possuem instabilidade, como consequência desta instabilidade o átomo emite partículas na forma de radiação alfa ou beta ou na forma de radiação gama (ARAUJO; ROBAINA, 2019). A radiação beta, em particular, é um tipo de decaimento que não pode ser explicado pelo modelo atômico de Bohr (ARAUJO; ROBAINA, 2019). Assim, deveria haver outros fatores que influenciavam a descrição dos átomos mais pesados. Apesar disso, o modelo de Bohr teve grande relevância porque introduziu os conceitos de quantização de energia ao estudo do átomo (PIETROCOLA *et al.* 2010a).

A existência do nêutron, que é uma partícula subatômica que não possui carga elétrica e localizada no núcleo atômico, foi proposta por James Chadwick. Deste modo, a partir de então o átomo passa a ser caracterizado por sua composição de três subpartículas, o elétron, o próton e o nêutron (BROWN *et al.*, 2016).

Por fim, a concepção atual de modelo atômico surgiu das ideias propostas pelos físicos Louis de Broglie, Erwin Schrödinger e Max Born. De Broglie propôs em sua tese de doutorado a ideia de dualidade onda-partícula também para a matéria e não somente para a luz, de modo que uma partícula, o elétron, também poderia ser descrita por uma

função de onda (EISBERG; RESNICK, 1979; PEREIRA *et al.*, 2017). A concepção contemporânea de átomo abandona o conceito de órbita utilizado até o modelo atômico de Bohr e passa a considerar o termo orbital para identificar regiões do espaço ao redor do núcleo atômico onde há maior probabilidade de se encontrar os elétrons, uma contribuição direta dos estudos de Schrödinger e Born (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005; PEREIRA *et al.*, 2017). A Figura 25 representa o modelo quântico proposto por Schrödinger.

**Figura 25** – modelo atômico quântico de Schrödinger.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A natureza elétrica da matéria é intrinsecamente ligada à sua composição fundamental, o átomo, e após essa contextualização histórica de evolução da ciência, percebe-se que a carga elétrica é uma propriedade inerente da matéria e não um fluido como se imaginava (ZANON, 2020).

Ao realizar este processo de apuração histórica, fornecemos aos estudantes um contexto de desenvolvimento da ciência, de como ela evolui às vezes a passos lentos, às vezes a passos largos e que seu processo é marcado pela experimentação e comprovação científica, por muita discussão no meio científico, por aperfeiçoamento e por contribuições à trabalhos anteriores desenvolvidos por terceiros. Do ponto de vista da TAS, esse momento serve de ancoradouro, conforme Moreira (2011a), aos conhecimentos subjacentes necessários à aprendizagem seguinte. É um espaço de familiarização com novas terminologias e principalmente, conceitos relevantes para o processo de aprendizagem.

### 3.3 Quantização, Quantidade e Conservação da Carga Elétrica

Ao abordar os conceitos de quantização é pertinente fazer uma rememoração de conceitos relevantes trabalhados em aulas anteriores e partir do conceito de constituição do átomo. Os átomos em seu estado natural são eletricamente neutros (TIPLER; MOSCA, 2009). Cada átomo possui um núcleo, bem pequeno e muito massivo, onde estão localizados os nêutrons e os prótons, que são subpartículas com carga elétrica neutra e positiva respectivamente (TIPLER; MOSCA, 2009). Na região denominada de eletrosfera, temos os elétrons, subpartículas com carga elétrica negativa, e que estão em mesma quantidade que os prótons, o que deixa o átomo no estado de estabilidade ou neutralidade elétrica mencionado anteriormente (TIPLER; MOSCA, 2009).

O elétron possui massa aproximadamente 2000 vezes menor que o prótons e suas cargas elétricas são iguais em magnitude. Em uma abordagem na sala de aula, uma pergunta que se pode fazer aos estudantes para introduzir o conceito de quantização da carga elétrica é: *Quanto é essa magnitude?* ou *Quão positivo é o próton e quão negativo é o elétron?* são perguntas pertinentes e que permitem uma reflexão do estudante sobre a necessidade de atribuir um valor numérico quantificável à grandeza física estudada, a carga elétrica.

A partir da Tabela 1 é possível estabelecer as comparações anteriormente mencionadas com relação a massa, e apresentar também de maneira comparativa, as quantidades de carga elétrica de cada partícula subatômica.

**Tabela 1** – Características das partículas subatômicas.

Partícula	Símbolo	Massa (kg)	Carga Elétrica (C)
Próton	p <sup>+</sup>	1,673 x 10 <sup>-27</sup>	+1,602 x 10 <sup>-19</sup>
Nêutron	n	1,675 x 10 <sup>-27</sup>	0
Elétron	e <sup>-</sup>	9,110 x 10 <sup>-31</sup>	-1,602 x 10 <sup>-19</sup>

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Como podemos depreender na Tabela 1, o próton e o elétron possuem a quantidade de carga elétrica que denominamos de *carga elementar*, ou *unidade fundamental de carga elétrica*, representada pela letra ‘e’ minúscula (TIPLER; MOSCA, 2009). Como mencionado na seção anterior, essa quantidade de carga elétrica é uma propriedade inerente da matéria assim como a massa e todas as outras quantidades de

carga elétrica observadas nos corpos, ocorrem em valores múltiplos inteiros desta unidade fundamental, por isso dizemos que a carga elétrica é *quantizada* (TIPLER; MOSCA, 2009).

Mas de onde veio essa quantidade? A descoberta rendeu o Nobel de Física de 1923 para o americano Robert Andrews Millikan, que deu início ao seu trabalho de buscar o valor elementar da carga elétrica em 1906. A pesquisa é objetiva, detalhada e comprovada por meios estatísticos e experimentais. Millikan estudou inicialmente o comportamento da viscosidade, da força de atração gravitacional e da força elétrica exercida sobre gotas de água eletricamente carregadas no interior de uma câmara fechada. Mas o cientista percebeu que a água evaporava no processo e posteriormente trocou a água por substâncias que não evaporavam, como o óleo (MACETI; LEVADA; LAUTENSCHLEGUER, 2011).

Millikan chegou ao valor da carga elétrica elementar medindo a interferência das forças de viscosidade, gravitacional e elétrica por meio de medidas diretas em 10.000 gotas de óleo dentro de uma câmara fechada. Ao aferir a carga elétrica presente em cada uma das gotas, pode estatisticamente deduzir que essas quantidades eram sempre múltiplas de um valor ( $e$ ), a carga elementar. O elevado número de medições foi escolhido com base no cálculo do desvio padrão que apontava, para este quantitativo, um erro aproximado de 1% (MACETI; LEVADA; LAUTENSCHLEGUER, 2011). Deste modo, introduziu-se no campo de investigação da eletricidade o conceito de quantização da carga elétrica.

Qualquer carga  $Q$  observável na natureza pode ser estabelecida por meio da Equação 10 seguinte:

$$Q = \pm Ne \quad (10)$$

Em que  $N$  é um número inteiro e  $e$  corresponde a carga elétrica elementar e vale  $1,6 \times 10^{-19}$  coulombs. Tipler e Mosca (2009) ressaltam que como geralmente os valores de  $N$  são muito grandes, a carga parece ser contínua, embora seja constituída de partículas discretas. Por exemplo, “ao atritar um bastão de plástico com um pedaço de pele pode-se transferir  $10^{10}$  ou mais elétrons para o bastão” (TIPLER; MOSCA, 2009, p.3).

Ao atritar objetos, como citado anteriormente, um objeto fica com excesso de elétrons enquanto o outro fica com carência. Como explicar aos estudantes que surgiram

elétrons em um corpo e desapareceram no outro, deixando-os eletrizados negativamente e positivamente, respectivamente só porque foram atritados um no outro? Para responder essa pergunta é importante que o conceito de *sistema* seja apresentado antecipadamente ao estudante antes de ilustrar o processo de *conservação da carga*.

Na Física, um sistema é considerado como conjunto de componentes que se comunicam e que podem ser considerados como uma unidade para determinado propósito. Este sistema é considerado separado de outros sistemas por meio de barreira físicas ou abstratas estabelecidas. Logo, quando elegemos dois objetos para serem atritados, estamos estabelecendo um sistema físico composto por aqueles materiais, como o bastão plástico e o lenço de pele mencionados no exemplo anterior.

Assim, quando consideramos o bastão plástico e o lenço de pele conjuntamente, assumimos que eles formam um sistema físico. Ao atritá-los, as cargas elétricas de um fluem para o outro corpo, então separadamente, um ganhou e o outro perdeu elétrons, mas conjuntamente, a quantidade de carga elétrica líquida é conservada. A lei de conservação da carga elétrica é uma das leis fundamentais da natureza e em certos tipos de interação<sup>10</sup> entre partículas<sup>11</sup> elementares e carregadas esta pode ser aniquilada ou criada (TIPLER; MOSCA, 2009).

O processo de aniquilação, por exemplo, ocorre quando um elétron de carga ( $e^-$ ) atinge sua antipartícula<sup>12</sup>, o pósitron de carga elétrica ( $e^+$ ), ocorre a conservação da carga elétrica, pois o produto gerado são dois raios gama (ondas eletromagnéticas de alta energia), cuja carga elétrica é nula (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b). O processo inverso da aniquilação é chamado de *produção de um par* em que a carga

---

<sup>10</sup> De acordo com Moreira (2004), existem quatro tipos de interações fundamentais na natureza: eletromagnética, gravitacional, forte e fraca, que são descritas por meio de campos de força, que na Física é um conceito fundamental, e intermediados por partículas mediadoras dessas interações correspondentes. Os fótons são as partículas intermediadoras das interações eletromagnéticas e o gráviton da interação gravitacional, por exemplo.

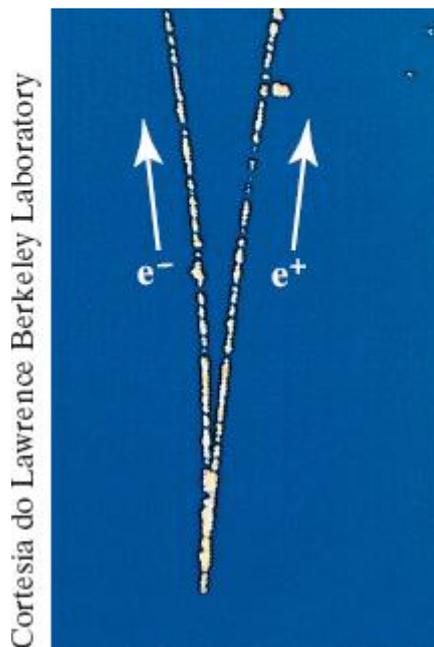
<sup>11</sup> Segundo Granja (2022), partículas são constituintes indivisíveis da matéria, sendo o elétron um exemplo de algumas delas. De acordo com a teoria mais aceita atualmente, o Modelo Padrão, estas partículas são classificadas de acordo com suas características comuns.

<sup>12</sup> Analogamente à constituição da matéria, as antipartículas, são constituintes fundamentais da antimatéria, com mesmas propriedades de sua partícula análoga, mas com carga elétrica oposta (GRANJA, 2022; MOREIRA, 2004).

também é conservada e pode ser observada por meio da ilustração da Figura 28 (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b, p.68).

A Figura 26 mostra o momento exato da produção de um par de partículas eletrizadas, o pósitron, e sua antipartícula, o elétron, em uma câmara de bolhas, que é um instrumento que contém um líquido aquecido bruscamente além de seu ponto de ebulição e pelo qual partículas carregadas podem atravessar deixando bolhas de vapor ao longo de sua trajetória (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b).

**Figura 26** – Produção de um par em uma câmara de bolhas.



**Fonte:** Halliday, Resnick e Walker, (2016b, p.69)

Na figura 26, o raio gama que entrou dentro da câmara, parte inferior da fotografia, não deixa rastros, pois não está carregado. Entretanto, no momento em que interage com uma partícula presente no líquido, essa interação, resulta na criação de duas partículas carregadas, o elétron representado por ( $e^-$ ) e o pósitron representado por ( $e^+$ ) e que deixam ao longo de sua trajetória a formação de bolhas de vapor. A trajetória formada pelas partículas são curvas porque existe um campo magnético dentro da câmara (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b).

### 3.5 Força Elétrica (Lei de Coulomb)

Quando duas partículas são colocadas próximas uma da outra, a natureza elétrica da matéria impelirá ambas a produzirem forças de atração ou de repulsão elétrica. Se

possuírem mesmo sinal, a força será de repulsão, se tiverem sinais opostos a força será de atração (OLIVEIRA, 2016). Esta força foi estudada em 1785 por Charles Augustin de Coulomb com o auxílio de duas balanças, uma de torção para medir forças repulsivas e uma outra de oscilação para medir forças atrativas (TEIXEIRA; KRAPAS, 2005).

De maneira resumida, o resultado apresentado por Coulomb à Academia Francesa de Ciências, dizia que a força entre dois corpos eletrizados variava com a razão direta entre os fluidos elétricos, ou quantidade de cargas, e com a razão inversa do quadrado da distância que os separa (TEIXEIRA; KRAPAS, 2005). Como matematizado na Equação 11, também nomeada de Lei de Coulomb.

$$\vec{F} = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \hat{r} \quad (11)$$

A força elétrica ( $\vec{F}$ ) é medida em Newtons (N) no sistema internacional de unidades, os módulos das cargas  $q_1$  e  $q_2$ , são medidas em Coulomb (C) e a distância  $r$  é medida em metros (m),  $k$  simboliza a constante eletrostática que tem valor igual a  $8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  para o vácuo. Como a força elétrica corresponde a uma grandeza vetorial, a direção e sentido são dados pelo vetor unitário  $\hat{r}$  que é adimensional, possui módulo igual a 1 e determina a direção e o sentido da força elétrica. A constante eletrostática  $k$ , é uma redução do termo  $1/4\pi\epsilon_0$ , em que  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$  e é denominado de permissividade elétrica no vácuo. Assim, podemos reescrever a Lei de Coulomb como:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} \hat{r} \quad (12)$$

Segundo Teixeira e Krapas (2005), há um problema histórico associado ao experimento de Coulomb, o fato de nenhum de seus contemporâneos ter obtido sucesso em reproduzir o experimento, tendo suas ideias obtido muita resistência a princípio (TEIXEIRA; KRAPAS, 2005). Além disso, uma réplica da balança de torção de Coulomb foi desenvolvida por Heering (1992,1994) que só obteve os resultados pretendidos porque foi adicionado um elemento extra ao experimento, uma gaiola de Faraday, para que pudesse neutralizar a eletrização do experimentador (TEIXEIRA; KRAPAS, 2005). Então, para Heering (1992, p. 993), possivelmente a formulação de Coulomb da lei do

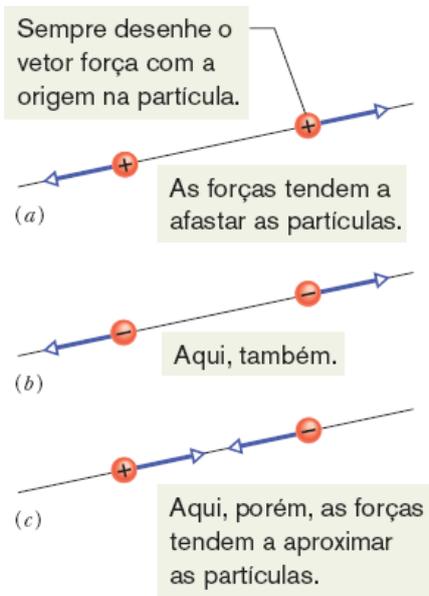
inverso do quadrado da distância tenha sido consolidada a partir de considerações teóricas.

Além disso, há também uma incontestável semelhança entre a lei de Coulomb e a lei da gravitação de Newton, pois ambas são leis do inverso do quadrado da distância. Enquanto a força gravitacional depende do produto das massas, a força elétrica depende do produto das cargas, mas a força gravitacional é apenas atrativa, enquanto a elétrica também pode ser repulsiva (TIPLER, MOSCA, 2009).

Essa analogia com a lei da atração gravitacional de Newton parece ter sido mais decisiva no processo de aceitação das ideias coulombianas do que as medidas efetuadas no experimento da balança de Coulomb. Há inclusive, segundo Teixeira e Krapas (2005), referências muito claras a procedimentos efetuados por Newton nos seus experimentos e publicados no livro 1 do *Princípios*, como a consideração de que toda a carga elétrica estaria reunida no centro dos corpos eletrizados do experimento, tratando-os como cargas pontuais (TEIXEIRA; KRAPAS, 2005).

A orientação vetorial da força elétrica é um tópico muito importante para compreensão da ocorrência dos fenômenos eletrostáticos que envolvem a interação entre cargas elétricas.

**Figura 27** – Orientação da força elétrica.



**Fonte:** Halliday, Resnick e Walker (2016b, p.45)

Conforme a Figura 27, a direção da força elétrica é a reta imaginária que une os eixos das partículas carregadas e o sentido é estabelecido a partir dos sinais das cargas.

Se os sinais forem iguais, como na Figura 27(a) e 27(b), a força será de repulsão e, portanto, representada por setas que devem partir das cargas em sentido de afastamento do seu par. Se os sinais forem opostos, como na Figura 27(c), a força elétrica será de atração e seu sentido será representado por setas que partem da carga no sentido de aproximação ao seu par.

Geralmente no ensino médio, a lei de Coulomb é abordada sob a ótica de interação entre corpos carregados considerados como partículas, ou cargas pontuais, em uma distribuição esférica de cargas, isto se dá porque as interações elétricas em corpos com outros formatos requerem um formalismo matemático avançado para este nível de ensino e que partem das definições de campo elétrico e da definição da Lei de Gauss (SANT'ANA, 2020).

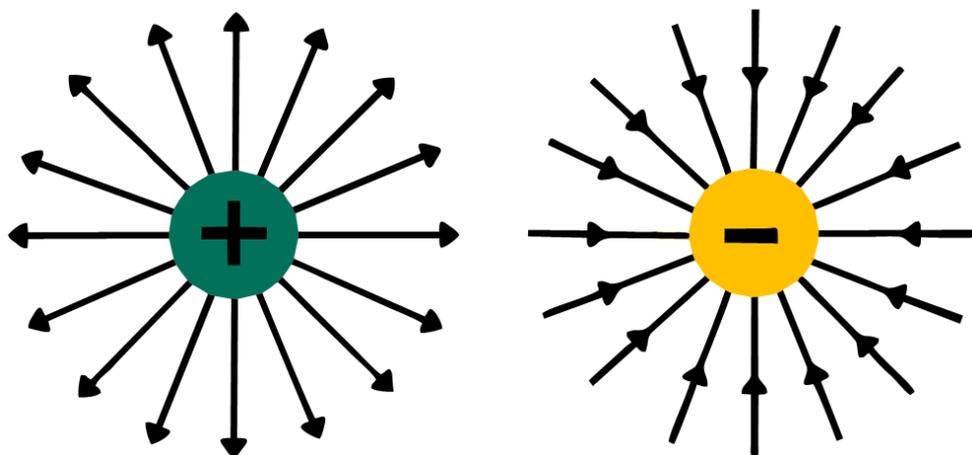
### 3.6 Campo Elétrico

Na seção anterior vimos que duas partículas eletrizadas na presença uma da outra experimentam uma força elétrica entre si, que pode ser atrativa se os sinais das cargas elétricas forem opostos, ou repulsiva se os sinais das cargas forem iguais. Podemos constatar que os estudos de Coulomb contribuíram para o entendimento atual como calcular o módulo da força elétrica cargas pontuais, que a orientação desta força é direcionada pela linha imaginária que une os eixos centrais das partículas e que o sentido da força elétrica é definido pelos sinais das cargas. Mas ainda, segundo Halliday, Resnick e Walker (2016b), resta uma pergunta muito pertinente: como esta força é percebida pelas cargas se elas não têm contato uma com a outra? Neste sentido, introduzimos o conceito de campo elétrico, para tentar materializar o conceito de força de campo para os estudantes.

Partimos, então, do conceito de ‘campo’, apenas tentando resgatar dos estudantes seus conhecimentos subsunçores que permitam maior facilidade de compreensão, pensando o campo como uma região delimitada por algo, o campo de futebol seria uma analogia interessante de trazer para a discussão em sala de aula, assim como o campo elétrico, o campo de futebol possui características que o representa e possui linhas de marcação que o delimita. O campo elétrico para existir precisa da presença de uma carga elétrica, seja ela positiva ou negativa, a carga elétrica gera um campo elétrico  $\vec{E}$  em todos os pontos do espaço (TIPLER; MOSCA, 2009). A Figura 28, traz uma representação

bidimensional do campo elétrico gerado por uma carga elétrica pontual positiva e uma outra negativa que estão isoladas uma da outra, ou seja, não estão interagindo.

**Figura 28** – Representação bidimensional do campo elétrico em uma carga elétrica positiva e outra negativa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O campo elétrico, igualmente ao campo de futebol, também possui um formato, mas diferentemente do campo de futebol, cujo campo é retangular, o campo elétrico, para uma carga puntiforme isolada, tem o formato esférico, pois suas linhas de campo apontam em todas as direções do espaço tridimensional, em uma representação bidimensional, como da Figura 28, o campo tem formato de círculo, com inúmeras linhas de campo (ou linhas vetoriais) chegando ou saindo da carga elétrica, a depender do seu sinal.

Tratando-se de um campo que contém informações de uma força, o campo elétrico é dito vetorial, logo possui orientação e sentido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b). A orientação do vetor campo elétrico em qualquer ponto é sempre tangente a linha de campo que passa nesse ponto, e a densidade dessas linhas de campo, ou seja, a quantidade delas por unidade de área, é proporcional ao módulo do campo elétrico (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b). Adotamos, conforme representado na Figura 30, que “as linhas de campo elétrico se afastam de cargas elétricas positivas (onde iniciam) e se aproximam de cargas elétricas negativas (onde terminam)” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b, p.110).

O campo de futebol é delimitado por suas linhas laterais e linhas de fundo, o campo elétrico, teoricamente está em todo o espaço, mas se aproxima de zero à medida que nos afastamos da carga geradora do campo, de modo que podemos dizer que sua

abrangência é delimitada pelo módulo do campo elétrico, ou quantidade de carga elétrica da carga geradora.

Partindo dos conceitos de força elétrica expostos anteriormente, o campo elétrico  $\vec{E}$  gerado por uma carga  $Q$  em qualquer ponto do espaço pode ser definido em termos da força elétrica  $\vec{F}$  que seria exercida sobre uma carga de prova  $q$  colocada nesse ponto, assim podemos calcular:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (13)$$

A carga  $q$ , representada na Equação 13, denominamos de *carga de prova*, pois serve para experimentar, ou provar, o módulo campo elétrico gerado por  $Q$  em um determinado local de interesse. Esta carga deve ser muito pequena de modo que não interfira na distribuição de cargas de  $Q$ . A carga  $q$  pode ser movida para vários pontos próximos a carga geradora  $Q$  e assim pode-se calcular o módulo do campo elétrico nesses pontos por meio da relação estabelecida na Equação 13. Contudo, este campo elétrico gerado por  $Q$  existe no espaço independente da carga de prova  $q$  (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b). Assumindo uma interação elétrica entre duas cargas  $Q$  e  $q$ , e substituindo a Equação 11 na Equação 13, podemos verificar a existência do campo elétrico independente da carga de prova  $q$ , conforme Equação 14 seguinte.

$$\vec{E} = \frac{k \cdot |Q| \cdot |q|}{r^2} \hat{r} \quad (14)$$

Fazendo as devidas simplificações obteremos,

$$\vec{E} = \frac{k \cdot |Q|}{r^2} \hat{r} \quad (15)$$

Assim, conforme a Equação 15, observamos que podemos calcular o campo elétrico a qualquer distância  $r$ , se soubermos o valor da quantidade de carga  $Q$ . Esta equação também delimita a abrangência do campo elétrico  $\vec{E}$ , pois à medida que

aumentamos a distância  $r$ , o valor do campo elétrico  $\vec{E}$  diminui em uma relação quadrática até se aproximar de zero.

O ensino dos conceitos da eletricidade devem ser ministrados na educação básica com uma linguagem simples e sempre que possível relacionada com as experiências vivenciadas pelos estudantes (BRASIL, 2000a; SILVA, 2016, p.10). De acordo com Brasil (2018), o formalismo matemático é componente da aprendizagem, mas não deve se sobrepor à compreensão dos fenômenos, que devem ser investigados, desde a sua ocorrência à sua implicação no cotidiano, podendo ser auxiliada, a sua compreensão, por meio do uso de tecnologias que utilizam seu princípio de funcionamento, como o caso das impressoras jato de tinta que utilizam tinta com partículas carregadas e placas com campos elétricos uniformes para efetuar impressões em papel (TIPLER; MOSCA, 2009).

O conteúdo de eletrostática pode, então, ser trabalhado de maneira significativa em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), pois, segundo Santos, Hygino e Marcelino (2017), a UEPS é uma metodologia de ensino que visa promover uma aprendizagem mais ativa e contextualizada, permitindo que os alunos sejam protagonistas de seu próprio processo educacional. Assim, é possível desenvolver habilidades e competências essenciais para lidar com situações reais.

Associado a essa necessária contextualização, uma estratégia que pode ser utilizada na UEPS é a atividade experimental. Conforme apontado por Peruzzi e Fofonka (2014), atividades experimentais podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa, permitindo que os alunos visualizem os fenômenos elétricos e compreendam os conceitos com maior facilidade, bem como permitindo ao professor constatar e problematizar o conhecimento prévio dos estudantes. Dessa forma, é possível promover uma educação mais dinâmica e atrativa.

## Capítulo 4

Dividido em subseções, o Capítulo de Método da Pesquisa perfaz os procedimentos adotados nesta intervenção pedagógica e procura em um primeiro momento fazer uma caracterização do tipo de estudo que foi utilizado, bem como do locus, dos público alvo e dos critérios de inclusão e exclusão adotados. Posteriormente são descritos os instrumentos de coleta e de análise de dados que foram empregados no percurso metodológico e também é feita uma descrição detalhada e fundamentada da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada e sua aplicação nos momentos pedagógicos. Por fim, o capítulo é encerrado com uma descrição da estrutura das aulas e de cada encontro formativo e seus acontecimentos.

## Método da Pesquisa

### 4.1 Caracterização da pesquisa

As pesquisas frequentemente são classificadas de diversas maneiras, e essa tendência à classificação se deve a racionalização humana, que busca melhor organizar os fatos e a sua compreensão (GIL, 2017). De acordo com Gil (2017), há duas grandes categorias que dividem as pesquisas segundo a sua natureza, ou finalidade, que são a pesquisa básica e a pesquisa aplicada.

Consonante com, Gil (2017), Gerhardt e Silveira (2009) e Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa básica destina-se à ampliação do conhecimento, úteis para o avanço da Ciência e sem interesse com a sua aplicação. A pesquisa aplicada, diferentemente, objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas orientados para solução de problemas específicos.

Desse modo, este trabalho pretende investigar novos conhecimentos no campo da gamificação em vista a aplicá-los na resolução de problemas em uma situação bem delimitada, no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, configurando-a, portanto, segundo Gil (2017), bem como Gerhardt e Silveira (2009) e Prodanov e Freitas (2013), como uma pesquisa aplicada quanto a sua natureza.

Em busca de explorar o tema com mais profundidade e conhecer melhor um fenômeno ainda pouco estudado no campo da TAS, que é o uso da gamificação como estratégia de engajamento e motivação em vista de atingir a segunda condição para ocorrência de aprendizagem significativa, esta pesquisa, quanto a análise dos objetivos

traçados, é classificada, de acordo com Gil (2017), Gerhardt e Silveira (2009) e ainda Prodanov e Freitas (2013), como de natureza exploratória, pois tende a proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa com intenção de torná-lo mais claro e acessível.

Segundo os autores supramencionados, esse tipo de trabalho tende a um planejamento flexível e adaptável durante seu processo de coleta dos dados, pois é de interesse considerar vários aspectos sobre o objeto estudado. A coleta de dados pode se dar de variadas formas, por meio de levantamento bibliográfico, entrevista, e análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2017).

A maioria das pesquisas com viés acadêmico são exploratórias, ao menos no seu momento inicial, pois dificilmente o pesquisador já tem claro o que irá investigar (GIL, 2017). Quando nessa fase preliminar, ela tem o intuito de proporcionar maiores informações sobre o tópico de estudo, possibilitando seu delineamento, esclarecimento da problemática e definição dos objetivos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para Gil (2017, p.33), para “avaliar a qualidade dos resultados de uma pesquisa, é necessário saber como os dados foram obtidos bem como os procedimentos adotados em sua análise e interpretação”. Destes procedimentos, segundo o autor, derivam vários sistemas de classificação para as pesquisas, como quanto a natureza dos dados (qualitativo ou quantitativo, ou ainda pesquisa mista), quanto ao ambiente onde a coleta dos dados é efetuada (pesquisa de campo ou laboratorial), quanto ao grau de controle das variáveis (pesquisa experimental e não experimental), entre outros (GIL, 2017).

Pela diversidade de métodos para classificar uma pesquisa quanto aos procedimentos aplicados para coletar dados, muitas vezes utilizados de maneira mista em cada etapa da pesquisa, torna-se difícil estabelecer um único sistema que caracterize o trabalho como um todo e que envolva todos os elementos de coleta de dados. Por isso, torna-se interessante classificar as pesquisas quanto ao seu delineamento, que diz respeito a dimensão mais ampla da pesquisa (GIL, 2017).

Sobre este tema, ressalta também André (2019), que é cultural, principalmente na pós-graduação, ter que obrigatoriamente classificar ou “dar nome” para uma pesquisa ao mesmo tempo que explica, que nem sempre é possível enquadrar o delineamento do trabalho em uma classe ou tipificação já existente. Para a autora, em se tratando de abordagens qualitativas não é a tipificação da pesquisa que vai definir o rigor

metodológico aplicado, mas a explicação detalhada dos passos seguidos realizados no processo.

Ainda em André (2019), para a autora, o que define a solidez científica do trabalho é a descrição pormenorizada do caminho percorrido pelo pesquisador a fim de alcançar os objetivos da pesquisa e as justificativas para cada escolha realizada nesse processo, estes são os detalhes que irão revelar o cuidado e rigor com que o pesquisador coletou, tratou e analisou os dados, bem como demonstrará a ética com que conduziu os procedimentos da pesquisa, revelando-a suscetível ao olhar crítico do leitor.

Deste modo, amparada em Gil (2017), que discorre sobre as variadas maneiras de classificar uma pesquisa, como também em André (2019), em que explica que a tipificação da pesquisa deve ocorrer se ela for evidente, mas que não é algo imprescindível, podemos então expressar esta pesquisa, de acordo com seu delineamento metodológico, como uma abordagem de caráter qualitativo, pois investiga uma intervenção pedagógica que pretende observar as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada, dos jogos de aprendizagem e da gamificação com relação aos indícios de aprendizagem significativa, utilizados como instrumentos potencializadores de incentivo a “atitude potencialmente significativa” (VALADARES, 2011, p.3). Procurando descrever, analisar e dar significado, a partir da observação, aplicação de questionário e análise documental, às atividades e fatos registrados durante a intervenção pedagógica.

A pesquisa qualitativa surgiu não em contraposição à abordagem quantitativa, mas em decorrência da falta de procedimentos adequados para produzir resultados que de outra forma não eram possíveis produzir. Seu enfoque interpretativista evidencia que a situação problema estudada deve ser entendida segundo a perspectiva dos sujeitos da pesquisa e que, portanto, esta abordagem é reconhecida como importante em estudos em que há complexos processos de interação social (GIL, 2017).

Na abordagem qualitativa, não há pretensão de generalizar os achados pois o espaço vivencial onde se desenvolve a pesquisa é intimamente subjetivo. Há uma relação dinâmica entre o mundo real e os sujeitos, cuja subjetividade não pode ser traduzida em números (PRODANOV; FREITAS, 2013). Esta modalidade não se preocupa com representatividade numérica (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), embora esta possa ser utilizada, sem o rigor da generalização estatística de uma pesquisa quantitativa, mas com intenção de traduzir ou dar suporte aos dados predominantemente descritivos.

A abordagem qualitativa, pressupõe uma metodologia própria (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O pesquisador é o instrumento-chave para coleta de dados e tem o ambiente como sua fonte direta para coletá-los. Como os problemas são estudados no local onde ocorrem naturalmente, como a sala de aula, por exemplo, este tipo de estudo também é conhecido como naturalístico (LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Por não precisar de técnicas estatísticas, os dados são descritivos e analisados de maneira indutiva pelo pesquisador (PRODANOV; FREITAS, 2013). Dessa maneira, o material produzido nesse tipo de pesquisa é geralmente rico em descrições de pessoas, situações e acontecimentos (LÜDKE; ANDRÉ, 2020). E assim, o pesquisador deve se atentar para a descrição pormenorizada dos procedimentos executados, pois o mínimo detalhe pode fazer toda diferença para compreensão do problema estudado (LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Segundo Lüdke e André (2020), nas pesquisas com abordagem qualitativas as preocupações com processo são mais relevantes do que com o produto, pois o interesse do pesquisador deve estar voltado para a verificação do problema quando ele se manifesta nas atividades, procedimentos e interações cotidianas. Além disso, para as autoras, os significados proporcionados pela subjetividade dos sujeitos devem ter atenção especial do pesquisador.

Quando pensamos em uma abordagem adequada para o contexto educacional, a pesquisa qualitativa tem se mostrado o método mais apropriado, “pois busca através de uma análise qualitativa encontrar soluções para a transformação da realidade vivenciada” seja no campo epistemológico ou histórico-social (ANA; LEMOS, 2018, p.532).

## **4.2 Caracterização do ambiente de pesquisa e sujeitos da pesquisa**

### *4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão*

Os critérios de inclusão e exclusão são elementos fundamentais em pesquisas acadêmicas, uma vez que determinam quem pode participar do estudo e quais características são relevantes para a pesquisa. Conforme destacado por Patino e Ferreira (2018), os critérios de inclusão são os requisitos mínimos para que um indivíduo possa participar do estudo, enquanto os critérios de exclusão são as características que impedem a participação do indivíduo, ou que possam interferir no sucesso da pesquisa. Esses

critérios podem variar de acordo com o objetivo da pesquisa e o tipo de população a ser estudada.

Os sujeitos da pesquisa foram incluídos por meio de dois critérios de inclusão, vide Quadro 1, cuja exigência era a regularidade na matrícula escolar, sem distinção de qualquer natureza, abrangendo assim toda comunidade estudantil da escola e também que o estudante estivesse matriculado em alguma turma da terceira série do ensino médio, as quais o professor pesquisador era regente.

**Quadro 1** – Resumo dos critérios de inclusão e exclusão.

	<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>	<b>Qt. de Estudantes Filtrados.</b>
<b>INCLUSÃO</b>	Estudante regular e matriculado no estabelecimento de ensino.	Aplicado para incluir os estudantes matriculados.	275
	Estudante da 3ª Série do Ensino Médio.	Aplicado para incluir o universo da pesquisa às turmas em que eram compatíveis os conteúdos a serem ministrados pelo professor regente.	74
<b>EXCLUSÃO</b>	Estudantes participando das aulas virtuais e frequentes em no mínimo 70% dos encontros.	Critério utilizado para restringir a participação de estudantes que frequentaram as aulas apenas no turno matutino.	25

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O critério de inclusão utilizado para englobar as turmas da 3ª série do Ensino Médio, justifica-se porque o professor pesquisador era regente somente nesta série e por isso, também, a necessidade de adequação do conteúdo abordado na intervenção e ao programa curricular da escola que aponta para estas turmas como contempladas, conforme Quadro 1, de acordo com o currículo estabelecido na rede estadual de ensino do Estado da Paraíba.

No início do ano letivo de 2022, estando a cidade de Cajazeiras e o Estado da Paraíba em retorno gradual ao ensino presencial devido à crise sanitária de Covid-19, o estabelecimento de ensino, no qual foi realizada esta intervenção pedagógica, optou por um modelo de ensino que contemplasse os anseios dos estudantes em retornar presencialmente as atividades escolares, como também preservasse as recomendações de segurança sanitária como higienização, sanitização e distanciamento social.

Assim, durante a semana, no período matutino, cada uma das turmas de 3ª série, que são o público desta pesquisa, como também as outras séries do ensino médio na escola, foram divididas em dois grupos (A e B) para que fossem respeitadas as regras de distanciamento social. Permanecendo apenas 15 estudantes e mais 1 professor dentro de cada sala de aula. Com essa configuração, nas segundas-feiras e terças-feiras, assistiam aulas presencialmente apenas os estudantes do grupo A de cada sala, e nas quintas-feiras e sextas-feiras apenas os estudantes pertencentes ao grupo B, ficando às quartas-feiras para sanitização dos ambientes.

Considerando os estudantes que preferiam a segurança das aulas remotas, a escola também disponibilizou um horário diferenciado no período vespertino que contemplava estes estudantes que não frequentavam as aulas presenciais pela manhã. Como o horário escolar era extremamente reduzido para os estudantes que optaram pelo regime presencial, de apenas dois dias, teve que se estabelecer um rodízio mensal por área de conhecimento, e devido esse rodízio, como a área de Ciências da Natureza é composta por três disciplinas (Biologia, Física e Química), os estudantes de cada grupo A e B, assistiam aulas de Física apenas 1 vez por mês.

Esta situação nos leva ao próximo critério de exclusão adotado nesta pesquisa, vide Quadro 1. Para o desenvolvimento da intervenção pedagógica eram necessárias 2 aulas semanais, o que concretamente não era possível para os estudantes do turno matutino. Deste modo, adotou-se a intervenção pedagógica de maneira que atendesse a

um regime virtual, por meio de aulas remotas no turno vespertino, considerando uma frequência de 70% nos encontros formativos como critério de exclusão.

Entende-se que a presença efetiva dos estudantes nos espaços de aprendizagem influencia diretamente no seu desempenho. De acordo com Koppenhaver (2006) apud Cicuto e Torres (2020), o estudante ausente limita sua possibilidade de aprender e também a dos colegas, quando pensamos em um ambiente colaborativo de aprendizagem. Mesmo em uma estrutura de ensino não centrada no professor, a infrequência acarreta lacunas de informações que dificultam a participação e o acompanhamento das discussões (CICUTO; TORRES, 2020). Assim, observando a importância da presença dos educandos nos processos e espaços de ensino-aprendizagem e aplicando-se essa filtragem, somente 25 estudantes atenderam aos critérios de inclusão e exclusão que delimitam este estudo, sendo, por tanto, o público de interesse desta pesquisa.

#### *4.2.2 Sobre a escola, seus aspectos físicos e pedagógicos e os sujeitos da pesquisa*

A intervenção pedagógica ocorreu em uma Escola Cidadã Integral Técnica, instituição pública de ensino médio, localizada no município de Cajazeiras no Estado da Paraíba. A instituição de ensino oferta aos estudantes anualmente dois cursos profissionalizantes integrados ao ensino médio regular, que são os cursos técnicos de contabilidade e informática de acordo com Lei Estadual 11.100/18 que trata da implantação da modalidade de Educação Integral no Estado da Paraíba.

Atualmente, a instituição consta com um corpo docente de 25 professores, 1 gestora escolar, 1 coordenador administrativo-financeiro e 1 coordenadora pedagógica, responsáveis pela gestão. Desses 27 profissionais, 26 são graduados 2 estão concluindo a graduação, 3 estão concluindo a especialização, 4 são mestres, 3 são mestrandos e 1 é doutoranda.

A escola dispõe de uma área territorial de 26.422,07 m<sup>2</sup>, que possui uma área construída do ambiente escolar no total de 2.066,3 m<sup>2</sup>, um ginásio poliesportivo com área construída de 1.270,27 m<sup>2</sup>, e dessa forma uma taxa de ocupação de aproximadamente 13%, e é distribuída de acordo com a Tabela 2 a seguir.

**Tabela 2** – Estrutura física da escola.

<b>AMBIENTE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Salas de aula	11
Sala de Atendimento Especializado (AEE)	1
Sala de música	1
Salas administrativas	3
Sala de professores	1
Sala de arquivo	1
Almoxarifado	1
Secretaria	1
Biblioteca	1
Refeitório	1
Laboratório de Ciências	1
Laboratório de Informática	2
Laboratório de Matemática e Robótica	1
Ginásio	1
Quadra de esportes	1
Pátio interno	1
Banheiro feminino	8
Banheiro masculino	8
Banheiro de professores	2

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A estrutura pedagógica da escola é composta por 11 turmas de ensino médio, sendo 3 primeiros anos do curso técnico integrado de informática; 1 primeiro ano de curso técnico integrado de contabilidade; 3 turmas de segundo ano de informática; 1 turma de segundo ano de contabilidade; 2 terceiros anos de informática e 1 terceiro ano de contabilidade. A escola atende a um público de 275 alunos do ensino médio e 12 alunos no Atendimento Educacional Especializado da comunidade circunvizinha.

Com a filosofia de formação integral dos estudantes, a escola propõe-se a oferecer um ensino de qualidade para a formação geral básica com um currículo que é composto por diversas disciplinas das áreas de linguagens, ciências da natureza, matemática e ciências humanas e sociais aplicadas, para a formação específica por meio do currículo diversificado de acordo com a BNCC, através das disciplinas eletivas, projeto de vida,

protagonismo juvenil, estudo orientado, práticas experimentais, entre outras, e também para a formação profissional por meio da oferta dos cursos técnicos já mencionados.

Procurando atender da melhor maneira possível aos seus estudantes e professores, nas condições que dispõe, a escola, no início de 2022, após a efetiva campanha de vacinação em massa contra covid-19 e observando uma remissão do contexto pandêmico iniciado em 2020 de acordo com dados do 82º boletim epidemiológico do Governo do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 2022), começou-se a ofertar novamente o ensino presencial para parte do público estudantil. Contudo, como mencionado na seção dos critérios de inclusão e exclusão, essa modalidade de ensino não abrangeu todo corpo discente e uma grande parte permaneceu ainda na modalidade de ensino remoto emergencial, que segundo Moreira, Henriques e Barros (2020), tem sido designado como a transposição de metodologias e práticas pedagógicas típicas do modelo de ensino presencial, já consolidado, para uma realidade virtualizada.

Este contexto de oferta de aulas de maneira presencial teve que ser interrompido no final do mês de maio do ano de 2022, devido a problemas de natureza estrutural identificados na escola. Todos os recintos estavam com a rede elétrica comprometida, que impedia a utilização de equipamentos eletrônicos, inutilizava os ventiladores das salas de aula e por vezes até a iluminação, o que impediam a realização das atividades pedagógicas de maneira regular, promovendo então o retorno das aulas de maneira integral ao modelo de ensino remoto emergencial, que perdurou até o final do mês de junho, quando a escola entrou em recesso escolar de 15 dias.

Após o recesso escolar, as aulas então voltaram de maneira inteiramente presencial e integral, as turmas retornaram em sua completude sem a divisão em grupos (A e B) e sem as restrições de distanciamento social impostas anteriormente. Mantiveram-se as recomendações de segurança como o uso de máscara e a higienização das mãos com álcool em gel, além da promoção de campanhas de conscientização quanto ao contato físico próximo entre os estudantes e entre os demais membros da comunidade escolar.

Os sujeitos da pesquisa cursaram a 3ª série do ensino médio nesse estabelecimento de ensino e pertenciam: 20 % ao curso técnico de contabilidade e 80% ao curso técnico de informática. A maioria da população era de localidades rurais da cidade de Cajazeiras, sendo composta por 44% de educandas do sexo feminino e 56% de educandos do sexo masculino. Nas pesquisas qualitativas, esse tipo de população é caracterizado como população por conveniência onde os indivíduos são selecionados por estarem mais

disponíveis, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão evidenciados anteriormente (MAIA, 2020).

### **4.3 Instrumentos de coleta e análise de dados**

Como mencionado anteriormente, numa abordagem qualitativa a análise dos dados se dá de maneira indutiva, isso não pressupõe uma preocupação em buscar evidências que comprovem hipóteses, contudo, isso não significa abrir mão de um arcabouço teórico que oriente essa coleta de dados (LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Com relação aos instrumentos de coleta de dados, na pesquisa qualitativa, Ana e Lemos (2018) ressaltam que os procedimentos principais utilizados nas pesquisas educacionais são a observação, a entrevista e a análise documental. Assim, no intuito de esclarecer e analisar com exatidão os fenômenos de interesse e levantar dados que buscam compreender os fenômenos inseridos em um determinado contexto, respeitando o caráter subjetivo dos sujeitos da pesquisa e o modo como interagem com os objetos e atividades propostas, buscando, ainda, representações fidedignas da realidade posta e observando seu caráter exploratório e sua abordagem qualitativa dos dados, nesta pesquisa utilizou-se de variados métodos de obtenção dos dados que pretende atender ao apelo descritivo das situações e o seu detalhamento pormenorizado.

#### *4.3.1 Observação Sistemática*

Ao longo da intervenção proposta no trabalho, a observação foi utilizada como instrumento de coleta de dados e foi sistematizada por meio da criação de um instrumental de acompanhamento das aulas, vide Apêndice A. De acordo com Ana e Lemos (2018, p.6), a observação como o instrumento de coleta, precisa ser “controlada e sistemática para que se torne um mecanismo válido de investigação científica”. Nas abordagens qualitativas esse método sobressai, pois possibilita uma interação mais próxima entre o fenômeno e o pesquisador permitindo que ele se aproxime da perspectiva dos sujeitos (ANA; LEMOS, 2018).

A observação sistemática aplicada neste trabalho, tem por finalidade coletar informações a partir de categorias pré-estabelecidas por meio de um plano de observação (PRODANOV; FREITAS, 2013), vide Apêndice A. Procurando evidenciar variáveis que venham a influenciar na aprendizagem e atitudes potencialmente significativas dos

estudantes, como também criar critérios para as atuações desejáveis em um processo gamificado de ensino baseado em aspectos ligados à Mecânica, Dinâmica e Estética (MDE) dos jogos (WERBECH; HUNTER, 2015).

As categorias utilizadas no instrumental de observação são: Participação da Aula (PA), Dispersão na Aula (DA), Frequência (F), Infrequência (I), Uso de celular e congêneres para fins não pedagógicos (C), Pontualidade na entrega de atividades (P), Participação nos *Quiz* de aprendizagem (Q), realização das Atividades extraclasse (A).

#### 4.3.2 Questionário

Um outro instrumento de coleta de dados utilizado neste trabalho foi o questionário. Tanto este, quanto a entrevista, consistem em uma técnica de levantamento de dados primários e “dão grande importância à descrição verbal de informantes” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.105). Os instrumentos se diferem principalmente no fato da entrevista se realizar face a face, entrevistador e sujeito da pesquisa. O questionário, por sua vez, consiste em uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelos sujeitos da pesquisa (respondentes) (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Os instrumentos aplicados nesta pesquisa foram produzidos em formato eletrônico, do Google Formulário, contendo perguntas abertas, de múltipla escolha e escalonadas. Em diferentes momentos da intervenção pedagógica, o questionário foi utilizado como instrumento de coleta de dados com intuito de captar informações sobre o conhecimento prévio de determinados objetos de aprendizagem presentes na mesma, como também no intuito de investigar percepções, opiniões e satisfação dos estudantes antes e após a execução da intervenção, conforme o Quadro 2 a seguir.

**Quadro 2** – Questionários aplicados no percurso da investigação.

Identificação	Descrição	Período de Aplicação
Questionário 1	Investigação de subsunçores dos estudantes.	Antes da Intervenção pedagógica.

Identificação	Descrição	Período de Aplicação
Questionário 2	Investigação de opinião sobre a disciplina de Física e metodologias de ensino utilizadas no ensino de Física.	Antes da Intervenção pedagógica.
Questionário 3	Investigação de opinião sobre a disciplina de Física, metodologia de ensino utilizada na intervenção, conteúdos trabalhados, e engajamento promovido pela UEPS-G.	Após a Intervenção pedagógica.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Por estas variadas finalidades ilustradas no Quadro 2, os questionários seguiram também variadas formatações para alcançar seus variados objetivos. De acordo com Maia (2020), os questionários são classificados de acordo com os tipos de questões que os constituem. Eles podem ser estruturados, quando as questões precisam ser respondidas em uma sequência padronizada, semiestruturados em que o respondente percorre um roteiro de questões ou tópicos separados por temas, e os questionários livres que não possuem um direcionamento ou interferência quanto a ordem com que as questões são apresentadas.

Para cada questionário aplicado, as questões foram agrupadas com a pretensão de responder a um objetivo específico da pesquisa (MAIA, 2020). Em alguns dos instrumentais aplicados a pretensão era levantar informações acerca do conhecimento estabelecido em cada estudante sobre tópicos específicos, em outras ocasiões os instrumentais reuniam fatos para caracterização do público alvo, opiniões e sentimentos sobre a proposta de intervenção.

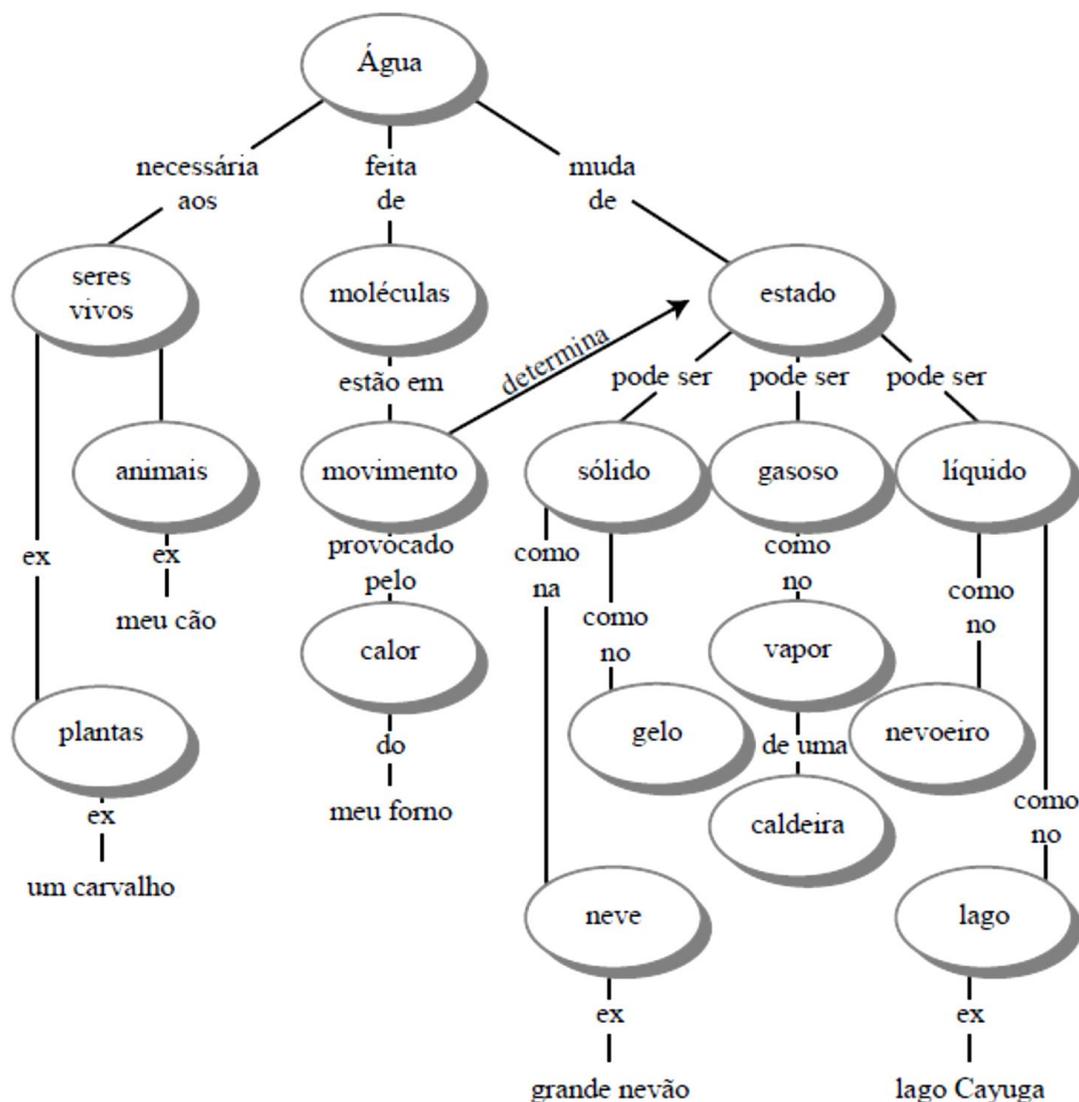
#### *4.3.3 Análise documental de Mapas Conceituais*

Em algumas etapas desta pesquisa, como um dos métodos de coleta de dados, foram analisados os indícios de aprendizagem significativa, por meio da análise documental de mapas conceituais construídos de maneira coletiva pelos estudantes durante a intervenção pedagógica.

O mapa conceitual é uma ferramenta criada por Novak e Gowin (1984) com propósito de instrumentalizar a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (RUIZ-MORENO et al., 2007). Nesse sentido, os mapas conceituais objetivam representar a relação de significado entre conceitos, na forma de proposições (NOVAK, 1999).

De maneira mais abrangente, os mapas conceituais são também diagramas, como pode ser observado na Figura 29, preparados de maneira hierárquica e que estabelecem uma relação de significado entre um conceito mais genérico e um conceito mais específico por meio de proposições (RUIZ-MORENO et al., 2007), que são expressões que permitem uma associação lógica, coerente ou semântica entre os dois conceitos interligados (NOVAK, 1999).

**Figura 29** – Exemplo de Mapa conceitual para a Água.



Fonte: Novak (1999, p.32).

Para análise destes mapas, ou diagramas, utilizou-se do método qualitativo de análise documental, que consiste em uma técnica exploratória utilizada para coletar dados qualitativos educacionais (ANA; LEMOS, 2018). Estes dados são coletados por meio da análise de documentos, que segundo Phillips (1974, p. 187) apud Lüdke e André (2020), são “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano”.

O mapa conceitual expõe aquilo que o estudante aprendeu diante de uma situação de aprendizagem (NOVAK, 1999), um dos objetivos desta pesquisa é investigar os indícios de aprendizagem significativa que se desenvolvem nos sujeitos após uma intervenção que utiliza a gamificação como metodologia ativa de aprendizagem, logo, evidencia-se a importância de realizar uma análise qualitativa destes dados produzidos por meio dos mapas conceituais, a fim de confrontá-los com outros dados proveniente de outras técnicas de coleta, enriquecendo a discussão em torno da problemática.

Os mapas conceituais nesta pesquisa, são utilizados como mecanismo de avaliação de desempenho dos estudantes, respeitando os aspectos sequenciais da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Moreira (2011b), que sugere que os indícios de aprendizagem significativa devem ser mensurados por diferenciados mecanismos de avaliação analisados em pé de igualdade. Durante a aplicação da intervenção pedagógica os mapas foram produzidos de maneira colaborativa, o que constitui uma das estratégias de colaboração da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada apoiadas metodologicamente nos preceitos da UEPS.

O método de Novak (1999), que sistematiza a avaliação dos mapas conceituais, foi utilizado como método de análise dos dados coletados, por meio dos mapas conceituais, nesta pesquisa. É importante ressaltar, que o método se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) que já foi comentada no Capítulo 2, na verdade sobre três aspectos muito fundamentais da teoria, enunciados a seguir.

- 1) A estrutura cognitiva é organizada hierarquicamente, com os conceitos e as proposições menos inclusivos, mais específicos, subordinados aos conceitos e proposições mais gerais e abrangentes.
- 2) Os conceitos da estrutura cognitiva estão sujeitos a uma diferenciação progressiva, acompanhada do reconhecimento de uma maior abrangência e especificidade nas regularidades dos objetos ou acontecimentos, e de cada vez mais ligações preposicionais com outros conceitos.
- 3) A reconciliação integradora ocorre quando dois ou mais conceitos são relacionados em termos de novos significados preposicionais e/ou quando se resolvem conflitos de significados entre conceitos (NOVAK, 1999, p.113).

Entendendo que o tempo reduzido de aula e desenvolvimento desta intervenção pedagógica, de maneira remota, dificultou a possibilidade de apresentação e explicação dos mapas conceituais por parte dos estudantes e que com isso se reduziu as possibilidades de compreender melhor a construção de significados no processo de aprendizagem. Tornou-se necessária, então, sistematizar uma outra maneira de reunir as evidências de sofisticação de conceitos externados nos mapas conceituais produzidos.

Em um primeiro momento, orientando-se pelos aspectos fundamentais da TAS presentes na construção dos mapas conceituais enunciados por Novak (1999), como também baseando-se nos princípios metodológicos de construção de mapas conceituais utilizados por Ruiz-Moreno et al (2007), utilizou-se nessa pesquisa uma categorização inicial dos mapas conceituais produzidos, em *Mapas Compatíveis* e *Mapas Incompatíveis*.

Os Mapas Compatíveis, de acordo com aspectos de construção dos mapas conceituais de Novak (1999), devem 1) demonstrar que a estrutura cognitiva é organizada hierarquicamente, evidenciando conceitos e proposições menos inclusivas subordinadas a conceitos e proposições mais gerais e abrangentes. 2) Utilização de uma maior abrangência e especificidades acompanhadas de ligações preposicionadas (diferenciação progressiva). 3) Conexão entre conceitos de modo a produzir novos significados ou resolver conflitos de conceitos (reconciliação integradora).

É importante destacar, que os mapas conceituais aqui classificados como *incompatíveis*, assim os são nomeados por não atenderem a esses critérios de construção dos Mapas Conceituais. Porém, isso não nos autoriza deduzir que estes não possam conter significado para os estudantes. Entretanto, já que os mapas não foram apresentados de maneira oral, precisamos de uma análise sistemática que permita nesta investigação aferir a construção de significados externados de maneira escrita por meio do diagrama, sendo esta, a maneira que julgamos apropriada nesta intervenção.

Em um segundo momento, os mapas conceituais considerados *compatíveis* foram submetidos a uma nova verificação. Desta vez, objetivando julgar a diferenciação do mapa, por meio de atribuição de uma pontuação a critérios de construção e estruturação. Norteados pelos preceitos fundamentais da TAS, o sistema de Novak (1999) considera os seguintes critérios, demonstrados no Quadro 3, para valoração do mapa conceitual.

**Quadro 3** – Critérios para classificação dos mapas conceituais.

Critério	Descrição	Pontuação
Proposições	Relação de significado estabelecida entre dois conceitos e indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondentes. Se a relação é válida se atribui um ponto por cada proposição válida e significativa que apareça (NOVAK, 1999, p.52).	1pt.
Hierarquia	Refere-se a hierarquização do mapa. Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito acima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual). Atribui-se 5 pontos por cada nível hierárquico válido (NOVAK, 1999, p.52).	5pts.
Ligações Cruzadas	As ligações cruzadas, são conexões significativas ou não, que podem ocorrer entre uma ramificação e outra do mapa em diferentes hierarquias conceituais. Se a conexão for válida e significativa atribui-se 10 pontos, contudo, se ela for válida, mas não traduzir uma síntese entre estes conceitos interligados, atribui-se, então, 2 pontos (NOVAK, 1999, p.52). As ligações cruzadas podem indicar capacidade criativa e, portanto, requerem muita atenção para as identificar e reconhecer (NOVAK, 1999, p.52).	10pts ou 2pts.
Exemplos	Os acontecimentos ou objetos concretos que sejam exemplos válidos que se relacionam aos termos conceptuais podem valer cada um 1 ponto (NOVAK, 1999, p.52).	1pt.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Podemos notar de acordo com critérios adotados para avaliação e pontuação dos mapas, que eles atribuem valores que representam a validade do conteúdo externado, bem como a exatidão com que se relacionam no mapa (SILVA, 2015). De acordo com autor é

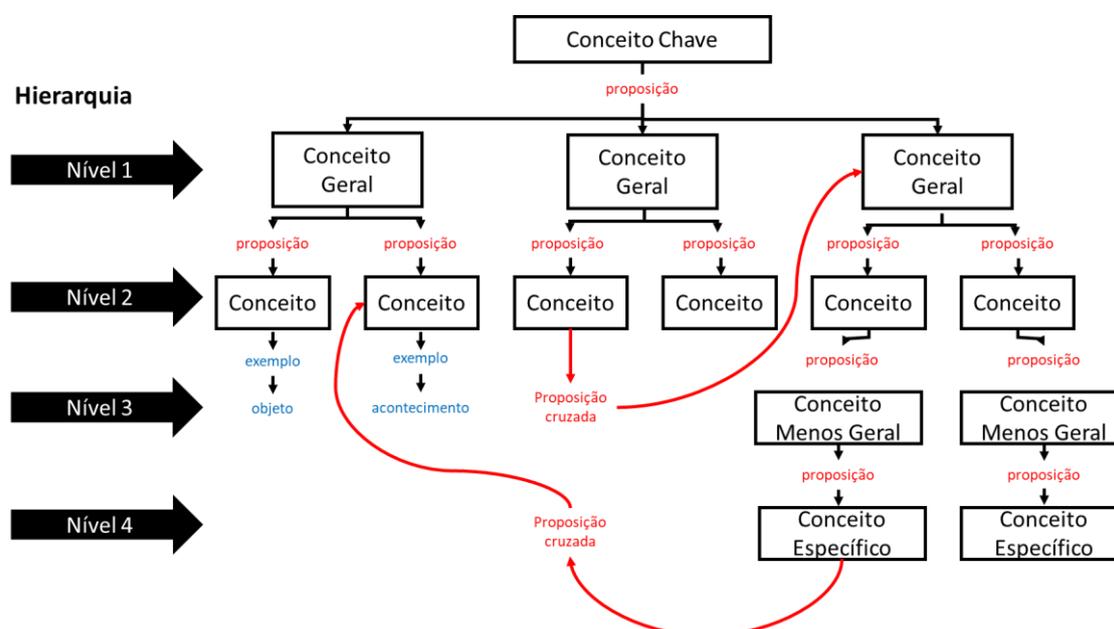
fundamental destacar que não existe um mapa conceitual correto ou incorreto, contudo, é possível identificar aquele que está mais completo (SILVA, 2015).

O autor Novak (1999), inclusive orienta que se pode construir um mapa de referência para os materiais e conteúdos que serão representados nos mapas após uma situação de aprendizagem. Este mapa será pontuado pelo professor e servirá de balizador para comparar os mapas produzidos pelos estudantes. Alguns estudantes podem produzir materiais mais completos que o mapa de referência e portanto terão pontuações superiores (NOVAK, 1999).

Com isso, os mapas podem ainda ser agrupados posteriormente em categorias qualitativas obtidas a partir de uma representação percentual, calculada a partir do quociente entre a pontuação do mapa produzido pelo estudante e a pontuação do mapa de referência e posteriormente agrupadas em faixas de valores que indicarão sua qualidade. Eventualmente a pontuação pode superar cem por cento (100%) do valor estimado do mapa, se este for considerado um mapa mais completo que o mapa de referência (NOVAK, 1999).

Na Figura 30, temos um modelo representacional adaptado de um mapa conceitual elaborado por Novak (1999), que objetiva esclarecer o método de atribuição de pontuação aos mapas conceituais.

**Figura 30** – Exemplo de pontuação para um mapa conceitual.



**Pontuação para esse modelo:****Total = 53pts**

- Proposições válidas (11) x (1) pontuação individual = 11pts.
- Hierarquias válidas (4 níveis) x (5) pontuação individual = 20pts.
- Ligações Cruzadas válidas e significativas: (2) x (10) pontuação individual = 20pts.
- Exemplos válidos (2) x (1) pontuação individual = 2pts

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Ao analisar o mapa da Figura 30, partimos do preceito que todos os conceitos, proposições, hierarquias, ligações cruzadas e exemplos relacionados no diagrama são válidos e significativos, ou seja, estabelecem uma relação semântica entre eles. Assim, podemos observar que para o quesito Proposições foi atribuído um total de 11 pontos, pois o mapa contém 11 proposições, todas válidas. Para o quesito Hierarquia, foram considerados os 4 níveis do mapa como coerentes, portanto, para cada nível se atribui 5 pontos, totalizando para as quatro hierarquias, 20 pontos.

Na Figura 30, as Ligações Cruzadas estão destacadas por setas na cor vermelha (ou setas curvadas), e estão estabelecendo uma ligação válida e significativa entre um conceito mais elaborado e um conceito mais genérico, evidenciando, neste caso, o que Ausubel (2003) nomeia como reconciliação integradora. Esse tipo de ocorrência, Novak (1999), relembra, evidencia a capacidade criativa do estudante, portanto, atribui-se uma total de 10 pontos. Caso a ligação seja válida, mas não sintetizasse a relação entre os conceitos, ou seja, não seja significativa, poderia atribuir 2 pontos. No quesito Exemplos, 2 são considerados como válidos no mapa, portanto, atribui-se 1 ponto para cada. Totalizando para todo o mapa um total de  $(11+20+20+2) = 53$  pontos.

Esta maneira de atribuição de pontuação para um instrumento qualitativo pode parecer, de início, uma maneira de torná-lo quantitativo. Contudo, ressaltamos que o valor total do mapa é um número que carrega consigo um significado. Ele não representa somente uma quantidade, mas um valor que se constitui a partir de muitos critérios que evidenciam ou não a construção de significados, que é a final, o objetivo da aprendizagem significativa. Assim, interpretamos que, quanto mais alto for o valor atribuído a um mapa, mais rico em significados ele demonstra ser, e, portanto, maiores são os indícios de aprendizagem significativa. Decidimos não utilizar um mapa de referência para efeitos de comparação nesta pesquisa, mas somente analisar os mapas do ponto de vista qualitativo a partir da significação dos valores atribuídos a eles.

#### 4.3.4 Quiz de Conteúdo e Atividades Extra Classe

Colaborando com os dados coletados e com a análise proporcionada por meio da sistematização da avaliação de qualidade dos mapas conceituais, e procurando também enriquecer por meio de outros instrumentos a discussão em torno da investigação dos indícios de aprendizagem significativa, outras ferramentas contribuíram para uma fundamentação sólida acerca dos achados desta pesquisa.

Além dos mapas conceituais, foi utilizado o *Quiz* de conhecimento como instrumentos de investigação de indícios de aprendizagem significativa. A ideia central da atividade é permitir, de acordo com Oliveira (2020), a revisitação de conceitos da aula por meio de uma atividade lúdica que motive a interação ao invés da memorização.

Realizada de maneira colaborativa, esta atividade buscou evidenciar a retenção de conceitos por meio de uma atividade lúdica, com estímulos à competitividade e sentimento de progressão próprios dos sistemas gamificados, configurando elementos de Mecânica, Dinâmica e Estética (MDE) (ALVES, 2015).

Assim, a cada encontro formativo foi realizado um *Quiz* de conhecimento contendo 5 questões referentes ao assunto tratado naquele encontro. As questões eram projetadas virtualmente para os estudantes, que as solucionavam individualmente, discutiam coletivamente as respostas, em grupos de *Whatsapp*, e por fim, após deliberarem em consenso uma resposta, recebiam do professor por meio do chat da sala virtual no *Google Meet*, um formulário eletrônico para escolher a alternativa. O tempo direcionado para a solução e marcação do gabarito era de 5 minutos para cada questão do *Quiz*.

As questões foram organizadas de maneira sequenciada com relação aos conteúdos ministrados e apresentadas em níveis de dificuldade progressivos, evidenciando o aspecto de diferenciação progressiva da TAS. Ao mesmo tempo, procurando confrontar e estabelecer novos conceitos ou mesmo solucionar inconsistências restantes do processo de diferenciação, ao final de cada questão, o professor promovia um *feedback* instantâneo corrigindo-a, tornando possível o processo de reconciliação integradora nesta atividade.

Procurando investigar a disposição dos estudantes em querer permanecer em contato com os conteúdos trabalhados em sala de aula, utilizou-se, então, nesta intervenção pedagógica, as Atividades Extraclasse, procurando corroborar com os outros instrumentos de investigação, evidenciar os indícios de aprendizagem significativa.

Para além do objetivo supramencionado, as Atividades Extraclasse possuem uma característica peculiar em relação aos outros instrumentos. Elas são atividades não obrigatórias e com essa característica, procuramos investigar, de acordo com Silva, Sales e Castro (2018) a atitude potencialmente significativa dos estudantes em querer relacionar os objetos de aprendizagem trabalhados em sala em outros momentos de sua rotina diária, evidenciando, em conformidade com Silva (2020), essa vontade permissiva própria da segunda condição de aprendizagem significativa, por meio da devolução e desempenho nessas atividades.

Desta maneira, ao final de cada Encontro Formativo, uma Atividade Extraclasse foi encaminhada para os estudantes, para que pudessem de maneira espontânea e individual, solucioná-la e devolvê-la ao professor. As tarefas, para que pudessem se ajustarem com a estrutura gamificada MDE, foram apresentadas como missões que culminavam em pontuação extra na competição, então, além de não serem atividades obrigatórias, elas procuraram estimular o sentimento de conquista e desafio nos estudantes (WERBACH; HUNTER, 2015).

Além de procurar despertar o engajamento por meio dos sentimentos de conquista e desafio, as atividades foram pensadas em não refletir uma tarefa convencional, por isso, para sua construção foram utilizadas várias plataformas, entre elas o site de *Quiz* eletrônico o *Kahoot*<sup>13</sup>, a plataforma de atividades interativas *Liveworksheets*<sup>14</sup>, e uma plataforma que converte um questionário em jogos eletrônicos, o *Wordwall*<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup>Kahoot é uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos, de origem norueguesa e disponível no endereço <https://kahoot.com>. Ela incorpora o design de jogos para aumentar o engajamento na aprendizagem (GAZOTTI-VALLIM; GOMES; FISCHER, 2017). Seus jogos denominados “kahoots” são na verdade testes com questões de múltipla escolha, ou verdadeiro e falso, em sua versão gratuita.

<sup>14</sup>A plataforma Liveworksheet, de acordo com Tomalá e Carrión (2021), pertence às ferramentas da web 2.0 e pode ser acessada no endereço eletrônico <https://www.liveworksheets.com>. A plataforma permite transformar atividades convencionais em atividades dinâmicas, com a inserção de diversos recursos tecnológicos, como vídeos, áudio, questões associativas, de múltipla escolha, de preenchimento, entre outras possibilidades.

<sup>15</sup>De acordo com Sales *et al.* (2022) o *Wordwall* é uma plataforma educacional que busca criar experiências educativas por meio de jogos educacionais. A plataforma está disponível no endereço eletrônico <https://wordwall.net/pt/> e configura-se como uma versátil ferramenta multidisciplinar contando com diversas formatações de jogos, desde jogo de auditório, a um jogo de perseguição.

#### 4.3.5 *Jogo de Aprendizagem EletroWizard*

Como etapa final, pretendendo proporcionar um momento de revisão geral dos conceitos trabalhados durante toda intervenção pedagógica, preceito fundamentado nos aspectos sequenciais da UEPS de (MOREIRA, 2011b), bem como utilizar do jogo como instrumento de engajamento em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada, utilizou-se do jogo EletroWizard que compõe o produto educacional desenvolvido para esta intervenção pedagógica, disponível no final deste trabalho, como instrumento de coleta de evidências que corroborem com a aprendizagem significativa dos Estudantes.

O jogo EletroWizard é um jogo de tabuleiro que pode ser jogado individualmente ou por equipes, e possui uma dinâmica que mescla a ludicidade própria dos jogos de diversão e a seriedade dos jogos de aprendizagem. Contextualizado no universo temático da saga Harry Potter, o jogo conta com cartas de charadas e livros que contém desafios relacionados aos conteúdos sobre os temas abordados ao longo da intervenção pedagógica. Além disso, permite também que os jogadores possam fazer transações comerciais e adquirir bens ao longo do jogo, entre outras funções que são melhor detalhadas no Apêndice B, onde se localiza o Produto Educacional desta investigação.

#### 4.3.6 *Teste Somativo*

Nas subseções anteriores, foram evidenciados alguns instrumentos de coleta de dados, que juntos buscam investigar nesta intervenção pedagógica os indícios de aprendizagem significativa, bem como a externalização de atitudes potencialmente significativas dos estudantes durante o processo.

Alguns destes instrumentos, foram utilizados de maneira colaborativa e formativa com produção de *feedbacks* instantâneos durante as aulas. Outros instrumentos tinham caráter individual e formativo, alguns com aspectos lúdicos incorporados. E juntando-se a todas estas maneiras de avaliar, tratada em pé de igualdade com as demais, aplicou-se também um último instrumento de investigação, o teste somativo (MOREIRA, 2011b).

De acordo com Moreira (2011b), todas as formas avaliativas são equivalentes durante o processo de investigação em uma UEPS, mas elas interpretam a aprendizagem por diferentes aspectos. Enquanto uma possui características qualitativas, o teste somativo possui aspectos mais quantitativos. Desta forma, como instrumento final de investigação,

aplicou-se um teste contendo 10 questões abordando todos os conteúdos trabalhados durante a intervenção e abrangendo conceitos gerais e outros mais discriminados, além de procurar contextualizar o conhecimento em tecnologias utilizadas no cotidiano.

#### 4.4 Estrutura das Aulas

No decorrer da intervenção pedagógica as aulas seguiram uma trilha de conhecimento, a UEPS-G, que na gamificação foi subdivida em níveis com intuito de acrescentar elementos da MDE, que conforme Werbach e Hunter (2015), compõe o tripé da gamificação. Todos os conteúdos ministrados durante as aulas foram classificados em temas e correspondem a um nível dentro da competição, demarcando o progresso tanto dos conteúdos quanto o desenvolvimento dos estudantes dentro da competição conforme o Quadro 4 a seguir.

**Quadro 4** – Progressão dos conteúdos e dos Níveis da competição.

Nível	Tema/Conteúdo	Descrição
0	Apresentação da Gamificação e Mapas Conceituais. (2 horas/aula)	<p>Neste nível da competição deve ser explicado o funcionamento da gamificação, o sistema de avaliação, as atividades, etc. Deve também haver uma apresentação sobre a confecção dos mapas conceituais, já que os estudantes na maioria dos casos desconhecem esse instrumento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aplica-se neste nível um questionário para investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes e que pode ser tomado como uma atividade necessária para progressão dentro da competição.</li> <li>✓ Aplica-se neste nível um questionário para investigação de sentimentos e percepções dos estudantes com relação à disciplina de Física e as metodologias adotadas no processo de ensino.</li> </ul>

Nível	Tema/Conteúdo	Descrição
1	Introdução a Eletricidade: Tipos e fontes de energia.	<p>Neste nível os conteúdos são propriamente iniciados com um tema mais genérico que abrange conteúdos como a geração de energia, as fontes e tipos de energia e de usinas de transformação.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também neste nível que se solicita a construção do 1º mapa conceitual da competição.</li> </ul>
2	Teorias Atômicas e Carga Elétrica.	<p>Este nível da gamificação trata o assunto de atomística e um resgate a história de evolução dos modelos de composição da matéria bem como aborda o cerne na eletricidade, a carga elétrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> </ul>
3	Quantização e Quantidade de Carga	<p>Este nível trata do conteúdo de quantização da carga elétrica e suas quantidades múltiplas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> </ul>
4	Processos de Eletrização	<p>Neste nível são tratados os assuntos de processo de eletrização por atrito, contato e indução e suas implicações em fenômenos cotidianos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também neste nível que se solicita a construção do 2º mapa conceitual da competição.</li> </ul>

Nível	Tema/Conteúdo	Descrição
5	Força Elétrica	<p>Neste nível da competição trata do assunto de força elétrica e as características das interações entre partículas carregadas eletricamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> </ul>
6	Campo Elétrico	<p>Este nível da gamificação aborda o assunto de campo elétrico e sua atuação com relação a mediação das interações elétricas. Trata também sobre aplicações práticas desde conhecimento no cotidiano.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final do Nível aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também neste nível que se solicita a construção do 3º mapa conceitual da competição.</li> </ul>
7	Revisão – Jogo EletroWizard	<p>Este último nível da competição objetiva revisar todos os conteúdos estudados durante o bimestre.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Neste nível é aplicado o jogo EletroWizard como instrumento de revisão dos conteúdos.</li> <li>✓ Aplica-se também um teste somativo na forma de avaliação bimestral.</li> <li>✓ Aplica-se, por fim, um questionário procurando investigar sentimentos e opiniões sobre a disciplina de Física, as metodologias de ensino adotadas na intervenção, os conteúdos ministrados e as estratégias de engajamentos.</li> </ul>

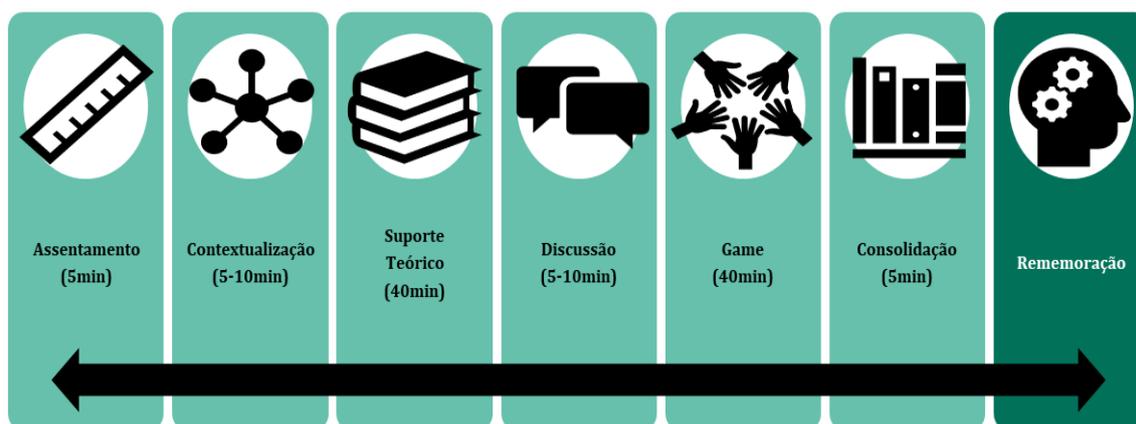
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O Quadro 4 é um resumo dos principais acontecimentos no âmbito da UEPS-G e que estão diretamente relacionados aos objetivos desta pesquisa. Em cada nível estão destacados os conteúdos a serem ministrados, as atividades a serem desenvolvidas e os instrumentais de coleta de dados utilizados. Importante ressaltar que o instrumental sistemático de observação, seção 4.3, é utilizado do nível 1 ao nível 6 da competição com intuito de avaliar a execução de atividades e comportamentos desejáveis dos estudantes. Objetiva-se, por meio desta trilha de conhecimento explicitada no Quadro 4, criar uma narrativa coerente e evidenciar o elemento de progressão dentro da gamificação (WERBACH; HUNTER, 2015).

Do mesmo modo, as aulas da intervenção foram pensadas tanto em estrutura estética, quanto pedagógica, para remeter a progressão dos estudantes tanto em conteúdos quanto na competição. Para isso as aulas foram divididas em Etapas que serão definidas a seguir, e os slides de aula, apêndice B, possuem uma identidade visual padronizada que remetem aos jogos e trazem aspectos que remetem aos elementos de Emoção, Narrativa, Progressão, Emblemas, Níveis, etc. (WERBACH; HUNTER, 2015).

Considerando o passo a passo, ou aspectos sequenciais da UEPS de Moreira (2011), as aulas dentro da gamificação foram executadas em Etapas, Figura 31, que buscaram trazer contidas estas características fundamentais presentes na Unidade e que visam a potencialização dos indícios de aprendizagem significativa por meio de procedimentos que permitem a externalização do conhecimento prévio do estudante, um primeiro contato de maneira introdutória aos conteúdos, a formalização do conhecimento e o revisitar integrativo dos conceitos.

**Figura 31** – Etapas das aulas durante a UEPS-G.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A primeira Etapa, Assentamento, consiste no estabelecimento de conhecimentos prévios que cada estudante carrega consigo, para que sirvam de norteadores na condução da aula e no esclarecimento de assuntos e dúvidas, buscando do aprendiz ideias âncoras que possam se relacionar com o conteúdo e materiais de aula de maneira não-litera e não-arbitrária (MOREIRA, 2011b).

Como orientado na UEPS, este momento é construído a partir de uma discussão em que o professor é o intermediador e os estudantes coparticipantes do momento e externalizam aquilo que conhecem sobre o assunto trabalhado na aula sem compromisso com o rigor científico (MOREIRA, 2011b). Ainda nesta etapa solicita-se dos estudantes que anotem suas ideias pré-concebidas sobre tudo que foi discutido no momento, para que possam comparar com suas novas ideias ao final da aula. A atividade é feita colaborativamente, pois, como já mencionado na seção anterior, a gamificação é realizada em grupos.

A segunda Etapa, Contextualização, visa trazer uma situação cotidiana, fato, curiosidade ou pergunta norteadora para ser debatida. O material apresentado nessa etapa funciona como organizadores prévios de aprendizagem enunciados por Ausubel (2000), quando pretende introduzir o conteúdo de maneira mais genérica servindo de ponte entre o que os estudantes já conhecem e aquilo que virão a aprender.

Para isso, variadas ações podem ser desenvolvidas nesse momento da aula, como a leitura de um pequeno texto, um vídeo, música, experimento, charada, simulação, ou qualquer outro meio que permita aos estudantes conectarem o que já sabem com o conteúdo que se pretende apresentar. Segundo os aspectos sequenciais da UEPS, esta situação pode envolver diretamente o tópico a ser trabalhado em aula, contudo, sem intenção de ensiná-lo, mas de problematizá-lo (MOREIRA, 2011b).

Na terceira Etapa, Suporte Teórico, como o nome sugere, prioriza dar sustentação a conceitos mal elaborados na primeira etapa da aula e propor também novos conceitos a fim de confrontá-los com os já estabelecidos e aprimorá-los. Amparado por Moreira (2011b), esta etapa da unidade de ensino externa mecanismos de compartilhar conhecimento formal com os estudantes, respeitando a diferenciação progressiva, partindo de conteúdos mais gerais e chegando a exemplos e aspectos mais específicos.

As Etapas quatro (Discussão) e cinco (Game), embora sejam estruturalmente diferentes elas traçam um objetivo comum dentro da UEPS que é dar continuidade e retomar os assuntos da etapa anterior, contudo, em um nível de complexidade mais alto

(MOREIRA, 2011b). Na Etapa de Discussão, são tratados tópicos que se relacionam com o tema estudado e abertos ao debate entre os estudantes e intermediados pelo professor. É uma etapa favorável para que os estudantes construam coletivamente saberes que sozinhos não seriam capazes ou que seriam pouco articulados, possibilitando uma troca de conhecimento entre eles.

Posteriormente o assunto é problematizado por meio de um *Quiz* de conteúdo, na Etapa de Game, que aborda o tema sob uma perspectiva teórico-histórica ou tecnológica. Respeitando a diferenciação progressiva nos procedimentos da UEPS, as questões a serem solucionadas pelos estudantes são arranjadas em três níveis de dificuldade e apresentadas do nível mais fácil e genérico, para o mais difícil e aplicado, sempre buscando trabalhar os conceitos abordados na aula de maneira mais elaborada (MOREIRA, 2011b).

A Etapa da Consolidação é a última etapa executada na sala de aula e é um momento para socializar o que os estudantes não sabiam e o que agora sabem em vista do processo de aprendizagem que percorreram sobre o tema proposto, retomando aspectos mais relevantes do conteúdo sob uma perspectiva integrativa como também proporcionando um processo de reconciliação integradora (MOREIRA, 2011b). Nesta etapa abre-se uma discussão sobre os conceitos mais importantes trabalhados na aula e os estudantes externalizam aquilo que era conflitante para eles e que foi solucionado ou sinalizam aquilo que ainda permanece conflitante permitindo que por meio da troca de ideias entre eles próprios e o professor as diferenças sejam solucionadas.

A última Etapa, Rememoração, acontece extraclasse e trata-se de uma atividade individual e não obrigatória, mas avaliativa e formativa, que objetiva ressignificar os conceitos apreendidos durante a aula (MOREIRA, 2011b). Não se trata de uma etapa que visa mecanizar o processo de aprendizagem, mas com objetivo de proporcionar o contato insistente com os conceitos apresentados em sala. Estas atividades foram realizadas de maneira interativa na plataforma *Liveworksheets*, por meio de jogos na plataforma *Wordwall* ou por meio de *Quiz* na plataforma *Kahoot* e encaminhadas para os estudantes por meio dos grupos de WhatsApp.

Toda esta estrutura das aulas percorrida desde a Etapa de Assentamento à Etapa de Rememoração foi pensada segundo os pilares estruturantes da UEPS. Além dos aspectos da teoria da aprendizagem significativa também foram considerados em sua construção os aspectos estruturantes da gamificação ou elementos da MDE (Mecânica,

Dinâmica e Estética), vide produto educacional no Apêndice C. Em todos os encontros desta intervenção utilizou-se da UPESiG e, portanto, desta estrutura apresentada anteriormente para apresentação dos conteúdos nas aulas. O detalhamento dos acontecimentos de cada encontro foi dividido em tópicos para melhor apresentação das ações desenvolvidas e estão vinculados na seção seguinte de Resultados e Discussões.

## **Capítulo 5**

### **Resultados e Discussões**

O capítulo de Resultados e Discussões traz uma compilação e análise dos dados produzidos durante o processo de intervenção pedagógica. Cada aula temática, aqui nomeadas como encontros, podem ser entendidos como os níveis da competição dentro da UEPS-G e cada nível utilizou alguns instrumentos de coleta de dados que buscavam evidenciar os objetivos desta pesquisa. A seguir serão apresentados os acontecimentos de cada encontro, bem como os resultados encontrados e uma análise destes.

#### **5.1 Encontro Integrativo**

##### *5.1.1 Descrição do Encontro Integrativo*

O Encontro Integrativo, como sugere o nome, correspondeu ao princípio do desenvolvimento da intervenção pedagógica, e não buscou, a princípio, introduzir os objetos de aprendizagem das aulas, mas explicar aos estudantes o funcionamento da estrutura gamificada da intervenção, explicar sobre a confecção dos mapas conceituais, e também para aplicar os primeiros instrumentos de coleta de dados, o Questionário 1 de Investigação de Subsúncos, e o Questionário 2 de Investigação de Opinião, que tinham como objetivo, respectivamente, aferir os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conteúdos que posteriormente seriam trabalhados em aula e levantar as percepções dos estudantes sobre a disciplina de Física, e suas experiências de aprendizagem com metodologias de ensino aplicadas no ensino da disciplina.

Em um primeiro momento, como foi um contato inicial com as turmas de 3ª série, foi proposta uma dinâmica de apresentação e expectativas. Os estudantes tiveram que se apresentar rapidamente e também dizer o que esperavam no geral sobre a etapa final do

ensino médio. Este momento foi realizado via Google Meet com os estudantes participando via chat ou áudio e finalizado com o professor fazendo sua apresentação pessoal e apresentando suas expectativas com a turma.

Após o momento de apresentações, o encontro seguiu com a apresentação de slides, contendo a estrutura gamificada da intervenção, os aspectos e comportamentos avaliados durante o processo, as pontuações, atividades e trabalhos, notas e as regras em geral que afetam diretamente o desempenho deles no final do bimestre.

Tendo apresentado a intervenção pedagógica para os estudantes o passo seguinte foi apresentar o instrumento de avaliação, Mapa Conceitual. Percebendo que na maioria dos casos, na minha práxis, os estudantes desconhecem os mapas conceituais como instrumentos de sintetização e explanação do conhecimento, e tendo em vista a importância do instrumento para a coleta de indícios de aprendizagem significativa, fez-se necessário uma apresentação formal sobre como construir os Mapas Conceituais. Algumas dúvidas surgiram durante a explicação, e foram sanadas no momento.

### *5.1.2 Investigando subsunçores*

Como prática final deste encontro, os estudantes foram submetidos a um questionário inicial que pretendia averiguar suas ideias construídas até então, sobre o conteúdo que seria ministrado nesta unidade de ensino. Esta etapa faz-se necessária, pois conhecer a “disponibilidade de ideias relevantes ancoradas na estrutura cognitiva” dos estudantes em relação ao que se pretende ensinar é fundamental na aprendizagem verbal e na retenção significativa (AUSUBEL, 2003, pag.171).

Deste modo, o Questionário de Investigação de Subsunçores, Questionário 1 no Quadro 5 a seguir, objetivou verificar a disponibilidade de conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva dos estudantes (AUSUBEL, 2003). Esta ação tinha o intuito de produzir um material valioso que pudesse posteriormente auxiliar na adequação dos materiais de aprendizagem da intervenção pedagógica, atendendo ao princípio fundamental para ocorrência de aprendizagem significativa, que é, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, etapa esta fundamental na aprendizagem verbal e na retenção significativas (AUSUBEL, 2003).

A seguir, no Quadro 5, estão sistematizadas as perguntas utilizadas no questionário e a compilação de algumas respostas que representam a maioria dos estilos de respostas dadas às perguntas feitas aos estudantes.

**Quadro 5** – Externalização dos subsunçores da unidade de ensino.

Pergunta	Respostas dos Estudantes
1) O que é Energia?	1) Energia é basicamente uma grandeza física. 2) Qualquer coisa que esteja trabalhando, movendo outro objeto ou aquecendo. 3) Energia ao meu ver é uma fonte de poder usada para suprir as necessidades de todos e serve também para não poluir o mundo. 4) Potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação. 5) Tudo que constitui o universo.
2) Você saberia citar algumas fontes de energia?	1) Energia solar e energia elétrica. 2) Energia solar, energia de combustão, energia elétrica e energia de fricção 3) Energia hidrelétrica, Energia geotérmica, Energia nuclear. 4) Sol, água. Carvão, petróleo e vento. 5) O petróleo, o carvão, a força das águas e dos ventos e a luz solar.
3) Você saberia citar algum tipo de energia renovável?	1) Solar, a hidroelétrica não tenho certeza se é renovável 2) Eólica e solar 3) Energia eólica, energia solar, energia hidráulica 4) Energia limpa, exemplo dos painéis solares, e a eólica que é muito usada. 5) Energia solar, energia hidrelétrica, petróleo, gás natural.
4) Você saberia citar algum tipo de energia não-renovável?	1) Petróleo, carvão mineral, gás natural e nuclear. 2) Energia de combustão, tipo petróleo ou com madeira 3) Energias que provém dos combustíveis fósseis, por exemplo o petróleo. 4) Eólica. 5) Biomassa.

Pergunta	Respostas dos Estudantes
5) O que é eletricidade?	<p>1) A eletricidade abrange vários fenômenos que apresentam descarga elétrica.</p> <p>2) Eventos que ocorrem cargas elétricas.</p> <p>3) É um nome usado para definir a Energia que usamos no nosso dia a dia e virou uma necessidade já para todos nós.</p> <p>4) Variedade de fenômenos do fluxo de carga elétrica.</p> <p>5) É algo que compõe fluxo e carga elétrica, o relâmpago pode ser um exemplo.</p>
6) Eletricidade pode ser classificada como um tipo de Energia?	<p>1) Sim.</p> <p>2) Sim, pois a eletricidade só ocorre por conta da energia.</p> <p>3) Elétrica.</p> <p>4) A eletricidade é um tipo de energia relacionada aos elétrons (partículas negativas dos átomos), classificada como Estática e Dinâmica.</p> <p>5) Sim, pode ser classificada como energia elétrica, só que ela é modificada, sendo de na maioria das vezes transformações químicas e também mecânicas.</p>
7) Podemos obter outros tipos de energia a partir da eletricidade? Quais?	<p>1) Não sei.</p> <p>2) Sim, energia térmica, atômica, química etc.</p> <p>3) Sim, energia térmica.</p> <p>4) Sim, pode ser transformada em Energia solar, nuclear, térmica, luminosa.</p> <p>5) Sim, a energia térmica e um exemplo.</p>
8) O que você entende por "matéria"?	<p>1) É tudo aquilo que tem massa e volume.</p> <p>2) Matéria é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço.</p> <p>3) Matéria é todo e qualquer tipo de elemento físico ou real que ocupa espaço num determinado lugar.</p> <p>4) E tudo que tem massa e ocupa um lugar num devido espaço.</p> <p>5) A matéria é tudo aquilo que compõe um corpo sólido, líquido ou gasoso e é também o que possui massa.</p>

Pergunta	Respostas dos Estudantes
9) O que é "matéria" no contexto das Ciências? E qual a sua composição (de que ela é feita)?	<p>1) É tudo que tem massa e ocupa um lugar no espaço. É composta por átomos.</p> <p>2) Matéria é tudo aquilo que possui massa e ocupa lugar no espaço sendo composta por pequenas partículas, chamadas de átomo.</p> <p>3) É composta por moléculas e átomos unidos.</p> <p>4) Madeira, ferro, aço.</p> <p>5) Matéria é tudo que tem massa e ocupa espaço, é composta principalmente de átomos.</p>
10) O que você entende por "átomo"? Tente imaginar o tamanho de um átomo, qual tamanho você atribuiria a ele?	<p>1) É uma estrutura composta por partícula por matéria, e é constituído por nêutrons, prótons e elétrons. Não sei (referente ao tamanho).</p> <p>2) O átomo é a menor unidade que compõe uma matéria, ou seja, é a unidade básica. Não consigo atribuir um tamanho ao átomo.</p> <p>3) Átomos são onde ficam os nêutrons, prótons, núcleo, elétrons etc. MINÚSCULO.</p> <p>4) Uma unidade que é composta por prótons, elétrons, nêutrons e que possui um núcleo. Um tamanho menor que uma célula.</p> <p>5) O átomo é a unidade básica da matéria, e ele pode ser dividido sem fazer com que perca suas propriedades químicas. Na minha percepção o átomo deve ser muito pequeno.</p>
11) O átomo é composto por outras coisas? Se sim, quais são elas?	<p>1) Nêutrons, prótons e elétrons.</p> <p>2) Sim. É composto por nêutrons, prótons e elétrons.</p> <p>3) Sim, ele é composto por Prótons e Elétrons.</p> <p>4) Uma estrutura de um átomo é dividida basicamente em duas regiões: o núcleo, que é formado pelos prótons e nêutrons, e a eletrosfera, formada por elétrons e um grande vazio.</p> <p>5) Sim, cargas elétricas se não me engano.</p>

Pergunta	Respostas dos Estudantes
12) O que você entende por "Carga"?	1) Algo que transporta outra coisa 2) Entendo que seja algo que venha numerar ou dependendo do contexto algo que venha gerar. 3) Carga é tudo que conduz eletricidade. 4) Aquilo que pode gerar movimento. 5) São propriedades que carregam consigo, uma determinada quantidade de eletrização.
13) O que você entende por "Carga Elétrica"?	1) Algo que é composto por uma carga positiva e outra negativa. 2) É uma propriedade que compõe o átomo e que possuem partículas eletrizadas, sendo elas, os Prótons (Positivo) e Elétrons (Negativo). 3) O que determina interações eletromagnéticas. 4) Eu entendo que seja uma propriedade física para determinar as interações eletromagnéticas. 5) Carga elétrica é uma propriedade física que é fundamental e está armazenada em grande quantidade nos corpos.
14) O que você entende por Quantização?	1) É quando podemos atribuir um valor. 2) Eu não sei dizer muito bem. 3) É a atribuição de valores, porém, não são valores contínuos. 4) Algo que venha enumerar, quantificar determinada coisa. 5) Eu não sei explicar, não entendo esse assunto ainda
15) O que você entende por Conservação?	1) É quando podemos conservar um valor de um elemento, corpo. É algo que não podemos mudar. 2) Refere-se a algo que não muda. 3) A conservação se refere a algo se mantém e não muda, mas se permanece constante ao longo do tempo. 4) Não sei. 5) Refere-se a algo que não muda, a variável sempre vai manter o mesmo valor.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Podemos observar no Quadro 5, que a maioria das perguntas foram respondidas com êxito e foram bem fundamentadas com relação ao assunto tratado na mesma.

Algumas respostas com conceitos mal elaborados como em, ‘É composta por moléculas e átomos unidos’, na pergunta 9, demonstra uma falta de discriminação dos conceitos de moléculas e átomos inerentes a processos ineficazes em reconciliar um novo conhecimento com aquele estabelecido, mas essencialmente conectados com a definição de matéria. O conceito, portanto, não está bem elaborado, mas pode ser ajustado a partir de processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, nos materiais de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Esta etapa de verificação dos conceitos subsunçores dos estudantes é muito importante para o planejamento da apresentação de conceitos na unidade de ensino, pois na aprendizagem subordinante é fundamental o domínio de conceitos prévios. A disposição sequencial das atividades de aprendizagem depende, em parte, desses conceitos ancorados na estrutura cognitiva e sua retenção significativa (AUSUBEL, 2003).

Em algumas perguntas, 7, 14 e 15, por exemplo, tivemos a externalização de conceitos inexistentes elaborados por meio de respostas como “não sei” ou “não sei explicar”. Para estes estudantes, em especial, a diferenciação progressiva dos conteúdos deve ser ainda mais fundamental e explícita, pois como bem elabora Gagné (1977, apud AUSUBEL, 2003, p.172) “a aquisição do conhecimento é um processo onde cada capacidade nova constrói uma base estabelecida por capacidades anteriormente apreendidas”. O autor ainda ressalta a importância de elaborar sequências de aprendizagem partindo deste preceito anterior, permitindo assim que se evite erros ao saltar etapas importantes para a aquisição de conhecimento (GAGNÉ, 1977, apud AUSUBEL, 2003, p.172).

### *5.1.2 Metodologias aplicadas no Ensino de Física*

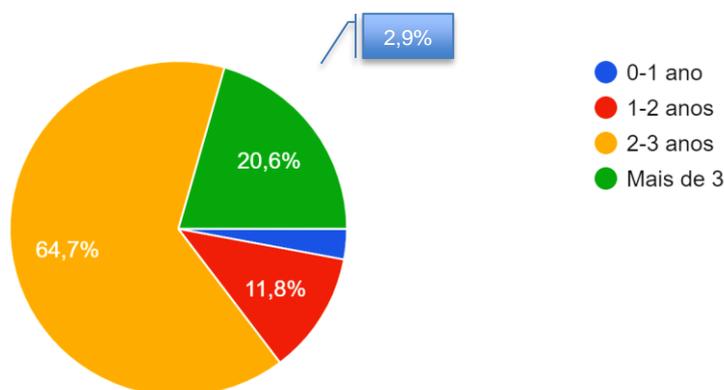
Além do instrumental de investigação de subsunçores, foi aplicado um outro instrumental de pesquisa, do tipo questionário, com finalidade de conhecer melhor o público estudantil com objetivo de investigar as experiências e percepções dos estudantes sobre a disciplina de Física e as metodologias executadas em seu ensino. O Questionário 2 foi encaminhado para os estudantes via Google Formulário que pretendia averiguar a familiaridade, afinidade e também os tipos de metodologias utilizadas durante o processo de aprendizagem na disciplina de Física, ao longo da vida estudantil dos integrantes da pesquisa. Os dados expostos a seguir demonstram as opiniões e percepções dos estudantes

sobre o tópico perguntado. As respostas foram coletadas sem distinção nas turmas de 3ª série.

**Gráfico 1** – Tempo de estudo da disciplina de Física

1) Há quanto tempo você estuda a disciplina de Física?

34 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

No gráfico 1, podemos observar que a maioria dos estudantes, 64,7%, tiveram contato com a disciplina de Física apenas no ensino médio, com um tempo máximo de 3 anos. Apenas 20,6% dos estudantes estudaram mais que 3 anos a disciplina e outros 14,7% estudaram 2 anos ou menos. Estes resultados são consonantes com a observação cotidiana, para os 20,6% dos estudantes que estudaram Física por mais de 3 anos, onde muitas vezes a Física é apresentada somente no último ano do ensino Fundamental, e destoa dos 64,7% dos estudantes que estudaram a disciplina por apenas 3 anos. (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017).

Os resultados são importantes para compreender que os conhecimentos subsunçores dos estudantes sobre assuntos pertinentes a disciplina de Física podem ter sido construídos predominantemente durante esse período de contato com a disciplina. Tempo este, muito reduzido se pensarmos o quão extenso são os conteúdos de Física no ensino médio (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017) e o quão reduzida é a carga horária da disciplina desta etapa educacional (MOREIRA, 2017). Assim o tempo de contato com o conteúdo acaba por se tornar uma variável muito importante na construção de conceitos mais bem discriminados ao longo do processo de aprendizagem.

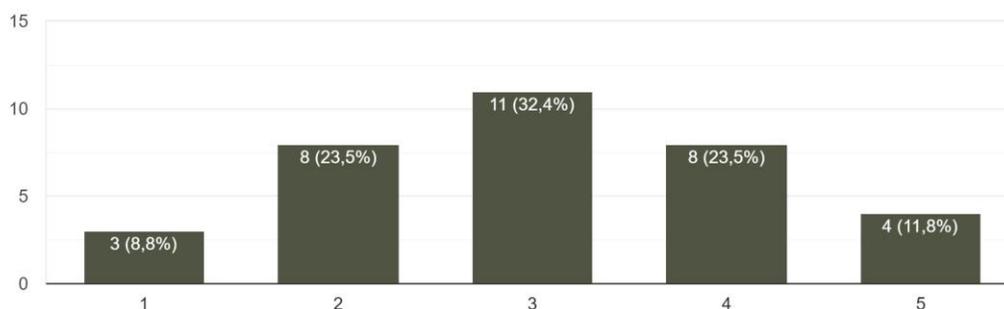
Além do tempo destinado a aprendizagem, outros fatores contribuem para que a disciplina de Física seja interpretada como uma grande vilã no ensino médio. O ensino desarticulado, a redução a leis e fórmulas e a estrita preparação para resolução de exercícios de vestibular tornam a disciplina desinteressante para os estudantes

(ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017). O Gráfico 2 e o Quadro 6 a seguir corroboram com os autores quando trazem a realidade externada por esta pesquisa.

**Gráfico 2 – Afinidade com a disciplina de Física**

2) Em uma escala de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima), avalie seu interesse em estudar a disciplina de Física.

34 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 6 – Razões de Afinidade e Não-Afinidade com a disciplina de Física.**

Razões para Afinidade	Razões para Não-Afinidade
1) Porque tem assuntos bem interessantes. 2) Metodologia utilizada, os conceitos, assuntos e muitas pessoas que admiro foram físicos. 3) Métodos de ensino do professor. 4) Os fenômenos da natureza. 5) A física responde vários acontecimentos do universo.	1) A quantidade de temas que são em grande maioria complexos. 2) É que é uma disciplina meio complicada. 3) As contas. 4) A maneira que as vezes é apresentada, muita teoria, sem inovações. 5) Assim...eu não gosto nada que envolva matemática porque sei que nem tudo que ensinam serve para a vida toda e isso é fato. Não usamos nem a metade do que ensinam nas escolas.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Do Gráfico 2 observamos que apenas 35,3% dos estudantes tem interesse pela disciplina de Física, se considerarmos os conceitos 4 e 5 como avaliação positiva. 32,4% dos estudantes têm interesse mediano e 32,3% têm pouco interesse na a disciplina se considerados os conceitos 1 e 2 como avaliação negativa.

No Quadro 6, uma das razões para a não identificação com a disciplina de Física é *“Assim...eu não gosto nada que envolva matemática porque sei que nem tudo que ensinam serve para a vida toda e isso é fato. Não usamos nem a metade do que ensinam nas escolas.”* Revela-se nessa fala uma das urgências evidenciadas na reformulação do ensino médio, por meio da BNCC, que são as aprendizagens essenciais para os estudantes durante a educação básica. Essas aprendizagens essenciais, ainda segundo o documento normativo da base, devem atender às finalidades do ensino médio e às demandas de formação da contemporaneidade, e aos anseios presentes e futuros dos estudantes (BRASIL, 2018).

Os motivos expostos no Quadro 6 contemplam a distribuição percentual uniforme do Gráfico 2 e ressaltam os motivos pelos quais a disciplina de Física é mal compreendida. A quantidade de conteúdos, sua complexidade e a redução a cálculos são alguns dos motivos mencionados pelos estudantes e ressaltados em (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017 e BEZERRA et al., 2009).

Em Bezerra et al. (2009) como também em Pasqualetto (2018), as estratégias ou metodologias de ensino tem papel fundamental no desenvolvimento do processo de aprendizagem do estudante e buscam resgatar por meio delas o prestígio da disciplina de Física que se perde diante dos fatores já expostos.

No trabalho de Bezerra et al. (2009) destaca-se que, embora haja uma crença entre os professores de que a inovação de recursos metodológicos facilita a aprendizagem nas aulas de física, existe também uma inércia por parte dos profissionais em utilizar estas metodologias muitas vezes justificadas pela escassez de recursos e pela aversão dos estudantes à disciplina de Física.

Em Pasqualetto (2018) é evidenciado a crescente utilização de metodologias que procuram trazer os estudantes para a centralidade do processo educacional, as chamadas metodologias ativas de aprendizagem. Contudo, são elencados também fatores que prejudicam a implementação destas metodologias como o reduzido tempo de interação entre professor e aluno, falta de recurso físicos e financeiros, exigência de maior tempo de planejamento, por exemplo. Essa tendência evidenciada nesses trabalhos é corroborada no Quadro 7 a seguir.

**Quadro 7** – Metodologias de ensino mais utilizadas no percurso estudantil.

<b>Metodologia</b>	<b>Descrição</b>	<b>Percentual (%)</b>
Expositiva	O professor explica o conteúdo, o estudante anota e participa brevemente da aula.	67,6%
Expositiva Dialogada	O professor explica o conteúdo e incentiva a participação do estudante por meio do diálogo.	67,6%
Demonstrativa	O professor através de demonstração experimental ou simulação computacional introduz e discorre sobre o tema na aula.	29,4%
Experimental	Os estudantes desenvolvem o conteúdo da aula através de experimento ou simulação computacional com orientação do professor.	14,7%
Phillips 66	Os estudantes se mobilizam em grupos para discutir o tema da aula e depois expõe para toda a turma.	5,9%
Mapa Conceitual	O estudante constrói diagramas dos principais conceitos de um conteúdo e suas relações de forma hierarquizada.	38,2%
Pesquisa Dirigida	O professor direciona uma situação em que os estudantes precisam buscar informações para solução do problema.	17,6%
Resolução de Problemas	O professor fornece dados e informações e orienta os estudantes no sentido de que eles consigam desenvolver e solucionar o problema proposto.	44,1%
Estudo de Caso	É quando o professor propõe uma ou mais situações problemas vivenciadas no cotidiano e que se relacionam com o conteúdo da aula e incentiva os estudantes a elaborar e solucionar problemas.	23,5%

Metodologia	Descrição	Percentual (%)
Gamificação	Quando o professor utiliza jogos de aprendizagem, técnicas e características dos jogos em uma experiência de sala de aula, tornando o conteúdo uma espécie de problema a ser superado, como nas fases de um game.	41,2%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O Quadro 7 corresponde a uma compilação de um questionamento que podia receber mais de uma resposta, por isso cada metodologia exposta no quadro poderia corresponder até 100% das respostas dos questionados. O que depreendemos desta investigação é que as metodologias mais utilizadas por professores, sob a perspectiva dos estudantes, são as estratégias de Aula Expositiva ou Expositiva Dialogada que correspondem a 67,6% de ocorrência cada. Os dados concordam com Bezerra et al. (2009) como também com Pasqualetto (2018), em que esse tipo de metodologia demanda menos tempo de planejamento, e menos recursos físicos e financeiros para sua execução.

Algumas outras metodologias como Phillips 66 (5,9%) e mapa conceitual (38,2%), embora demandem um razoável tempo de planejamento e poucos recursos físicos e financeiros, são menos utilizados sob a perspectiva dos estudantes, o que se pode atribuir ao desconhecimento ou falta de perícia dos profissionais em executar as estratégias.

A Gamificação (41,2%) e os Mapas conceituais (38,2%), estratégias utilizadas conjuntamente na intervenção pedagógica desta pesquisa, não são metodologias desconhecidas pelo público alvo, contudo, também não são realidade recorrente na sala de aula dos pesquisados.

Assim, partindo desta investigação sobre os conceitos subsunçores dos estudantes em relação aos objetos de conhecimentos que serão trabalhados na intervenção pedagógica, como também a partir da externalização dos aspectos inerentes à experiência dos estudantes com a disciplina de Física, as ações relatadas nos próximos tópicos foram ajustadas para a realidade demonstrada nesses levantamentos iniciais.

## 5.2 Compilação dos Encontros de 1 a 6

Nesta seção, foram compilados os resultados dos encontros educativos de 1 a 6, ou níveis da UEPS-G. Optou-se por essa sistematização, pois os encontros formativos possuem compatibilidade no modo como os instrumentais de coleta foram utilizados. Tendo as aplicações se repetiram durante os encontros e refletiram o mesmo objetivo de investigação. Desta forma, retratam o mesmo aspecto investigativo em diferentes etapas de desenvolvimento da UEPS-G.

### 5.2.1 Indícios de Aprendizagem Significativa

Durante a aplicação da intervenção pedagógica procurou-se aferir os indícios de aprendizagem significativa de acordo com aspectos fundamentais da UEPS, que, de acordo com Moreira (2011b), pressupõe um sistema avaliativo contínuo e formativo ao longo de sua implementação com registros capazes de evidenciar esses indícios.

Utilizando a abordagem MDE, destacada por Alves (2015) bem como em Werbach e Hunter (2015), procurou-se inserir esses momentos avaliativos dentro do processo de aprendizagem de modo que estes se confundissem com aspectos lúdicos do processo gamificado fazendo parte do roteiro construído e sendo essenciais para o desenvolvimento da narrativa. Assim, as pontuações adquiridas nessas atividades não simbolizavam apenas uma avaliação, mas etapas que gerariam recompensas imediatas e posteriores na competição.

Os processos avaliativos foram executados de maneira coletiva por meio dos *Quizes* de conhecimento praticados ao final de cada encontro educativo e por meio do Jogo EletroWizard no final da competição e também de maneira individual por meio das Atividades Extraclasse, ao longo do percurso educativo, e do Teste Somativo de Conhecimento aplicado no final da unidade. As estratégias trabalharam tanto o aspecto formativo como também somativo do processo avaliativo, como ressaltado nos aspectos sequenciais da UEPS (MOREIRA, 2011b).

#### 5.2.1.1 Quiz de Conteúdo (Encontros 1 a 6)

O primeiro instrumento avaliativo analisado, foram os *Quiz* de conteúdo executados durante as aulas de maneira colaborativa sob um viés avaliativo formativo. O

conteúdo de cada uma das questões utilizadas está disponível no apêndice D deste trabalho. As respostas dos grupos às perguntas durante os *Quiz* foram efetuadas e armazenadas via Google Formulário para posterior análise e os resultados estão compilados na Tabela 3 a seguir, contendo o código da questão, sua classificação quanto a complexidade e pontuação atribuída, bem como o percentual de acerto dos grupos participantes. Como as aulas ocorreram via *Google Meet*, há uma participação de todos os grupos das três salas de 3ª séries, totalizando 12 grupos participantes, com 5 integrantes cada.

**Tabela 3** – Resultados do *Quiz* de conteúdo aplicado do Nível 1 ao Nível 6 da UEPS-G.

**Quiz 1**

<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	100%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	83,3%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	91,6%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	75%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	100%

**Quiz 2**

<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	100%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	75%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	100%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	91,6%

**Quiz 3**

<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	83,3%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	83,3%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	91,6%

--	--	--	--

<b>Quiz 4</b>			
<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	91,6%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	91,6%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	91,6%

**Quiz 5**

<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	75%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	91,6%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	83,3%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	75%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	66,6%

**Quiz 6**

<b>Questão</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>% de Acertos</b>
<b>Questão 1</b>	Bronze	10	100%
<b>Questão 2</b>	Bronze	10	100%
<b>Questão 3</b>	Prata	30	91,6%
<b>Questão 4</b>	Ouro	50	83,3%
<b>Questão 5</b>	Ouro	50	100%

**Fonte:** Elaborado pelo autor

De acordo com Silva (2018b) e Schimitz e Foelsing (2018), o fundamento da aprendizagem colaborativa reside na maneira como os integrantes do grupo interagem para evoluir na aprendizagem e para atingir os objetivos traçados. Para Moreira (2011a), essas atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, têm grande potencial de viabilizar a negociação de significados facilitando a aprendizagem significativa. O conhecimento, a disponibilidade dos estudantes em trabalhar em grupo e aspectos emocionais e comportamentais são tópicos que precisam ser levados em consideração ao desenvolver essa espécie de atividade (SILVA, 2018b).

No contexto de ensino remoto emergencial, esse tipo de atividade teve que se adequar ao ciberespaço, uma espécie de estrutura física formada pelos dispositivos digitais, móveis e redes de comunicação que possibilitam a manipulação da informação

(CARNEIRO; GARCIA; BARBOSA, 2020). Para os autores Carneiro, Garcia e Barbosa (2020), esta realidade tem potencial para que se desenvolva a aprendizagem colaborativa, ressaltadas as mudanças da dinâmica do processo de ensino-aprendizagem que implicam desde a flexibilização do tempo, quanto do espaço. Neste trabalho, os GTs criaram espaços virtuais de discussão, por meio de grupos de *Whatsapp*, em que puderam debater, e compartilhar conhecimentos para então solucionar as questões solicitadas nos *Quiz*.

Da Tabela 3, anterior, podemos observar um expressivo índice de acertos em todas as questões trabalhadas durante a atividade avaliativa tipo *Quiz* em que todas as questões trabalhadas nos encontros obtiveram um percentual de acerto entre 75% e 100%. Amparados nestes resultados, podemos destacar o *Quiz* como uma ferramenta de avaliação formativa<sup>16</sup> bem sucedida dentro da UEPS-G.

Nos processos de aprendizagem colaborativos, como é o caso da atividade desenvolvida nessa intervenção o *Quiz* de conteúdo, os estudantes transpassam a qualidade de receptores, vivenciando com passividade o processo de aprendizagem, e tornam-se mais exploradores e ativos na aquisição do conhecimento (SONG, 2012). Logo, de acordo com Carneiro, Garcia e Barbosa (2020), o principal objetivo da aprendizagem colaborativa é a participação ativa dos membros. Este tipo de aprendizagem, caso planejada para atingir determinados objetivos, oferece resultados satisfatórios de acordo com (ADÁN-COELLO *et al.*, 2008).

Se realizarmos uma análise por encontro formativo, como ilustrado na Tabela 4, a partir da média percentual de acertos de cada encontro, observamos uma certa constância no percentual médio de acertos, isso pode evidenciar uma discriminação eficiente dos conceitos aprendidos ao longo das aulas, como também um exitoso processo de eliminação de diferenças ou inconsistências, dois processos simultâneos que ocorrem na estrutura cognitiva dos estudantes quando se aprende significativamente e que se observam quando os indivíduos passam a progressivamente diferenciar os significados dos novos conhecimentos, a fim de perceber entre eles diferenças, como também reunir semelhanças que os conectem (MOREIRA, 2011b).

---

<sup>16</sup> São práticas que buscam contribuir para a melhoria das aprendizagens baseada na apreciação dos progressos e do trabalho dos alunos, nesta, o professor busca ajustar de maneira mais individualizada suas intervenções pedagógicas (DANTAS, 2017).

**Tabela 4** – Média percentual de acertos por encontro formativo.

<b>Encontro Formativo</b>	<b>Média Percentual</b>
<b>Encontro 1</b>	89,98%
<b>Encontro 2</b>	91,64
<b>Encontro 3</b>	88,28%
<b>Encontro 4</b>	91,6%
<b>Encontro 5</b>	78,3%
<b>Encontro 6</b>	94,98%
<b>Média Geral</b>	<b>89,13%</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A média geral demonstrada na Tabela 4 aponta um percentual de acertos médio de 89,13%, um número satisfatório para a atividade coletiva desenvolvida. Isso nos permite afirmar que para essa realidade externada nesta pesquisa, o *Quiz* se mostrou um valioso instrumento de consolidação dos objetos de aprendizagem trabalhados durante as aulas, evidenciando fortes indícios de que a aprendizagem ocorreu significativamente.

### 5.2.1.2 Mapas Conceituais

O segundo instrumento analisado como ferramenta de investigação da construção de indícios de aprendizagem significativa, os mapas conceituais, foram documentos produzidos pelos estudantes no percurso pedagógico desta pesquisa. Um total de três mapas foram solicitados ao longo das aulas, um deles ao final do primeiro encontro (Mapa 1), um outro ao final do quarto encontro (Mapa 2) e um último ao final da intervenção, no sexto encontro (Mapa 3).

Como mencionado anteriormente no capítulo de Método da Pesquisa, devido as circunstâncias impostas pelo ensino remoto emergencial, os mapas não puderam ser apresentados de forma oral pelos estudantes, o que possibilitaria captar mais rigorosamente os significados contidos neles. Contudo, em busca de investigar esses significados, também de maneira rigorosa, os mapas passaram por uma análise qualificatória que os separaram em duas categorias, os mapas Compatíveis e os mapas Incompatíveis, de acordo com os critérios evidenciados por Novak (1999).

Após uma análise pormenorizada de cada mapa, chegou-se aos dados observados na tabela 5 a seguir, que ilustra as quantidades de mapas compatíveis e incompatíveis, a

partir dos critérios empregados, para cada uma das etapas da pesquisa, nos mapas 1, 2 e 3, bem como os percentuais para cada uma das categorias.

**Tabela 5** – Qualificação dos mapas conceituais quanto sua compatibilidade.

Mapas	Compatíveis	% Compatíveis	Incompatíveis	% Incompatíveis
<b>Mapa 1</b>	13	54,17%	11	45,83%
<b>Mapa 2</b>	17	70,8%	7	29,2%
<b>Mapa 3</b>	21	87,5	3	12,5%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Aplicados os critérios de qualificação dos mapas, e de acordo com a Tabela 5, depreendemos que na confecção dos primeiros mapas da intervenção (Mapa 1) apenas 13 estudantes, que corresponde a 54,17%, conseguiram produzir um mapa que externalizasse conceitos de tal forma que fosse possível fazer uma análise acerca dos indícios de aprendizagem significativa, com estruturas hierárquicas reveladas, conexão semântica entre conceitos, e evidências de processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Após 3 encontros formativos foram então solicitados o Mapa 2 do processo de intervenção pedagógica. Ao final da produção de mapas na primeira etapa, e efetuada suas correções, foram feitas devolutivas aos estudantes quanto a estrutura dos mapas e os critérios observados em sua correção, deste modo, observamos que após estas considerações o número de produções consideradas compatíveis elevou de 13 (54,17%), no Mapa 1, para 17 (70,8%), no Mapa 2. Destacando o efeito positivo de uma estratégia muito empregada durante o percurso gamificado, o *feedback* empregado nas atividades desenvolvidas, demonstra-se fundamental para manter o engajamento dos educandos e necessários para a autoavaliação estudantil (SILVA, 2018b).

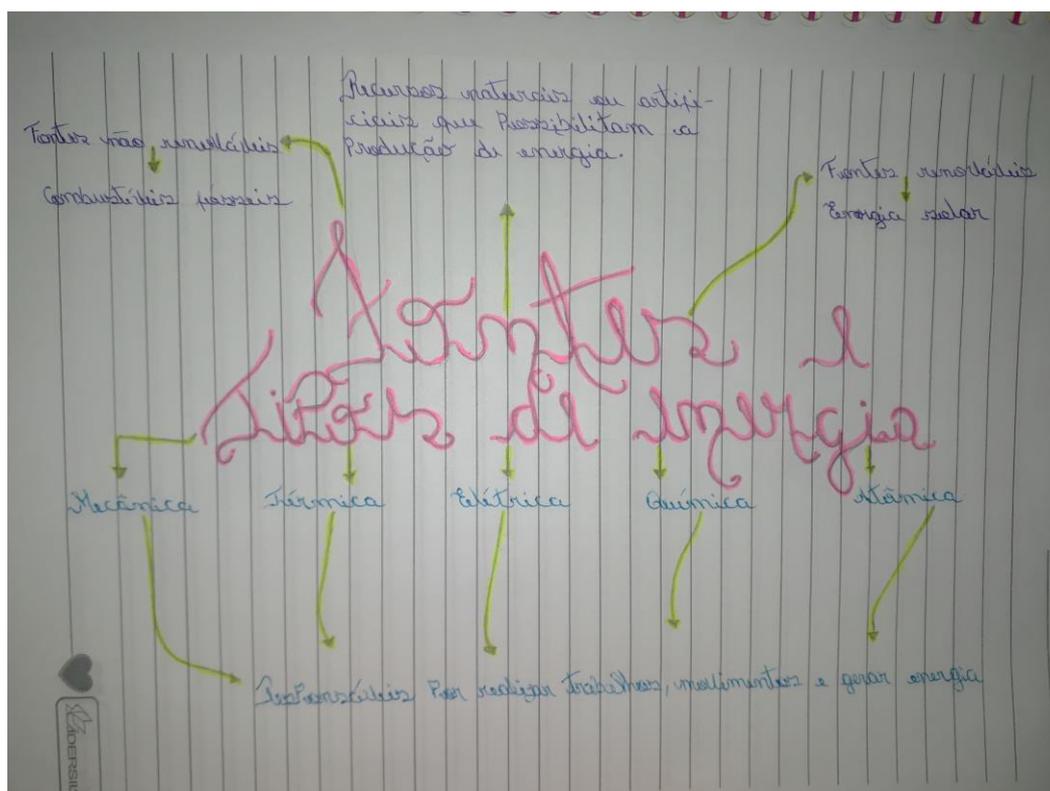
Posteriormente às novas devolutivas relacionadas aos Mapas 2, ao final do 6 encontro da intervenção pedagógica, foram solicitados por uma última vez novos mapas conceituais que englobassem todos os conteúdos trabalhados. Percebemos na Tabela 5, que comparativamente aos Mapas 2, os Mapas 3 tiveram um acréscimo no número de produções consideradas compatíveis, aumentando de 17 (70,8%), para 21 (87,5%), reforçando a relação positiva entre a estratégia de *feedback* empregada e o engajamento percebido na realização das atividades.

Os mapas classificados como incompatíveis de acordo com os critérios estabelecidos por Novak (1999) e Ruiz-Moreno et al (2007) diminuíram consideravelmente até o último estágio da intervenção pedagógica. Ainda assim, ao final do processo persistiram 12,5% das produções como incompatíveis em relação aos critérios já destacados.

Alguns estudantes nunca haviam produzido mapas conceituais, e outros muitos que afirmaram ter tido contato com a estratégia avaliativa, ao serem questionados sobre como representá-los, acabavam definindo a estrutura de um mapa mental. Esta confusão entre os termos, e a dificuldade de distinção entre os dois modelos de mapas, podem ter interferido no processo produtivo destes trabalhos. Ademais, durante a correção dos mapas ao longo da intervenção pedagógica, percebeu-se essa tendência, dentro da categoria dos mapas incompatíveis, de se aproximarem em estrutura e aparência aos mapas mentais <sup>17</sup> aos quais os estudantes já eram familiarizados. Esta estrutura tende a aparecer, quando o estudante ainda não possui uma estrutura cognitiva suficientemente complexa com relação a determinado assunto e logo nas primeiras investigações (SILVA, 2017). A seguir, observamos na Figura 32 um exemplo destas produções.

---

<sup>17</sup> São instrumentos, assim como os mapas conceituais, que estão relacionados com as funções mentais de relacionar, classificar, e sistematizar o conhecimento baseando-se em uma representação visual, mas diferem dos mapas conceituais, por não conterem palavras de ligação entre sentenças (LIMA; SANTOS; PEREIRA, 2020).

**Figura 32** – Mapa Incompatível.

**Fonte:** Elaborado por EST10 (estudante 10) da pesquisa.

A Figura 32, representa um dos mapas construídos pelos estudantes da pesquisa e considerado incompatível, logo, descartado para efeito de análise nesta pesquisa. Utilizaremos ao longo desta análise, a terminologia EST + número de identificação (por exemplo, EST10), como meio de identificar o estudante que produziu o mapa, ao mesmo tempo que se protege a sua identidade.

Entendendo que não há regras de construção para os mapas conceituais, não importando o tamanho da linha que liga dois conceitos, ou se essa linha possui seta ou não, nem importando se os conceitos estão contidos em figuras geométricas como retângulos e elipses, mas a relação que se constrói entre estes conceitos, faz-se importante destacar, que o indivíduo deve ser capaz de explicar a relação que existe entre conceitos dando um valor semântico à proposição criada (MOREIRA, 2011a).

Os mapas conceituais devem, contudo, evidenciar uma construção com rigor metodológico de acordo com Novak (1999), como estrutura hierárquica que evidencia os conceitos mais gerais e os mais específicos, e a diferenciação e integração de conceitos. Não podemos afirmar que não há significados no mapa da Figura 32, pois este representa apenas uma externalização resumida de uma organização muito mais complexa da estrutura cognitiva do indivíduo, contudo, a ausência, por exemplo, de palavras de ligação

entre os conceitos a fim de criar proposições semânticas, inviabiliza a investigação dos indícios de aprendizagem, objetivo central desta investigação.

Os mapas conceituais categorizados como compatíveis, passaram por uma análise qualitativa de acordo com os critérios de classificação de mapas conceituais demonstrados em Novak (1999), buscando principalmente as relações de significados externadas por meio de proposições semânticas, mas também as evidências de hierarquização de conceitos, utilização de ligações cruzadas e exemplificação. Assim, nas subseções seguintes, os resultados compilados correspondem apenas aos mapas conceituais categorizados como compatíveis, de acordo com os critérios utilizados.

#### *5.2.1.2.1 Mapas Conceituais (Parte 1 – Encontro 1)*

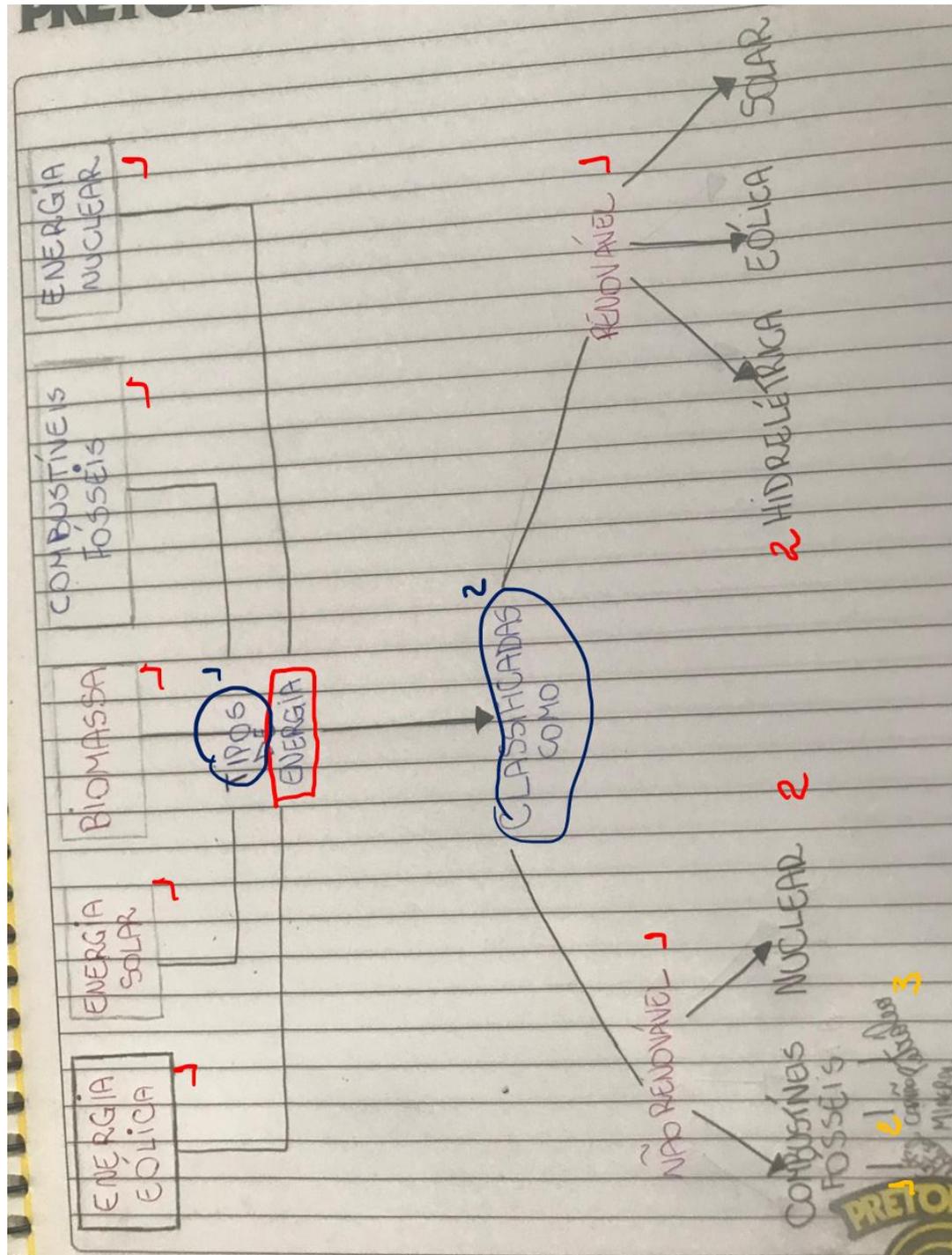
Nesta seção foram analisados os mapas conceituais produzidos após o primeiro encontro da intervenção pedagógica, nomeados aqui, para efeito de organização, como Mapa 1, e que tinham como tema de aula ‘Fontes e tipos de energia’. Realizou-se uma análise qualitativa de 3 dos 13 mapas conceituais produzidos pelos estudantes e considerados compatíveis nesta etapa, afim de demonstrar o processo de atribuição de pontuações, conforme Novak (1999), empregado na análise dos documentos.

Novak (1999), incentiva a criação, por parte do professor, de um mapa conceitual de referência relacionado ao conteúdo que pretende ensinar e o pontue, a fim de que posteriormente a pontuação obtida pelos estudantes possa ser comparada com a pontuação do mapa de referência, estabelecendo um critério de comparação de qualidade dos mapas. Contudo, não é objetivo desta análise estabelecer um critério de comparação entre um mapa de referência ou entre mapas dos estudantes, mas evidenciar por meio de uma quantidade numérica, o quão discriminados são os conceitos externados nos mapas. Assim, no final da seção apresentaremos uma tabela contendo a compilação dos resultados alcançados por cada estudante.

Como podemos observar no Quadro 8, o mapa de EST4, apesar de lograr os parâmetros necessários para ser classificado como compatível para análise conceitual, este obteve apenas um total de 15 pontos. Este número pode ser melhor interpretado quando analisamos separadamente as pontuações atribuídas a cada uma das categorias de análise propostas por Novak (1999).

Quadro 8 – Análise do mapa conceitual do EST4 na Etapa 1.

Mapa 1



Categorias:	Hierarquias	Proposições Válidas	Ligações Cruzadas	Exemplos	Total
Pontuação:	2	2	0	3	15

Fonte: Elaborado por EST4 com grifos do autor.

Na categoria Hierarquia, avaliada em vermelho no diagrama, o mapa obteve pontuação 2 (que posteriormente foi multiplicado por 5, totalizando 10 pontos), esse fator multiplicativo na Hierarquia se deve a sua importância para análise dos mapas e revela a capacidade de discriminação dos estudantes em organizar os conceitos dos mais genéricos aos menos genéricos (NOVAK, 1999). Como o mapa só possui dois níveis de Hierarquia, considera-se um mapa insuficiente em diversidade de conceitos e em capacidade de discriminar o conhecimento.

A categoria de Proposições Válidas, busca averiguar a quantidade de ligações feitas entre conceitos e se a relação de significado entre elas é estabelecida, tornando-a válida (NOVAK, 1999). Assim, como verificado no Quadro 8, há somente 2 proposições em todo o mapa, ambas consideradas válidas pois estabelecem um valor semântico entre os conceitos que os liga. Nesta categoria, para cada ligação válida atribui-se 1 ponto, totalizando por tanto 2 pontos para o mapa de EST4.

No mapa não foram estabelecidas ligações entre conceitos de diferentes hierarquias ou ramos do mapa conceitual, o que configura a nota zero atribuída a essa categoria do mapa. Já na categoria Exemplos, procura-se evidências de conceitos concretos que discriminem ou caracterizem os termos conceituais que os designam (NOVAK, 1999). No mapa há três exemplos listados que relacionam os termos 'Petróleo', 'Carvão mineral' e 'Gás Natural' associados ao conceito 'Combustíveis fósseis', na última hierarquia. Para cada exemplo se atribui 1 ponto, logo o mapa totaliza 3 pontos nessa categoria.

Deste modo, efetuando o somatório das pontuações alcançadas em cada categoria, obtemos um total de 15 pontos para o mapa conceitual de EST4, que revelam sobre tudo, ao analisar de forma pormenorizada, uma insuficiente quantidade de discriminação de conceitos e de ligações cruzadas. Os níveis hierárquicos constata a profundidade com que se aprende e as ligações cruzadas evidenciam a capacidade de relacionar com significado esses conceitos, o que foi apresentado de maneira insatisfatória no mapa apresentado.

No Quadro 9 observamos o mapa produzido por EST21 e podemos classificar como um mapa rico em conceitos e mediano quando comparado com outros mapas que obtiveram maiores pontuações. Há algumas aproximações entre este mapa e aquele apresentado anteriormente no Quadro 8, neste há somente 3 hierarquias, uma a mais que o seu antecessor, e que revela um pouco mais de profundidade no conhecimento

externado, no total, para esta categoria o mapa pontua 15 pontos (3 hierarquias x 5 pontos).

**Quadro 9** – Análise do mapa conceitual do EST21 na Etapa 1.

Mapa 1					
<b>Categorias:</b>	<b>Hierarquias</b>	<b>Proposições Válidas</b>	<b>Ligações Cruzadas</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Total</b>
<b>Pontuação:</b>	3	11	0	8	34

Fonte: Elaborado por EST21 com grifos do autor.

Contudo, diferentemente do mapa anterior o autor EST21 utiliza muitas mais proposições válidas, o que indica uma maior capacidade de relacionar os conceitos utilizados de maneira semântica. Como destacado em azul, algumas proposições se repetem no mapa e possuem o mesmo valor semântico, deste modo, são consideradas com uma única proposição para efeitos de pontuação. Logo, para esta categoria, o mapa de EST21 pontua 11 pontos para as onze ligações válidas.

Neste mapa, também não houve utilização de ligações cruzadas e por isso atribuiu-se a esta categoria a nota zero. Na categoria de Exemplos, o autor se utiliza de 8 exemplos concretos ou características para discriminar um conceito anteriormente citado, deste modo, verificada a relação válida entre eles, o mapa pontua 8 vezes nessa categoria.

De maneira geral, ao somar as pontuações de hierarquia, ligações válidas, ligações cruzadas e exemplos ( $15 + 11 + 0 + 8$ ) obteremos um total de 34 pontos para o mapa produzido por EST21, e que revela por meio de uma análise minuciosa uma maior capacidade de relacionar diferentes conceitos de modo significativo.

Os dois mapas apresentados anteriormente, Quadro 8 e 9, denotam respectivamente duas produções que podem ser classificadas como insatisfatória, e a outra como intermediária com relação a discriminação dos conceitos e suas correlações estabelecidas por meio das proposições. Por outro lado, o mapa de EST22, demonstrado no Quadro 10, contém algumas particularidades que o fazem um mapa mais rico que os anteriores.



Observamos no Quadro 10 que o mapa de EST22 pontua 4 vezes na categoria Hierarquias, pois o diagrama possui quatro níveis de conceitos subordinados, estes conceitos são menos gerais que o seu anterior na hierarquia e, portanto, são tidos como válidos ao serem organizados de maneira hierarquizada, por exemplo, no mapa o conceito central da aula é ‘energia’ ele subordina o conceito ‘renovável’ que subordina os conceitos ‘eólica, hidráulica e solar’ que subordinam o conceito de ‘turbina’. Podemos perceber uma constante especificidade do conhecimento à medida que avançamos nas hierarquias do mapa, o que demonstra a ocorrência do processo de diferenciação progressiva, indicativo da ocorrência de aprendizagem significativa.

Esteticamente também há uma diferença entre este e os mapas anteriores, pois o modelo de EST22 organiza de maneira visual os conceitos, definindo melhor sua posição em cada hierarquia. Este não é um critério extremamente relevante, tendo em vista também os limites físicos de uma folha de papel, mas demonstram uma preocupação do estudante em organizar o conhecimento, até mesmo de maneira visual, não somente de maneira conceitual.

O mapa também contém uma rica rede de proposições válidas, um total de 10 mais precisamente, e que evidenciam a capacidade do estudante em relacionar de maneira semântica os diversos conceitos utilizados no mapa, por exemplo a unidade semântica, (‘renovável’ + ‘que é’ + ‘ilimitada’), formada por dois conceitos e uma palavra de ligação entre eles, construindo a ideia de energia renovável ilimitada.

Além desse tipo mais simples de proposição, o mapa também contém 1 ligação cruzada, que é a evidência da utilização criativa do conhecimento para conectar conceitos de diferentes hierarquias ou ramos do mapa conceitual. Neste caso especificamente, o autor ligou 5 ramos do mapa conceitual e duas hierarquias diferentes por meio do conceito ‘turbina’ evidenciando sua capacidade de generalização e compreensão do processo de transformação de energia envolvido nos diversos tipos de usinas existentes e que necessitam de uma turbina para este fim. A este feito criativo, Novak (1999) sugere que seja atribuído um total de 10 pontos para cada ligação cruzada válida e 2 pontos para cada ligação cruzada não válida, ou seja, sem valor semântico. Para o caso específico, houve atribuição de 10 pontos para a ligação que evidenciou valor semântico no mapa.

Também foram utilizados no mapa 7 exemplos, utilizados para caracterizar ou representar de maneira concreta os conceitos anteriormente expostos, e que após validados pontuaram 7 vezes o mapa. Por fim, enxergada a coerência das pontuações

atribuídas por meio da análise de cada categoria, o mapa totalizou 47 pontos, sendo considerado um mapa satisfatório que revela indícios de aprendizagem significativa.

Observada a regularidade com que as pontuações são atribuídas a cada mapa, a partir das análises minuciosas dos três mapas supramencionados podemos denotar uma relação direta entre a nota atribuída a cada um dos mapas e ao seu grau de diferenciação de conceitos e da capacidade de relacioná-los de maneira semântica por meio da quantidade de hierarquias e ligações válidas respectivamente utilizadas, e também por meio do uso das ligações cruzadas e da exemplificação de conceitos.

Deste modo, pode-se concluir que essas pontuações podem indicar um maior ou menor grau de distinção de conceitos por meio da utilização de hierarquias, maior ou menor domínio da capacidade de relacionar conceitos de maneira semântica por meio das proposições ou ligações válidas, maior ou menor capacidade de utilização criativa das unidades semânticas por meio das ligações cruzadas e maior ou menor capacidade de representar ou caracterizar os conceitos utilizados por meio da utilização de exemplos.

Assim, a Tabela 6, traz um compilado das pontuações atribuídas a cada um dos mapas classificados com ‘Compatíveis’ durante o processo de análise conceitual. As colunas (H, P, C, E) significam respectivamente Hierarquia, Proposições (Ligações Válidas), *Crosslink* (Ligações Cruzadas) e Exemplos. As colunas nomeadas com ‘X’ representam os fatores multiplicativos atribuídos a cada categoria de análise dos mapas, e as colunas nomeadas por ‘=’ representam o total de pontuação atribuída a cada categoria respectiva. Por fim, efetuada a soma das pontuações das categorias, a coluna Nota engloba a pontuação total do mapa. Uma última informação consta na última linha da Tabela 6, que é a média de pontuações dos mapas avaliados e que posteriormente servirá como parâmetro métrico para observar a capacidade de diferenciação de conceitos ao longo do percurso pedagógico.

**Tabela 6** – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 1.

ESTUDANTE	H	X	=	P	X	=	C	X	=	E	X	=	NOTA
EST 1	5	5	25	10	1	10	1	2	2	7	1	7	44
EST 3	2	5	10	7	1	7	2	10	20	5	1	5	42
EST 4	2	5	10	2	1	2	0	10	0	3	1	3	15
EST 9	5	5	25	14	1	14	0	10	0	5	1	5	44
EST 11	2	5	10	3	1	3	0	10	0	11	1	11	24

ESTUDANTE	H	X	=	P	X	=	C	X	=	E	X	=	NOTA
EST 12	2	5	10	7	1	7	0	10	0	6	1	6	23
EST 15	2	5	10	3	1	3	0	10	0	5	1	5	18
EST 16	6	5	30	11	1	11	0	10	0	11	1	11	52
EST 17	3	5	15	11	1	11	0	10	0	6	1	6	32
EST 21	3	5	15	11	1	11	0	10	0	8	1	8	34
EST 22	4	5	20	10	1	10	1	10	10	7	1	7	47
EST 23	4	5	20	7	1	7	0	10	0	7	1	7	34
EST 24	2	5	10	6	1	6	0	10	0	7	1	7	23
<b>Média de Pontuação</b>													<b>33,2</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Cada uma dessas pontuações carrega consigo um significado e representam, como afirmado anteriormente, um conjunto de características que procuram observar os indícios de uma aprendizagem significativa. Os mapas mais discriminados obtiveram pontuações maiores, aqueles menos discriminados obtiveram pontuações menores. Não podemos afirmar que esses mapas aqui avaliados são a representação completa dos conceitos relevantes que o estudante possui, contudo eles podem ser fortes indicativos deste processo (NOVAK, 1999).

#### 5.2.1.2.2 Mapas Conceituais (Parte 2 – Encontros 2, 3 e 4)

Os mapas conceituais analisados a seguir foram produzidos após os encontros formativos de número 2, 3 e 4 da intervenção pedagógica. Estes mapas foram nomeados de Mapa 2 e abrangeram os conteúdos de ‘Carga Elétrica e Teorias Atômicas’, ‘Quantidade, Quantização e Conservação da Carga Elétrica’ e ‘Processos de Eletrização’. Foi realizada uma análise qualitativa de 3 dentre as 17 produções classificadas como compatíveis com intuito de averiguar os indícios de aprendizagem significativa dos estudantes.

As produções dos mapas 2 consideraram uma quantidade maior de conhecimentos estudados, afinal, foram três encontros formativos com três temas estudados ao longo do processo. A partir do Quadro 11, verificamos que apesar do instrumento revelar indícios de que a aprendizagem ocorreu de maneira significativa, há outros indícios de que ela foi insuficiente.

**Quadro 11** – Análise do mapa conceitual do EST14 na Etapa 2.

<b>Mapa 2</b>					
<b>Categorias:</b>	<b>Hierarquias</b>	<b>Proposições Válidas</b>	<b>Ligações Cruzadas</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Total</b>
<b>Pontuação:</b>	3	6	1 (10)	1	32

**Fonte:** Elaborado por EST14 com grifos do autor.

O mapa produzido por EST14 contém conceitos muito importantes dos conteúdos trabalhados e centraliza ‘Carga Elétrica’ como conceito fundamental e por onde se inicia as conexões do mapa. Contudo, a profundidade com que são tratados os conceitos se

reflete na quantidade com que são utilizados, apenas 8, e nas insuficientes 3 hierarquias presentes no mapa.

A discriminação ou processo de diferenciação progressiva é um dos principais mecanismos na construção de conhecimento pela aprendizagem significativa se ela é pouco demonstrada, então deduzimos insuficientes indícios de aprendizagem significativa (SILVA, 2018b). Além disso, no mapa de EST14 são utilizadas apenas 6 ligações válidas, que conectam de maneira semântica os conceitos do mapa, mas que são também insuficientes em retratar os conhecimentos propostos nos encontros formativos.

Apesar da pouca discriminação de conceitos utilizadas no mapa do EST14, este contempla uma ligação cruzada, que revela a capacidade criativa do estudante em relacionar conceitos de diferentes hierarquias no mapa. A ligação válida utilizada conecta os conceitos ‘Prótons’ e ‘Elétrons’ com o conceito geral ‘Carga Elétrica’ por meio da proposição ‘partículas com’ formando uma unidade semântica que revela domínio conceitual sobre o assunto abordado.

O mapa utiliza apenas 1 exemplo para caracterizar os conceitos ‘Positivo’ e ‘Negativo’ e quando analisamos o conjunto de categorias obtemos 15 pontos da Hierarquia, 6 pontos das ligações válidas, 10 pontos da ligação cruzada e 1 ponto de Exemplo, totalizando um mapa de 32 pontos que se mostra pouco diferenciado em conceitos revelando indícios insuficientes de aprendizagem significativa.

Do Quadro 12 a seguir podemos observar o mapa produzido por EST19 que contém um total de 6 hierarquias, 9 proposições válidas, 0 ligações cruzadas e 5 exemplos. Diferentemente do mapa anterior, este possui o dobro de hierarquias e isso reflete na quantidade de conhecimento externado pelo estudante. O conceito chave para o autor é o ‘Átomo’ e a partir dele desenvolve outros dois ramos no mapa, um dedicado a relacionar o conceito principal com os processos de eletrização, o que pode ser observado do lado esquerdo do mapa, e o outro ramo dedicado a fazer uma caracterização da carga elétrica a partir também do conceito principal. O que podemos concluir é que há um maior aprofundamento no conteúdo estudado quando comparado com os conceitos externados no mapa do Quadro 11.

Quadro 12 – Análise do mapa conceitual do EST19 na Etapa 2.

Mapa 2					
<b>Categorias:</b>	<i>Hierarquias</i>	<i>Proposições Válidas</i>	<i>Ligações Cruzadas</i>	<i>Exemplos</i>	<i>Total</i>
<b>Pontuação:</b>	6	9	0	5	44

Fonte: Elaborado por EST19 com grifos do autor.

Embora não tenha havido ligações cruzadas, o mapa contém uma quantidade maior de ligações válidas em relação ao mapa exposto anteriormente, um total de 9, e que cumprem bem o papel de relacionar de maneira semântica os conceitos externados no mapa. Além disso, o autor utiliza também 5 exemplos que procuram caracterizar conceitos, demonstrando uma capacidade de relacionar situações mais específicas a conceitos mais gerais eliminando as diferenças existentes nos processos de eletrização por ‘Atrito’, ‘Contato’ e ‘Indução’ quando caracteriza cada um deles e os associa, entretanto, ao conceito mais geral de ‘Eletrização’, o que denominamos na aprendizagem significativa de reconciliação integradora.

O mapa de EST1, no Quadro 13, é considerada uma produção muito rica por diversos motivos que serão pormenorizados a seguir. De antemão, observamos uma quantidade significativa de hierarquias presentes no mapa, 7 no total, que revela um alto grau de discriminação do conteúdo, o que reflete posteriormente na quantidade de conceitos válidos utilizados no mapa. Observamos também, com relação a estrutura hierárquica do mapa, além de visualmente, EST1 também organiza conceitualmente as informações das mais genéricas às mais específicas, demonstrando o processo de diferenciação progressiva da aprendizagem significativa (NOVAK, 1999).



O mapa contém também uma grande quantidade de ligações válidas, destacadas em azul no mapa, e que revelam a capacidade de relacionar de maneira significativa os numerosos conceitos utilizados. Por essa grande quantidade de conceitos utilizados, que refletem uma grande abrangência do conteúdo trabalhado, é que foram necessárias tantas conexões.

Além disso, EST1 também utilizou duas ligações cruzadas com finalidade de conectar conceitos de diferentes níveis hierárquicos, configurando uma alta capacidade inventiva (NOVAK, 1999). Uma das ligações não utiliza uma proposição, o que a torna inválida, mas não deixa de ser significativa pois une conceitos que entre si formam uma unidade semântica. A orientação de Novak (1999) é que se atribua 10 pontos apenas às conexões que sejam ao mesmo tempo válidas e significativas, portanto, a essa ligação se atribui apenas 2 pontos. A outra ligação cruzada, entretanto, se atribui 10 pontos por esta ser ao mesmo tempo válida, pois possui uma proposição formando unidade semântica, e significativa.

O autor do mapa utilizou também um total de 7 exemplos a fim de caracterizar ou materializar um conceito exposto. Deste modo, o mapa de EST1 ao utilizar 7 hierarquias, 20 proposições válidas, 2 ligações cruzadas e 7 exemplos, totaliza 74 pontos e aponta para fortes indícios de que a aprendizagem do conteúdo ministrado durante os encontros do percurso pedagógico ocorreu de maneira significativa.

Na Tabela 7 estão postos os dados de avaliação de cada um dos mapas conceituais produzidos na Etapa 2 da intervenção pedagógica e que foram categorizados como mapas compatíveis mediante os critérios utilizados nessa pesquisa. Assim como na etapa anterior, as pontuações atribuídas aos mapas são de caráter qualitativo, pois representam um conjunto de categorias que ponderam os indícios de aprendizagem significativa externados em cada produção. Uma observação importante em relação à tabela 7 é que na categoria C, referente às ligações cruzadas, a coluna '=' contém valores do tipo '10+2' que significa que houve a presença de dois tipos de ligações cruzadas com diferentes pontuações, uma valendo 10 pontos e uma outra valendo 2 pontos, esta última pontuada desta maneira por se tratar de uma ligação inválida, sem proposição, ou sem valor semântico.

**Tabela 7** – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 2.

ESTUDANTE	H	X	=	P	X	=	C	X	=	E	X	=	NOTA
EST 1	7	5	35	20	1	20	1	10	10+2	7	1	7	74
EST 3	4	5	20	8	1	8	0	10	0	11	1	11	39
EST 4	4	5	20	7	1	7	0	10	0	4	1	4	31
EST 8	3	5	15	6	1	6	0	10	0	5	1	5	26
EST 9	3	5	15	7	1	7	0	10	0	2	1	2	24
EST 10	4	5	20	8	1	8	0	10	0	3	1	3	31
EST 12	3	5	15	11	1	11	1	2	2	2	1	2	30
EST 13	4	5	20	8	1	8	0	10	0	0	1	0	28
EST 14	3	5	15	6	1	6	1	10	2	1	1	1	32
EST 17	6	5	30	7	1	7	1	10	10	6	1	6	53
EST 18	7	5	35	12	1	12	0	10	0	6	1	6	53
EST 19	6	5	30	9	1	9	0	10	0	5	1	5	44
EST 20	5	5	25	10	1	10	0	10	0	14	1	14	49
EST 22	5	5	25	12	1	12	0	10	0	8	1	8	45
EST 24	6	5	30	15	1	15	1	10	10	12	1	12	67
EST 25	5	5	25	13	1	13	0	10	0	10	1	10	48
EST 27	5	5	25	8	1	8	0	10	0	4	1	4	37
<b>Média de Pontuação</b>												<b>41,35</b>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os mapas com maiores pontuações remetem àquelas produções que utilizaram de mais conceitos e diferenciar melhor os conteúdos trabalhados, utilizaram melhor os recursos de conexão semântica entre os conceitos e a exemplificação deles. Em contraste, aqueles que obtiveram menores pontuações, embora tenham externado conceitos válidos e significativos dos conteúdos trabalhados, optaram por discriminar de maneira insuficiente o mapa produzido, evidenciando indícios insuficientes de aprendizagem significativa.

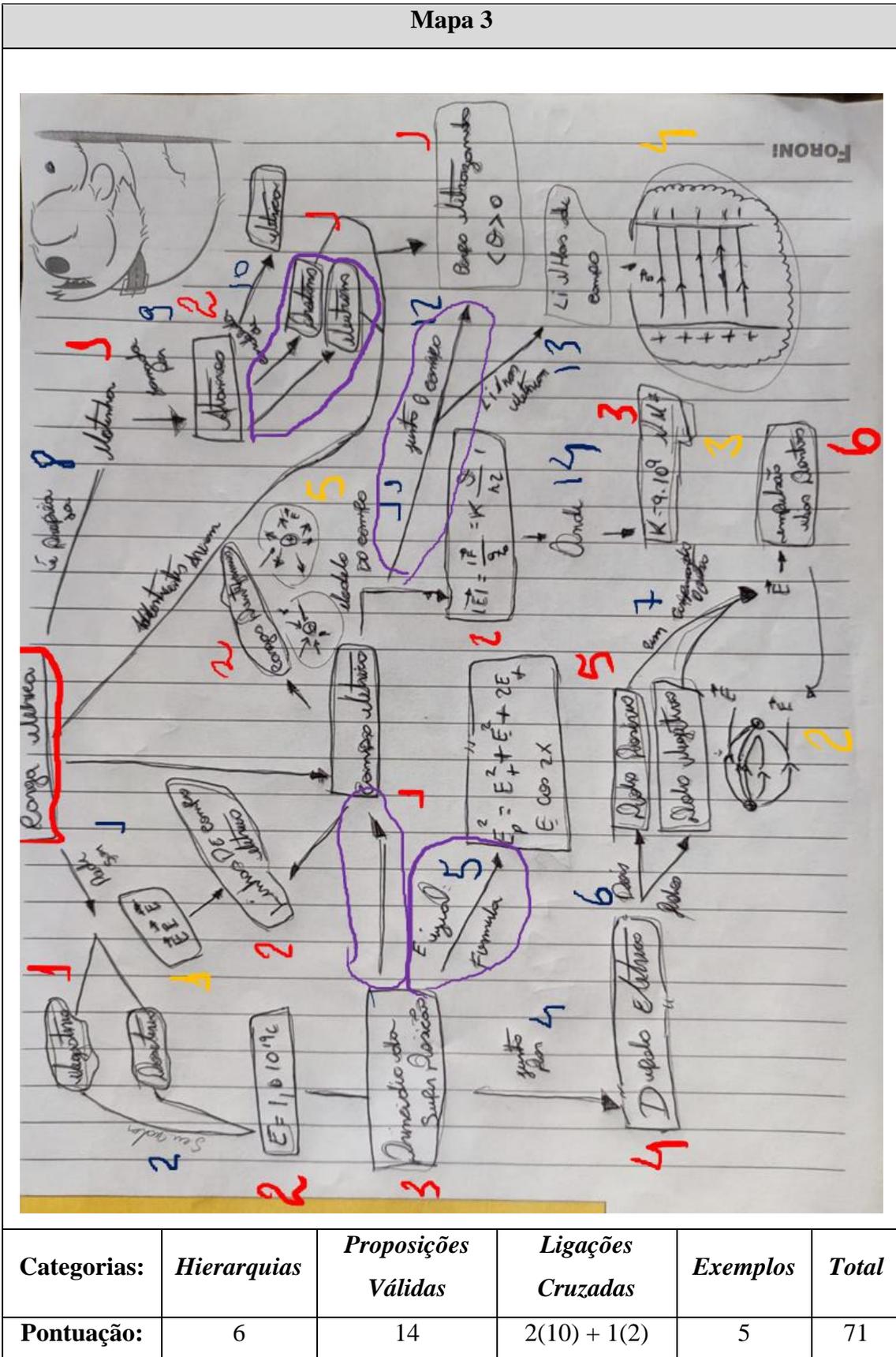
Ainda de acordo com a Tabela 7 podemos observar crescimento das pontuações dos mapas 2 quando comparados com as produções da Etapa 1. A média de pontos alcançada na Etapa 1, conforme tabela 6, foi de 33,2 pontos e na Etapa 2, conforme tabela 7, a média de pontuação dos mapas foi de 41,2. Esse avanço da média de pontuações de uma etapa para outra revela, por parte dos educandos, uma crescente capacidade de diferenciação dos conceitos trabalhados.

### 5.2.1.2.3 Mapas Conceituais (Parte 3 – Encontros 5 e 6)

Nesta seção serão analisadas as últimas produções de mapas conceituais da intervenção pedagógica, relativas aos encontros 5 e 6, as quais chamaremos de Mapas 3, contemplando os temas ‘Força Elétrica’ e ‘Campo Elétrico’, bem como os outros temas trabalhados desde o início da intervenção pedagógica. Dentre os 21 mapas considerados compatíveis de acordo com os critérios de inclusão adotados nesta pesquisa, assim como nas etapas anteriores, serão selecionadas 3 produções para serem comentadas, com intuito de verificar os indícios de aprendizagem significativa dos estudantes.

Embora visualmente não possua uma hierarquia organizada, o mapa produzido por EST14, Quadro 14 a seguir, contempla de maneira concisa variados conteúdos ministrados ao longo do processo formativo. O mapa em destaque organiza o conhecimento em um total de 6 hierarquias e utiliza uma variedade de conceitos válidos sobre vários temas trabalhados até o sexto encontro e além da capacidade de síntese evidencia também uma satisfatória discriminação de conceitos. O autor centralizou a ‘Carga Elétrica’ como conceito fundamental de seu mapa e de onde partem 4 ramos distintos no diagrama. E que fazem interseção entre si ao findarem no assunto ‘campo elétrico’.

Quadro 14 – Análise do mapa conceitual do EST14 na Etapa 3.



O mapa contém 14 proposições válidas que explicam de maneira satisfatória a relação entre os diversos conceitos empregados no mapa, formando assim unidades semânticas, processo pelo qual proporciona indícios de aprendizagem significativa do conteúdo. Além disso, ao resgatar conceitos trabalhados nos primeiros encontros formativos, o estudante demonstra a característica duradoura de sua aprendizagem, uma das vantagens da aprendizagem significativa em que o conhecimento não é esquecido em semanas (SILVA, 2018b).

As ligações cruzadas também estão presentes no mapa produzido por EST14, num total de 3, sendo duas delas válidas, pois possuem proposições, e significativas, pois estabelecem um valor semântico com os conceitos aos quais se referem. Numa outra ligação não há a palavra de conexão e, portanto, a ligação se torna inválida para máxima pontuação, contudo não exime a falta de significado e, assim, pontua-se 2 vezes nesse quesito.

O estudante também utiliza em seu mapa um total de 5 exemplos que procuram materializar ou caracterizar os conceitos aos quais se referem, percebe-se que em alguns casos esses exemplos são desenhos. Os desenhos não são próprios de um mapa de conceitos, entretanto, como os exemplos, segundo Novak (1999), não são conceitos, estes foram considerados para efeito de investigação dos indícios de aprendizagem significativa. Além disso, os desenhos são totalmente condizentes com os conceitos aos quais se relacionam como a representação das linhas de campo vetorial em um campo elétrico uniforme ou das linhas de afastamento e aproximação em cargas geradoras de campo elétrico.

Por tudo considerado, o mapa produzido por EST14 demonstra um alto domínio conceitual do estudante quanto a relação entre conceitos mais recentes e outros mais remotos do processo de aprendizagem, revelando a perenidade do conhecimento ao longo do processo, característica fundamental da aprendizagem significativa, ao mesmo tempo que utiliza de muitas hierarquias e conexões semânticas, revelando alta capacidade de discriminação dos conceitos mais gerais e específicos, revelando domínio criativo ao conectar essas diferentes hierarquias e utilizando exemplos para materializar o conhecimento.

Analogamente ao mapa exposto anteriormente, o mapa produzido por EST24, no Quadro 15 seguinte, revela também a utilização de muitas hierarquias e proposições válidas na construção de seu mapa conceitual, o que aponta para uma satisfatória

diferenciação dos conceitos trabalhados e muita habilidade em conectá-los de maneira semântica. O autor organiza muito bem o seu conhecimento, tanto visualmente quanto conceitualmente, contudo, o que podemos depreender do mapa é que o autor preferiu abordar apenas os conteúdos dos últimos encontros, sem mencionar conteúdos anteriores ou mesmo relacionando-os com os mais recentes.

**Quadro 15** – Análise do mapa conceitual do EST24 na Etapa 3.

<b>Mapa 3</b>					
<b>Categorias:</b>	<i>Hierarquias</i>	<b>Proposições</b> <i>Válidas</i>	<b>Ligações</b> <i>Cruzadas</i>	<i>Exemplos</i>	<i>Total</i>
<b>Pontuação:</b>	10	14	1(10) + 1(2)	2	78

Fonte: Elaborado por EST24 com grifos do autor.

Há utilização de duas ligações cruzadas, sendo uma delas inválida. Na unidade formada por ('grandeza vetorial' + 'uma importante grandeza que faz parte' + 'Campo Elétrico'), apesar do autor utilizar uma proposição entre os conceitos que pretende unir, esta não resulta em uma unidade semântica e por isso desconsiderada para efeitos de pontuação máxima, recebendo então 2 pontos. A outra ligação cruzada estabelece sentido entre os conceitos e utiliza uma proposição válida recendendo pontuação máxima ao conectar dois ramos e hierarquias distintas dentro do mapa conceitual, revelando capacidade criativa de relacionar o conhecimento abordado. Ademais, o autor utiliza também 2 exemplos afim de caracterizar os conceitos precedentes, por fim, totalizando 78 pontos em sua produção.

O mapa se mostra bem construído do ponto de vista estético e utiliza muito bem os conceitos trabalhados nos últimos encontros formativos. Contudo, há uma deficiência da produção ao não utilizar conceitos anteriores que demonstraria maior domínio conceitual do estudante. A utilização de ligações cruzadas sinaliza uma capacidade inventiva do estudante e no geral considera-se muitos indícios de aprendizagem significativa no mapa apresentado.

No quadro 16 observamos o mapa conceitual mais elaborado da etapa 3, que obteve um total de 105 pontos nos seus aspectos constitutivos. Para que organizasse melhor a hierarquia visual do mapa, o estudante utilizou mais de uma folha para sua confecção, ganhando mais espaço físico e organizando melhor a distribuição espacial dos conceitos no mapa. O mapa pode ser lido da esquerda para a direita a partir do conceito geral 'Tipos de Energia' utilizando pelo autor como ponto inicial para construção de seu mapa. Talvez pudéssemos fazer uma discussão sobre a possibilidade de haver um conceito mais predominante e mais geral do que este utilizado, contudo perceberemos que esta escolha do autor não interferiu na diferenciação dos conceitos subordinados.



O autor utilizou 9 hierarquias para construir o seu mapa, revelando assim exímia capacidade de diferenciação progressiva dos conceitos, ao mesmo tempo, utiliza-se de um total de 26 ligações válidas que conectam de maneira semântica os múltiplos conceitos utilizados na construção do mapa conceitual. É valioso mencionar que além dos conteúdos mais recentes, o autor também resgatou todos os principais conteúdos mais remotos, trabalhados nos primeiros encontros formativos, o que revela, de acordo com Silva (2018b) uma utilização duradoura do conhecimento aprendido anteriormente e não esquecido com o tempo.

Houve também a utilização de duas ligações cruzadas por parte de EST25, ambas classificadas como significativas e externando notável capacidade criativa na conciliação de conceitos estabelecidos em diferente hierarquias e ramos do mapa conceitual. Além disso, a produção também conta com um total de 14 exemplos utilizados ao longo do mapa, e destacados na cor amarelo, que buscam de maneira coerente caracterizar ou concretizar os conceitos aos quais se referem.

Da análise dos dados da Tabela 8 podemos depreender que houve novamente um crescimento do número de produções consideradas compatíveis em relação as etapas anteriores, ressaltando, segundo Silva (2018b), a importância do *feedback* ao longo do processo de avaliação como instrumento de favorecimento à autoavaliação para constante melhoria do mapa conceitual, bem como o caráter formativo destes como instrumentos de avaliação (COTTA et al., 2015).

**Tabela 8** – Pontuações dos mapas conceituais válidos na Etapa 3.

ESTUDANTE	H	X	=	P	X	=	C	X	=	E	X	=	NOTA
EST 1	6	5	30	15	1	15	1	10	10	9	1	9	64
EST 2	5	5	25	12	1	12	0	10	0	11	1	11	48
EST 3	5	5	25	11	1	11	1	2	2	11	1	11	49
EST 4	5	5	25	13	1	13	0	10	0	10	1	10	48
EST 5	5	5	25	15	1	15	0	10	0	9	1	9	49
EST 8	5	5	25	17	1	17	0	10	0	9	1	9	51
EST 9	5	5	25	12	1	12	0	10	0	8	1	8	45
EST 10	6	5	30	13	1	13	0	10	0	9	1	9	52
EST 12	6	5	30	11	1	11	0	10	0	10	1	10	51
EST 13	5	5	25	13	1	13	0	10	0	11	1	11	49

ESTUDANTE	H	X	=	P	X	=	C	X	=	E	X	=	NOTA
EST 14	6	5	30	14	1	14	2	10	20+2	5	1	5	71
EST 16	5	5	25	15	1	15	0	10	0	9	1	9	49
EST 17	5	5	25	14	1	14	0	10	0	8	1	8	47
EST 18	6	5	30	11	1	11	0	10	0	9	1	9	50
EST 19	13	5	65	17	1	17	0	10	0	1	1	1	83
EST 20	6	5	30	14	1	14	0	10	0	8	1	8	52
EST 21	6	5	30	12	1	12	0	10	0	9	1	9	51
EST 22	6	5	30	14	1	14	0	10	0	12	1	12	56
EST 24	10	5	50	14	1	14	1	10	10+2	2	1	2	78
EST 25	9	5	45	26	1	26	1	2	20	14	1	14	105
EST 27	6	5	30	14	1	14	0	10	0	9	1	9	53
<b>Média de Pontuação</b>													<b>56,5</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Podemos também verificar que houve um avanço da pontuação média obtida nos mapas da Etapa 3, alcançando 56,5 pontos, frente aos 41,3 da Etapa 2 e os 33,2 da primeira etapa. Tomando por base não somente a pontuação média, mas todas as categorias que compõem essa pontuação, podemos inferir que houve um crescimento da capacidade de discriminação dos conceitos trabalhados durante as aulas, refletidos no aumento da quantidade de hierarquias utilizadas nas produções dos mapas, bem como na quantidade de ligações semânticas válidas utilizadas para conectar os conceitos utilizados. Adicionado a isso, destacam-se as crescentes utilizações das ligações cruzadas, evidenciando a capacidade inventiva dos estudantes ao longo do processo e também a utilização de exemplos nos mapas produzidos.

Apreciada as análises das três etapas em que houveram produção de mapas conceituais, inferidas as relações entre as categorias examinadas e os indícios de aprendizagem significativa, podemos deduzir com base nos resultados expostos, que os mapas conceituais configuram um valioso instrumento de avaliação formativo do processo de aprendizagem e se mostrou efetivamente bem sucedido no reconhecimento de indícios de aprendizagem significativa de cada estudante, à medida que revela as fragilidades e potencialidades quanto as suas capacidades cognitivas de discriminação do conhecimento, de estabelecer relações semânticas entre conceitos, bem como suas capacidades criativas de utilizar ligações cruzadas mais elaboradas e exemplos com fins de melhorar a compreensão do conteúdo.

### 5.2.1.3 Jogo EletroWizard

O Jogo EletroWizard foi o último instrumental de investigação de indícios de aprendizagem significativa aplicado em grupo durante esta intervenção pedagógica. Como ressalta Tezani (2006), este instrumento não é somente um passatempo para distrair os estudantes, mas uma ferramenta de estímulo a diversos aspectos do crescimento intelectual, socialização e motricidade.

Para Neta e Castro (2018, p.196), “os jogos educativos desenvolvem habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem, devendo ter suas funções bem definidas e propiciando a função lúdica e a função educativa”. Em seu trabalho sobre ATAS e o jogo, Pires, Trajano e Jorge (2020) relatam a possibilidade de construção do conhecimento por meio dos jogos, pois eles possibilitam a criação de uma representação simbólica da realidade.

Deste modo, pensando no jogo para além da sua ludicidade e analisando-o em conjunto com os Mapas Conceituais, os *Quiz* de conteúdo, Atividades Extraclasse e Questionário de Teste, o jogo EletroWizard revelou, então, indícios de aprendizagem significativa, quando seu desenvolvimento mostrou relevantes resultados dos estudantes em relação aos questionários e charadas aos quais foram submetidos e que serão melhor detalhados a seguir. Como um jogo que buscou revisitar conteúdos anteriormente trabalhados, ele pôde externar a consolidação dessa aprendizagem ao longo do processo.

Na Tabela 9, podemos verificar as observações levantadas durante a aplicação do jogo na sala de aula. Na primeira coluna temos a identificação da questão de conteúdo. Como o jogo, por vezes, ocorreu de maneira rápida, as anotações precisavam ser feitas de maneira objetiva, de maneira que pudessem identificar as questões para que pudessem ser analisadas posteriormente e ao mesmo tempo não interrompesse o ritmo do jogo.

**Tabela 9** – Dados da observação do jogo EletroWizard.

Descrição das Questões	Corretas (C)	Incorretas (I)	Gerais (G)	Específicas (E)	Aplicadas (A)
Feitiços (cap. 14)	X				X
Astronomia (hidroelétrica)	X				X
Herbologia (newton)	X			X	
Enigma (energia elétrica)	X				X
Feitiços (cap. 9)	X		X		

<b>Descrição das Questões</b>	<b>Corretas (C)</b>	<b>Incorretas (I)</b>	<b>Gerais (G)</b>	<b>Específicas (E)</b>	<b>Aplicadas (A)</b>
Herbologia (campo elétrico)		X		X	
Herbologia (para-raios)	X				X
Poções (cap. 19)	X			X	
Feitiços (cap. 6)		X	X		
Herbologia (pilhas)		X			X
Enigma (condutor elétrico)	X				X
Enigma (isolante elétrico)	X			X	
Herbologia (campo elétrico)		X		X	
Feitiços (cap. 15)	X				X
Astronomia (isolantes)	X		X		
Feitiços (cap. 17)	X				X
Herbologia (campo elétrico)		X		X	
Poções (cap. 20)	X		X		
Astronomia (repulsão)	X		X		
Feitiços (cap. 5)	X				X
Astronomia (solar)	X				X
Herbologia (lei de coulomb)	X			X	
Astronomia (prótons)	X			X	
Feitiços (cap. 18)	X			X	
Feitiços (cap. 19)	X		X		
Poções (cap. 16)	X		X		
Poções (cap. 11)	X			X	
Feitiços (cap. 20)	X			X	
Feitiços (cap. 12)		X	X		
Poções (cap. 8)		X	X		
Poções (cap. 13)	X		X		
Astronomia (itaipú)		X			X
Poções (cap. 14)	X		X		
Astronomia (campo elétrico)		X	X		

<b>Descrição das Questões</b>	<b>Corretas (C)</b>	<b>Incorretas (I)</b>	<b>Gerais (G)</b>	<b>Específicas (E)</b>	<b>Aplicadas (A)</b>
Poções (cap. 7)	X			X	
Feitiços (cap. 13)	X		X		
Poções (cap.2)	X			X	
Herbologia (eletrização por atrito)	X			X	
Poções (cap.10)		X			X
Enigma (força elétrica)	X			X	
Herbologia (força elétrica)		X		X	
Astronomia (carga de prova)		X		X	
Astronomia (dalton)	X		X		
Astronomia (pudim de passas)	X		X		
Astronomia (elétrons livres)		X		X	
Poções (cap. 15)	X			X	
Herbologia (ar)		X	X		
Feitiços (cap. 1)		X		X	
Feitiços (cap. 2)		X		X	
Poções (cap. 6)		X	X		
Feitiços (cap. 16)	X				X
Herbologia (pilhas e baterias)	X		X		

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As descrições como ‘Feitiços (cap. 1), Poções (cap. 6)’ referem-se as questões do tipo desafios presentes nos livros disponíveis como acessórios do jogo EletroWizard, Apêndice C, disponível como parte do produto educacional desta pesquisa, e as palavras entre parênteses referem-se ao capítulo do livro onde se pode encontrar a pergunta. As descrições como ‘Herbologia (pilhas e baterias), Astronomia (dalton), Enigma (força elétrica)’ referem-se às perguntas presentes nas cartas de conteúdo disponíveis como acessórios do Jogo EletroWizard, Apêndice C, a primeira palavra refere-se ao tipo de carta, e as palavras entre parênteses referem-se às respostas correspondentes, maneira pela qual as perguntas foram identificadas posteriormente na etapa de análise dos dados, pois só há uma carta de cada tipo com a referida resposta.

A tabela 9, possui com as colunas C, I, G, E, A que significam respectivamente: Corretas, Incorretas, Gerais, Específicas e Aplicadas. As colunas C e I foram utilizadas para controlar os acertos e erros às respostas dadas pelos grupos durante a dinâmica do jogo, e as colunas G, E e A caracterizam as questões quanto a sua abrangência de conteúdo.

Algumas questões continham um conjunto de saberes necessários para a sua solução, requerendo dos grupos respondentes um domínio mais amplo de um ou vários conteúdos trabalhados durante as aulas, estas questões foram nomeadas como Gerais (G). Outras questões, requeriam o domínio específico de um determinado saber, contido em um conteúdo específico. Estas questões foram classificadas como Específicas (E). Por fim, algumas questões continham saberes aplicados a determinadas áreas de conhecimento como a engenharia, a matemática, a arte, entre outras, contextualizadas em tecnologias e objetos tecnológicos. Estas questões foram nomeadas de Aplicadas (A).

A partir da Tabela 9 e da Tabela 10 que trata do número e percentual de acertos e erros dos estudantes em relação às perguntas de conteúdo respondidas, podemos aferir que 52 questões de conteúdo foram utilizadas durante a aplicação do Jogo EletroWizard entre perguntas desafios e questões de conteúdo. Dentre as 52 questões realizadas, 35 foram respondidas de maneira correta o que corresponde a uma taxa de 67,3% de acertos e uma taxa de 32,7% de respostas incorretas, ou um total de 17 questões.

**Tabela 10** – Resumo do instrumental de observação do Jogo EletroWizard.

QUESTÕES	Qt.	%
CORRETAS	35	67,3%
INCORRETAS	17	32,7%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Em uma abordagem semelhante, Castro e Costa (2011), utilizaram a aplicação de um jogo de aprendizagem para o ensino de teoria atômica na disciplina de ciências em uma escola de ensino fundamental pública no Estado do Paraná. A metodologia utilizada demonstra que o jogo foi aplicado após a explanação dos conteúdos como maneira de avaliar os indícios de aprendizagem significativa. Para observar a contribuição do instrumento as autoras aplicaram um questionário pré-teste sobre os conteúdos abordados, e posteriormente aplicaram o jogo de aprendizagem que continha o mesmo questionário adaptado para a situação lúdica.

Castro e Costa (2011) estabeleceram um parâmetro de comparação entre o questionário pré-teste e a aplicação do jogo, tendo observado um total médio de 38,2% de respostas corretas antes da aplicação do jogo, e de 92,8% posteriormente à sua aplicação. Assim como no trabalho de Castro e Costa (2011), o jogo EletroWizard também foi aplicado após situações de aprendizagem e com intuito de averiguar a solidez com que estes conteúdos se estabeleceram. Contudo, é importante ressaltar que o jogo EletroWizard foi aplicado com um tempo razoável desde o contato dos estudantes com os primeiros conteúdos, 5 meses depois mais exatamente, e diferentemente do trabalho das autoras, aqui não estabelecemos um parâmetro de comparação com a aplicação de um questionário pré-teste e os resultados obtidos.

Ainda assim, mesmo sem esse parâmetro de comparação, de acordo com a tabela 10, observamos que o total questões corretas durante a aplicação do jogo foi de 67,3%, um número bem expressivo assim como no trabalho de Castro e Costa (2011), observando também o fato de que esta abordagem conta com o ineditismo do desafio ao não aplicar um questionário pré-teste.

Há outras maneiras de investigar os indícios de aprendizagem significativa que não seja por comparação. Em Ferreira *et al.* (2020) por exemplo, após uma abordagem dos conteúdos de óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos em uma UEPS, os autores aplicaram um questionário qualitativo em que os estudantes puderam dissertar sobre tópicos estudados e cerca de 86% deles responderam aos questionamentos de maneira satisfatória. Nesta intervenção, as perguntas foram respondidas em equipes e as respostas foram validadas ainda durante o jogo, tanto para as questões de múltipla-escolha quanto para as questões subjetivas que foram realizadas, todas puderam ser acompanhadas pelo professor pesquisador e demonstraram o domínio dos conteúdos dos estudantes.

Além do olhar mais amplo proporcionado nas tabelas 9 e 10, a tabela 11 a seguir demonstra um recorte mais específico quando separamos as questões nas categorias Gerais, Específicas e Aplicadas. De acordo com a Tabela 11, as questões com maior êxito nas respostas correspondem as questões Aplicadas com 77% de acertos, aquelas que contextualizam o conteúdo estudado com situações cotidianas ou tecnologias utilizadas pelos estudantes. Já as que obtiveram menor êxito foram as questões do tipo Específicas com 62% de acertos e que correspondem aquelas questões que abordam um saber muito

específico dentro de determinado conteúdo, entretanto, ainda assim, um percentual relevante de acertos.

**Tabela 11** – Resumo do instrumental de observação do jogo por categoria de questões.

CATEGORIA	Qt.	CORRETAS	%	INCORRETAS	%
GERAIS	18	12	67%	6	33%
ESPECÍFICAS	21	13	62%	8	38%
APLICADAS	13	10	77%	3	23%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Assim, este dado evidencia um fator próprio dentro da TAS que é o uso da linguagem como fator de percepção da realidade. Quanto mais simples são os elementos de representação, ou quanto mais familiares, envoltos de narrativas, forem essas situações, mais propício será a negociação de significados entre as interpretações dos estudantes e o conteúdo (COSTA; VERDEAUX, 2016).

As questões do tipo Gerais (67% de acertos) e Aplicadas (77% de acertos) evidenciam sobre tudo dois processos muito importantes na corroboração dos indícios de aprendizagem significativa, pois por meio da generalização das questões do tipo Geral observamos a ocorrência eficaz do processo de diferenciação progressiva e por meio da utilização cotidiana externada nas questões do tipo Específicas, observamos a eficácia do processo de reconciliação integradora (AUSUBEL, 2003). Assim, o Jogo EletroWizard, demonstrou-se um instrumento valioso de memorização dos conteúdos trabalhados e satisfatório com relação aos indícios de aprendizagem observados.

#### 5.2.1.4 Teste Somativo

Aliado às outras maneiras de avaliar e em consonância com os aspectos sequenciais da UEPS de Moreira (2011b), aplicou-se um teste de caráter somativo e individual no final do processo de aprendizagem para que fosse registrado tudo que se possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Como a aprendizagem é progressiva, o teste não pode ser considerado individualmente, mas como parte de um conjunto de evidências.

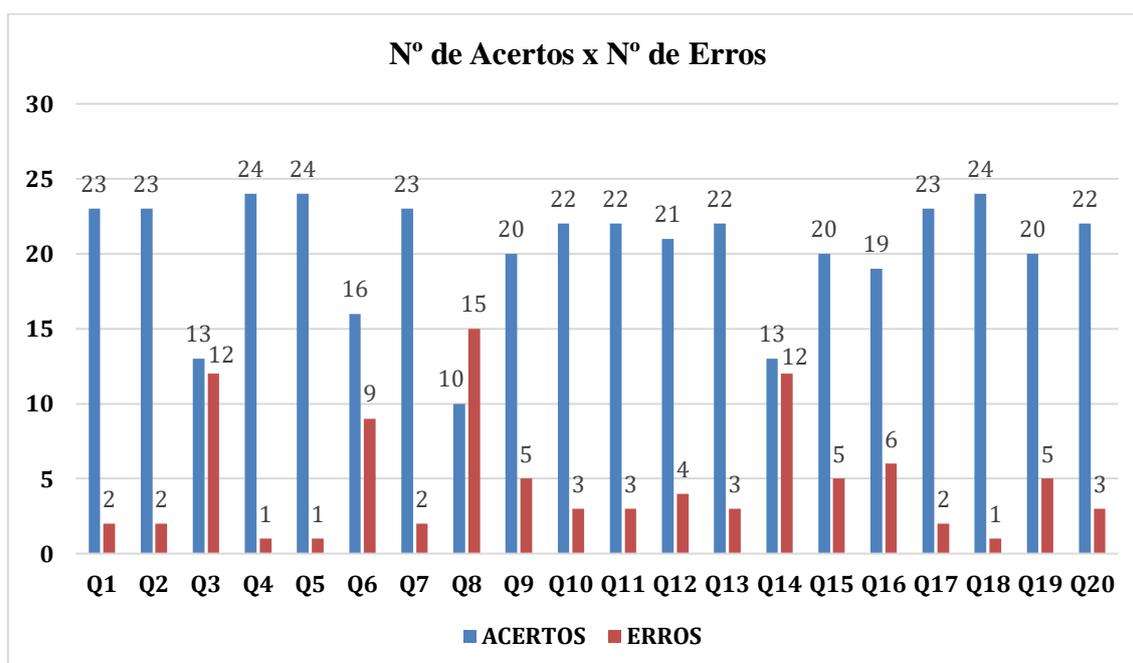
O teste aplicado foi composto por 20 questões, vide Apêndice E, todas de múltipla escolha. As questões contemplavam os conteúdos de toda intervenção pedagógica e assim como no Jogo EletroWizard, possuía questões tipificadas como Gerais, Específicas e

Aplicadas. As questões do teste eram de variados vestibulares, de variadas instituições de ensino superior e do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), selecionadas para que pudessem contemplar conteúdos mais genéricos, mais específicos e conteúdos aplicados a tecnologias e situações cotidianas dos estudantes.

Como mencionado anteriormente na seção de Método, o teste foi realizado no período vespertino após aplicação do Jogo EletroWizard de maneira individual, por meio de um formulário do Google, no laboratório de informática da escola e respondido pelos 25 estudantes presentes na ocasião. Algumas das questões presentes no teste também estavam presentes nos desafios do jogo EletroWizard. A seguir analisaremos os resultados obtidos pelos estudantes nesta modalidade avaliativa.

O Gráfico 3 e a Tabela 12 fornecem os dados necessários para uma análise dos resultados obtidos por meio da aplicação do teste somativo. Deprendemos do Gráfico 3 que todas as questões do teste obtiveram mais acertos do que erros, com exceção da questão 8 em que o erro (60%) superou o número de acertos (40%) como demonstra a Tabela 12. Ainda da Tabela 12 podemos observar que o valor médio de acertos foi de 81% quando tomamos as questões em conjunto.

**Gráfico 3** – Compilação dos resultados do teste somativo por questão.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Tabela 12** – Resultados absolutos e percentuais do teste somativo por questão.

QUESTÕES	CORRETAS	% CORRETAS	INCORRETAS	% INCORRETAS
Q1	23	92%	2	8%
Q2	23	92%	2	8%
Q3	13	52%	12	48%
Q4	24	96%	1	4%
Q5	24	96%	1	4%
Q6	16	64%	9	36%
Q7	23	92%	2	8%
Q8	10	40%	15	60%
Q9	20	80%	5	20%
Q10	22	88%	3	12%
Q11	22	88%	3	12%
Q12	21	84%	4	16%
Q13	22	88%	3	12%
Q14	13	52%	12	48%
Q15	20	80%	5	20%
Q16	19	76%	6	24%
Q17	23	92%	2	8%
Q18	24	96%	1	4%
Q19	20	80%	5	20%
Q20	22	88%	3	12%
<b>Média de Acertos</b>		<b>81%</b>		

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O teste somativo, segundo Moreira (2011b) deve ser individual e corroborar com outros instrumentos de avaliação. Não há uma maneira explícita de como ele deve ser conduzido, desde que busque evidenciar indícios de aprendizagem significativa. No trabalho de Ferreira et al. (2020) os autores também utilizam a UEPS como referencial metodológico para sua intervenção pedagógica. Na avaliação somativa os autores utilizaram um questionário subjetivo para avaliar os indícios de aprendizagem significativa, encontrando um índice médio de aproximadamente 86% de respostas satisfatórias.

Silva, Sales e Castro (2019) embora tenham em seu trabalho uma abordagem quantitativa sobre o ganho normatizado de aprendizagem em uma determinada população, os autores buscaram sob essa perspectiva, evidências dos indícios de aprendizagem significativa ao longo do processo de intervenção pedagógica com base nos princípios de uma UEPS. Em sua pesquisa, os autores aplicaram avaliações de pré-teste e pós-teste em dois grupos distintos de controle (GC) e experimental (GE). Tendo obtido nos resultados pré-teste um total de 47,27% de acertos para o grupo experimental e 38,21% de acertos para o grupo controle. No resultado pós-teste o GE obteve 67,27% de acertos e o GC 45%, obtendo assim um ganho normatizado de 0,38 para o GE e 0,11 para o GC.

Nas distintas abordagens de Ferreira *et al.* (2020) e Silva, Sales e Castro (2019), podemos compreender as diferentes maneiras de observar indícios de aprendizagem significativa. Sob um olhar qualitativo em Ferreira *et al.* (2020) ou quantitativo em Silva, Sales e Castro (2019), os resultados convergem para os achados desta pesquisa com uma taxa média de 81% de respostas corretas na avaliação somativa e que se aproxima muito dos resultados encontrados nos trabalhos supra mencionados, permitindo-nos sugerir que esse êxito dos estudantes indica indícios de aprendizagem significativa.

### 5.2.2 *Indícios de Atitudes Potencialmente Significativas*

Segundo Valadares (2011), o processo de assimilação significativa pressupõe a existência de subsunçores adequados na estrutura cognitiva dos estudantes, de materiais potencialmente significativos e também que o aluno esteja motivado psicologicamente para sustentar esse processo de assimilação. O autor também ressalta o termo atitude potencialmente significativa como pressuposto do estudante em querer relacionar os novos conhecimentos de maneira não-literal e não-arbitrária. Contudo, os autores Diesel, Martins e Rehfeldt (2018), destacam a possibilidade de as TDICs proporcionarem a motivação necessária para aprendizagem. Nesta seção, então, discutiremos os resultados obtidos por meio de três instrumentos de coleta de dados que pretendem trazer evidências do incentivo a atitudes potencialmente significativas provocadas ao longo do processo de aprendizagem gamificado.

### 5.2.2.1 Instrumental de Observação

Devido a carga horária reduzida durante o modelo de rodízio das disciplinas mencionado no capítulo de Método da Pesquisa, as anotações durante as aulas ficaram inviáveis de acontecer de maneira síncrona, por isso, as aulas foram gravadas, para que pudessem ser utilizadas posteriormente para preencher o instrumental de acompanhamento. Como a maioria das interações foram realizadas via *chat*, utilizou-se também o arquivo de texto gerado automaticamente junto com a gravação do Google Meet e que continha as conversas do *chat*, facilitando, assim, uma posterior análise.

A tabela 13 compila os dados da observação sistemática efetuada durante os encontros formativos, os nomes dos estudantes foram substituídos por códigos para preservar suas identidades. As categorias avaliadas (PA, DA, F, I, C, P, Q, A) já foram explanadas na seção de Método da pesquisa e significam respectivamente Participação durante a Aula (PA), Dispersão durante a Aula (DA), Frequência (F), Infrequência (I), Uso de celular e congêneres para fins não pedagógicos (C), Pontualidade na entrega de atividades (P), Participação nos *Quiz* de aprendizagem (Q), realização das Atividades extraclasse (A).

**Tabela 13** – Tabulação dos dados da observação sistemática.

ESTUDANTE	PA	F	C	P	Q	A	MÉDIA
EST1	5	5	5	5	5	5	5,0
EST2	4	4	4	5	5	4	4,3
EST3	5	5	5	5	5	5	5,0
EST4	4	5	5	4	5	5	4,7
EST5	5	5	5	5	5	5	5,0
EST6	4	3	4	1	5	1	3,0
EST7	5	5	5	5	5	5	5,0
EST8	4	4	5	5	5	5	4,7
EST9	3	4	4	4	5	5	4,2
EST10	3	4	4	1	4	1	2,8
EST11	5	5	5	5	5	5	5,0
EST12	5	5	5	5	5	5	5,0
EST13	5	5	5	5	5	5	5,0
EST14	3	3	5	1	3	1	2,7

ESTUDANTE	PA	F	C	P	Q	A	MÉDIA
EST15	4	4	3	1	5	1	3,0
EST16	5	5	5	5	5	5	5,0
EST17	5	5	5	5	5	5	5,0
EST18	5	5	5	5	5	5	5,0
EST19	5	5	5	5	5	5	5,0
EST20	5	5	5	5	5	5	5,0
EST21	5	5	5	5	5	5	5,0
EST22	5	5	5	5	5	5	5,0
EST23	5	5	5	5	5	5	5,0
EST24	3	5	4	5	4	5	4,2
EST25	5	5	5	5	5	5	4,8
<b>MÉDIA</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

As categorias avaliativas da observação sistemática demonstradas na Tabela 13 foram feitas com dois propósitos distintos, um deles diz respeito à competição dentro da gamificação, em que cada uma dessas categorias levava o estudante a uma determinada pontuação, podendo algumas delas levar a pontuações negativas como a Dispersão durante a Aula (DA) e a Infrequência (I). Desta maneira ao final de cada nível o estudante obterá uma determinada quantidade de pontos que poderiam ser trocados por vantagens dentro da gamificação.

Contudo, o instrumental como está demonstrado na Tabela 13, teve a função de acompanhar o que nomeamos de “motivação extrínseca”, Silva (2020, p.10) ou “atitude potencialmente significativa”, Valadares (2011, p.38), do sujeito, ou “vontade permissiva” do estudante (SILVA, 2020, p.10). Por não ter a finalidade de despontuar, como na gamificação, as categorias PA e DA, F e I foram incorporadas em apenas duas categoria, permanecendo apenas a PA e F, tendo em vista que uma é complementar à outra. Foram então atribuídas notas à essas categorias observadas, dependendo do desempenho, envolvimento e *feedback* dos estudantes durante as aulas. As notas vão de 1 (conceito mínimo) a 5 (conceito máximo).

A partir dos dados da Tabela 13 podemos depreender que todos os parâmetros avaliados se aproximaram da nota 5, avaliado nessa intervenção como um conceito ótimo. O parâmetro Participação durante a Aula (PA) obteve média de 4,5, isso significa que os

estudantes participavam frequentemente de maneira oral durante as aulas fazendo questionamentos ou observações ou interagindo no *chat* das aulas remotas.

O quesito Frequência (F) demonstra a assiduidade dos estudantes durante as aulas remotas e também as presenciais, obtendo uma média de 4,6, e que indica a “vontade permissiva” dos estudantes em se fazerem presentes no processo de aprendizagem (SILVA, 2020, p.10). A infrequência por outro lado limita a possibilidade de aprendizagem e acarreta hiatos de informação que dificultam a participação e acompanhamento das discussões (CICUTO; TORRES, 2020).

Quanto ao uso de Celulares e equipamentos congêneres para fins não pedagógicos (C), podemos observar que dentre os estudantes pesquisados houveram pouquíssimas ocorrências de uso indiscriminado dos equipamentos o que reflete na média de 4,7 obtida nesse parâmetro de acordo com a Tabela 13, e que externaliza o comprometimento dos estudantes com o ritual da aula. Vale destacar, que, segundo Zuin e Zuin (2018), não somente no âmbito escolar, os aparelhos celulares têm provocado mudanças fundamentais no modo de produção e disseminação da informação, na capacidade de concentração, memorização e sobre tudo como as informações são lembradas ou esquecidas. Portanto, a não utilização desses equipamentos para fins não pedagógicos durante a aula é de suma importância para que o processo de aprendizagem ocorra de maneira eficaz, o que se revela no conceito alcançado no instrumental de observação.

Os parâmetros de Pontualidade (P) e Atividades Extraclasse (A) foram avaliados conjuntamente, tendo em vista que um depende do outro. As atividades extraclasse solicitadas aos estudantes eram de cunho não obrigatório. Deste modo, como podemos observar na Tabela 13, os estudantes (EST6, EST10, EST14 e EST15) optaram por não realizar nenhuma das atividades propostas, alcançando o conceito mínimo (1), o que evidencia uma falha do processo de gamificação em engajar e incentivar a atitude potencialmente significativa desses estudantes. Entretanto, para a maioria dos estudantes investigados nesta intervenção pedagógica, observamos nos dados da Tabela 13 que todos os outros estudantes obtiveram o conceito máximo (5), com exceção da estudante 2 (EST2) que obteve conceito (4) por deixar de fazer uma das atividades.

As médias 4,3 e 4,2 de Pontualidade (P) na entrega das Atividades Extraclasse (A), respectivamente, evidenciam o sucesso da proposta gamificada em manter os estudantes envolvidos em permanecer em contato com os conteúdos trabalhados e entregá-los dentro do prazo estabelecido, revelando comprometimento e responsabilidade

por parte dos estudantes. Estas atividades configuram materiais potencialmente significativos pois personificam um significado e são relacionáveis de maneira não-arbitrária e não-literal para os estudantes (SILVA, 2020). Do mesmo modo, estas atividades demonstram motivar o estudante psicologicamente para facilitar o processo de assimilação (VALADARES, 2011, p.37). Além disso, esse “esforço pessoal” em realizar atividades eletivas pode-se traduzir como atitude potencialmente significativa (SILVA, 2017).

A participação no *Quiz* (Q), também não era obrigatória, contudo, por ter sido realizada no momento da aula, levou os estudantes a uma maior participação. Para este parâmetro, observamos na Tabela 13 uma média de 4,8, o maior conceito dentre os outros parâmetros observados. Podemos destacar o fato da realização da atividade *in loco*, mas também o fato de ser uma atividade colaborativa como fatores que evidenciam o sucesso de participação na atividade de aprendizagem.

Por fim, ao analisar conjuntamente os dados dos parâmetros obtidos no instrumental de observação sistemática, todos eles ficaram acima do conceito (4). No geral, obtém-se uma média de 4,5 quando se considera todos os parâmetros e todos os estudantes. Este conceito se aproxima muito do conceito máximo (5) e revela êxito nas ações de incentivo a atitudes potencialmente significativas propostas durante a intervenção pedagógica por meio de comportamentos e habilidades observadas ao longo do processo de aprendizagem, corroborando com os resultados dos outros instrumentos de avaliação desta intervenção.

#### 5.2.2.2 Atividade Extraclasse

As atividades extraclasse foram desenvolvidas ao longo do processo de aprendizagem para cada um dos conteúdos ministrados com intuito de investigar a atitude potencialmente significativa dos estudantes em querer permanecer em contato com os objetos de aprendizagem, e também compor um dos instrumentais de avaliação formativa da intervenção pedagógica.

Estas atividades mencionadas anteriormente eram facultativas e no instrumental de observação sistemática na seção anterior foram analisadas de maneira qualitativa quanto ao compromisso de realizá-las dentro do prazo estabelecido, evidenciando a vontade permissiva dos estudantes em querer permanecer em contato com os objetos de aprendizagem. Por outro lado, nesta seção analisamos as Atividades Extraclasse sob o

aspecto quali-quantitativo do desempenho obtido pelos estudantes na realização das tarefas sugeridas.

Cada uma das 6 atividades, continham quantidades de questões variadas sobre os conteúdos estudados e também foram executadas em diferentes plataformas já mencionadas no capítulo de Método da Pesquisa, como a plataforma *Kahoot*, *Liveworksheets* e *Wordwall*. Cada uma dessas plataformas possui um sistema de pontuação próprio, que posteriormente tiveram que ser convertidos em notas de 0 a 10 pontos, conforme o padrão adotado na unidade escolar onde foi desenvolvida a intervenção pedagógica e se encontram expostos na Tabela 14.

**Tabela 14 – Desempenho dos estudantes nas Atividades Extraclasse.**

ESTUDANTE	ATV 1	ATV 2	ATV 3	ATV 4	ATV 5	ATV 6	MÉDIA
EST1	10	9,5	10	10	9,5	9	9,67
EST2	-	8,3	8	7	8	8	7,86
EST3	8,6	8,3	9	8	9	10	8,82
EST4	8,6	8,4	10	8	8	8,5	8,58
EST5	7,1	9,4	9	8,5	9	9,5	8,75
EST6	-	-	-	-	-	-	-
EST7	7	9	9	8,5	9	9	8,58
EST8	7	8,4	5	8	7,5	9	7,48
EST9	7,1	10	7	7	8	7	7,68
EST10	-	-	-	-	-	-	-
EST11	7,1	8,4	10	7,5	9	9	8,50
EST12	8	10	8	8,5	7,5	8	8,33
EST13	7	7	5	8	7	8	7,00
EST14	-	-	-	-	-	-	-
EST15	-	-	-	-	-	-	-
EST16	7	10	10	10	9	9,5	9,25
EST17	8	9,5	10	9	8	8,5	8,83
EST18	8	8,4	9	10	9	9	8,90
EST19	8	8,5	10	10	9	9,5	9,17
EST20	9,5	9	10	10	8	8,5	9,17
EST21	8	10	10	10	7	8,5	8,92

ESTUDANTE	ATV 1	ATV 2	ATV 3	ATV 4	ATV 5	ATV 6	MÉDIA
EST22	7	9	8	10	8	8,5	8,42
EST23	8,5	9,5	10	10	9	9,5	9,42
EST24	7	6,5	7,5	8	7	7,5	7,25
EST25	8	10	10	10	8	9,5	9,25
<b>MÉDIA</b>	<b>7,83</b>	<b>8,91</b>	<b>8,79</b>	<b>8,86</b>	<b>8,26</b>	<b>8,74</b>	<b>8,56</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Na tabela 14, as colunas nomeadas como (ATV1, ATV2, ATV3, ATV4, ATV5, ATV6) referem-se as seis atividades extraclasse desenvolvidas ao longo da intervenção pedagógica. Na primeira coluna os nomes dos estudantes foram substituídos por códigos para preservar suas identidades como em (EST1, EST2, etc.).

Observamos na Tabela 14 que os estudantes (EST6, EST10, EST14 e EST15) optaram por não realizar as atividades, e por isso estão marcados com um (-) nas notas obtidas. Removendo da análise os 4 estudantes que não realizaram as atividades, a última linha da tabela revela as médias de notas para cada uma das atividades realizadas pelos estudantes. Todas as atividades obtiveram médias de notas superiores a 7,5 e quando analisamos conjuntamente todas as atividades e estudantes, com exceção daqueles que não realizaram as atividades, obtemos uma média geral para as atividades de 8,56.

Do ponto de vista quali-quantitativo, analisamos não somente a realização das atividades, que renderiam pontos extra durante a competição, mas também o compromisso e a intencionalidade do estudante em obter um bom desempenho, o que permite avaliar indícios de aprendizagem significativa e também de atitude potencialmente significativa revelada pela vontade de permanecer em contato com o conteúdo. Proporcionar esse tipo de motivação por meio das atividades não é uma tarefa trivial, requer aporte teórico robusto e carece de literatura sobre o tema (SILVA; SALES; CASTRO, 2018).

Segundo Kapp (2012), uma das estratégias da gamificação é incentivar a motivação extrínseca dos estudantes o que é correspondente com a segunda condição de aprendizagem significativa, de onde parte a motivação intrínseca dos estudantes em relacionar os objetos de aprendizagem de maneira não-literal e não-arbitrária (VALARADES, 2011). Para Kapp (2012) essa motivação extrínseca, que influencia na motivação própria dos estudantes, pode ser potencializada se aumentarmos a expressão de prazer dos estudantes na execução de uma tarefa fazendo uso de recompensas para isso.

Por isso, nesta intervenção pedagógica, as atividades extraclasse proporcionavam pontuações extra para os competidores, para que o seu desempenho na realização das atividades lhes rendesse essas recompensas. Isso fortalece a percepção de liberdade de ação envolvendo o estudante em uma atividade que poderia ser considerada desinteressante (KAPP, 2012).

Concordando com Kapp (2012), Silva (2018a) afirma que o esforço pessoal demonstrado na realização das atividades extraclasse, configuram atitude potencialmente significativa que influenciará diretamente na aprendizagem do estudante. Essa atitude potencialmente significativa demonstrada, aliada ao desempenho médio de 8,56 das notas dos estudantes nas atividades revelam, nesse contexto, o êxito da proposta gamificada em motivar o estudante à aprendizagem.

#### 5.2.2.2 *Questionário Pós-UEPS-G*

Além das evidências demonstradas nas seções anteriores com os dados dos instrumentais de observação sistemática e das Atividades Extraclasse, como indicadores de indícios de atitudes potencialmente significativas, faz-se importante também escutar os estudantes quanto às suas percepções sobre o processo. Então, esta seção analisou as respostas fornecidas por meio de um questionário semiestruturado de percepção estudantil aplicado após a finalização da intervenção pedagógica.

O primeiro bloco de perguntas traz dados sobre o interesse e motivação em estudar a disciplina de Física. O segundo bloco trata dos conteúdos de Física trabalhados durante a intervenção pedagógica, suas dificuldades e potencialidades associadas. O terceiro bloco de questionamentos discorre sobre a metodologia utilizada na intervenção pedagógica, sua relevância no processo de aprendizagem dos estudantes e suas contribuições e limitações.

Poderemos utilizar os dados do pré-UEPS-G demonstrados na seção 5.1.1 como elementos de comparação referentes a manutenção ou mudança de percepção dos estudantes frente a iguais questionamentos.

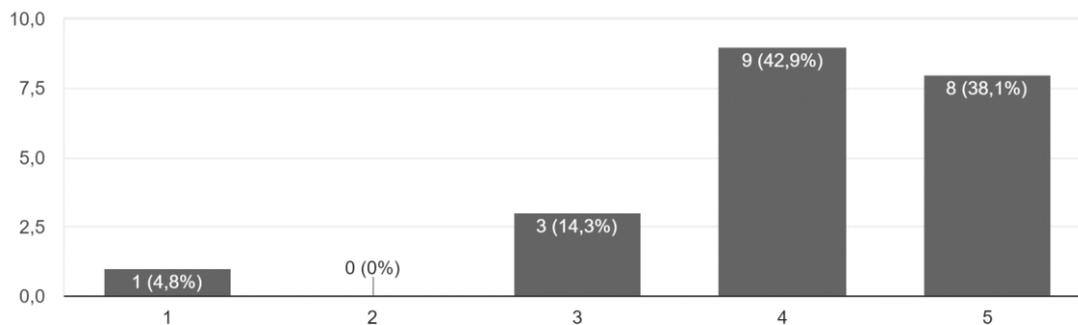
Em relação ao mesmo questionamento no questionário pré-UEPS-G na seção 5.1.1, o Gráfico 2 revela (8,8%, 23,5%, 32,4%, 23,5% e 11,8%) respectivamente aos conceitos (1, 2, 3, 4 e 5). Em contraposição, o Gráfico 4 a seguir demonstra uma tendência de migração para a direita do gráfico, que corresponde aos conceitos 4 e 5 e que revela

que após a intervenção pedagógica os estudantes melhoraram seu interesse em relação a disciplina de Física.

#### Gráfico 4 – Interesse em estudar a disciplina de Física.

Em uma escala de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima), avalie seu interesse em estudar a disciplina de Física.

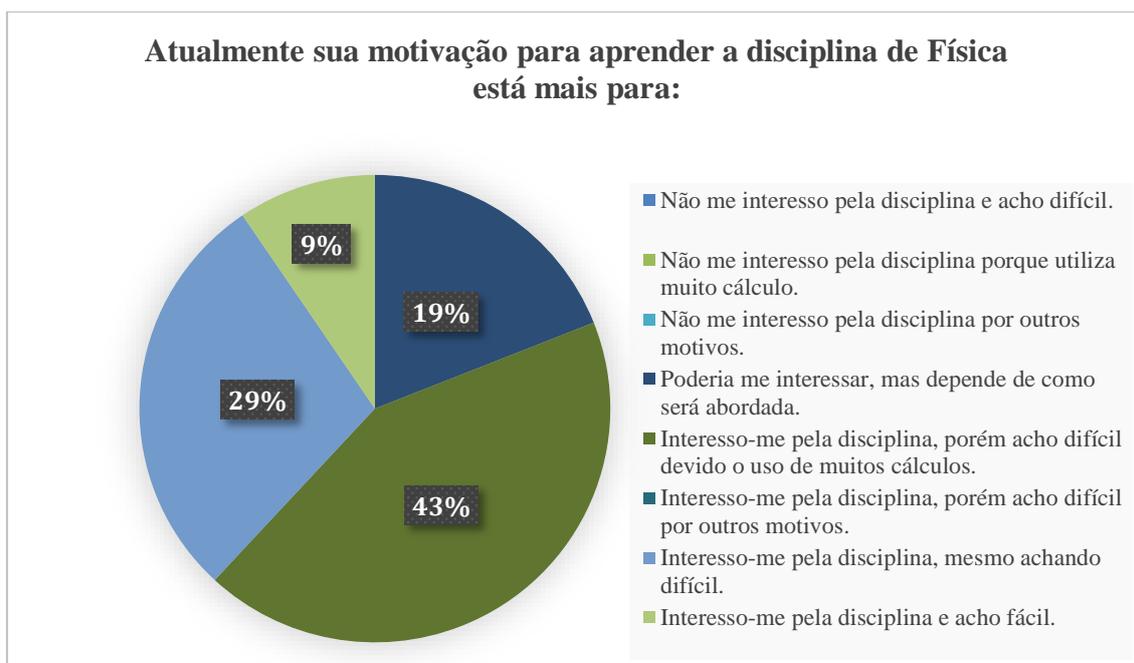
21 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Se considerarmos os conceitos 4 e 5 como positivos, teremos um percentual de 81% dos respondentes nessas categorias, enquanto no questionário pré-UEPS-G esse índice chegava apenas a 35,3%. Outro dado importante, é que somente 4,8% dos respondentes permanecem desinteressados pela disciplina se considerarmos os conceitos 1 e 2 como avaliação negativa, anteriormente esse dado era de 32,3%.

O Gráfico 5 contempla os principais motivos pelos quais os estudantes mantêm ou não o interesse na disciplina de Física. A maior parte dos estudantes (43%) diz se interessar pela disciplina, mas acha difícil por envolver muitas operações matemáticas. Para 29% dos respondentes há um interesse pela disciplina mesmo ela sendo difícil. Para 19% a disciplina pode ser interessante a depender de como ela será abordada. E por fim, 9% dos estudantes se interessa pela disciplina e acha ela fácil.

**Gráfico 5 – Motivações para o interesse na disciplina de Física.**

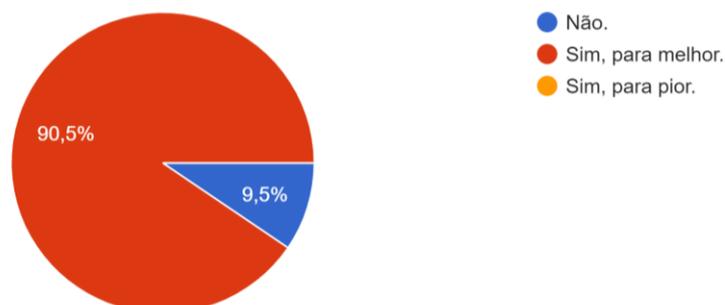
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O Gráfico 6 e o Quadro 17, corroboram com os resultados anteriores ao mostrarem a mudança de perspectiva dos estudantes em relação à disciplina de Física em vistas da utilização de uma metodologia ativa de aprendizagem a gamificação dentro de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada. Percebemos nas respostas dos estudantes que o diferencial da abordagem reside na dinamicidade, ludicidade, engajamento e motivação proporcionado pela estrutura gamificada da intervenção, resultando em atitudes potencialmente significativas que os levaram a melhorias na aprendizagem. Principalmente do ponto de vista da aprendizagem significativa, a motivação é um fator que interfere diretamente na aprendizagem do estudante (SILVA, 2018a). Assim, destaca-se as ações utilizadas na intervenção pedagógica com objetivo de estimular a motivação dos estudantes como bem sucedida, sob o ponto de vista estudantil.

### Gráfico 6 – Percepção sobre a disciplina de Física pós-UEPS-G.

Após aplicação da UEPSiG, você mudou de ideia com relação a sua motivação em aprender a disciplina de Física?

21 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Quadro 17 – Razões para manutenção ou mudança de opinião sobre a disciplina de Física.

RAZÕES PARA MANUTENÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ “É muito difícil”</li> <li>✓ “Por que é muito difícil”</li> </ul>
RAZÕES PARA MUDANÇA
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ “Antes achava que era algo chato e parado, agora dá pra ver que dá pra ser divertido”</li> <li>✓ “É muito bom aprender jogando por que o torna mais interessante e divertido.”</li> <li>✓ “Com a gamificação eu consegui ter um maior aproveitamento da matéria e me engajar mais com o conteúdo, tendo mais motivação para assistir a aula.”</li> <li>✓ “Após a gamificação eu mudei algumas percepções sobre a matéria e reparei que aprender de forma mais prática influencia bastante no aprendizado.”</li> <li>✓ “Porquê abordou de uma forma interativa e que chamava a atenção e lhe prende nas aulas, além de ser uma forma bem mais fácil de aprender e não ser entediante.”</li> <li>✓ “Durante aplicação adorei a forma que fizemos para relembrar os assuntos que o nosso professor tinha nos ensinados. Me ajudou a lembrar algumas coisas que eu tinha esquecido.”</li> </ul>

### RAZÕES PARA MUDANÇA

- ✓ “Sim, com a aplicação da UEPS-G durante as aulas fez com que eu pudesse me interessar muito mais pela disciplina de Física e suas aulas, através de uma coisa que gosto, que é o jogo. Aprendi durante as aulas de uma forma interessante com uma perspectiva diferente do padrão, assim, fazendo com que a minha atenção mesmo durante as aulas online fosse completamente voltada para a aula.”
- ✓ “Sim, pois me ajudou a enxergar a matéria de física não só como uma matéria qualquer, mas sim, como uma matéria que busca entender processos de matérias, contextos e como a física é aplicada no dia a dia.”

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

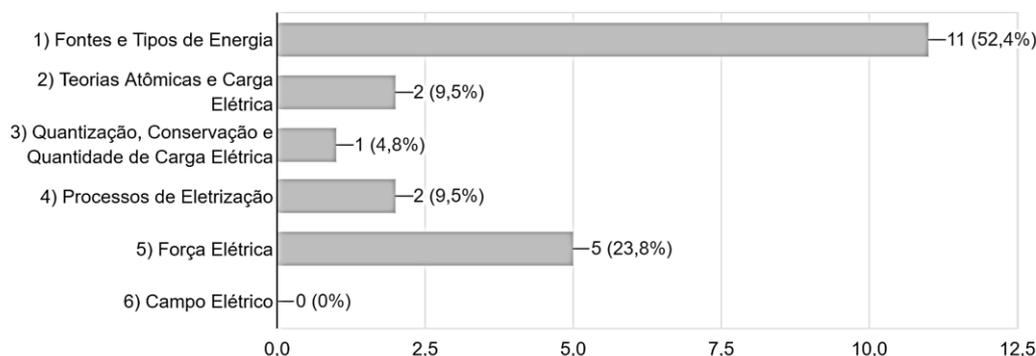
O próximo bloco de dados a ser discutido diz respeito aos questionamentos relacionados aos conteúdos de Física e a maneira como eles foram trabalhados em sala de aula, bem como os motivos que facilitaram ou dificultaram a aprendizagem destes saberes.

Do Gráfico 7 depreendemos que o conteúdo “Fontes e Tipos de Energia” foi o mais fácil de aprender na perspectiva dos estudantes e a partir do Quadro 18, que é uma compilação das principais respostas dadas pelos estudantes, observamos os motivos. Dois fatores muito importantes foram citados no Quadro 18 como determinantes para um melhor aprendizado dos saberes assinalados. Um desses fatores é o conhecimento prévio sobre o assunto tratado, destacado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) como o principal fator que leva o aprendiz a uma aprendizagem significativa e demonstrado, na opinião dos estudantes como determinante para sua aprendizagem. O outro fator, diz respeito aos estímulos emocionais proporcionado pela UEPS-G e que contribuíram para a concretização de atitudes potencialmente significativas ao longo do processo.

### Gráfico 7 – Classificação dos conteúdos quanto a facilidade em aprender.

Qual conteúdo você teve mais facilidade em aprender durante a intervenção pedagógica?

0 / 21 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Quadro 18 – Motivos que facilitaram a aprendizagem do conteúdo.

MOTIVOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM	
✓	“Porque são conteúdos que aprendemos nos anos anteriores, e através dessa intervenção, pude lembrar mais sobre esse conteúdo.”
✓	“Acho que era porque eu já tinha um conhecimento prévio do assunto, e facilitou o meu aprendizado na hora das aulas.”
✓	“Devido que, além da ótima explicação do professor, a UEPS-G utilizou durante as aulas um método de “competição”, e eu que sou muito competitivo estava sempre focado durante as aulas para responder as perguntas que apareciam.”

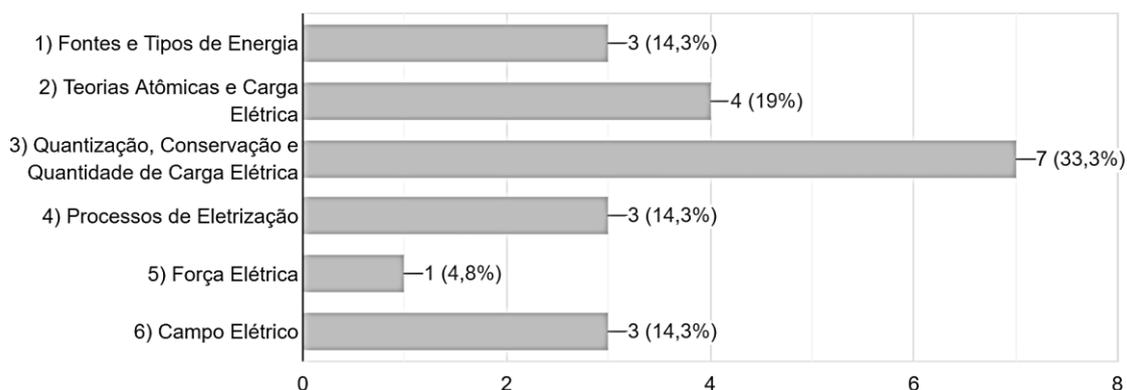
Fonte: Elaborado pelo autor.

Depreende-se do Gráfico 8 que, na opinião dos questionados, o conteúdo mais difícil de aprender foi “Quantização, Conservação e Quantidade de Carga elétrica”, e por meio do Quadro 19, podemos perceber os motivos que dificultaram esse processo. O Quadro 19 é um compilado das principais respostas dos estudantes quanto a essas dificuldades e nele é ressaltado a ausência de conhecimento prévio, a natureza muito específica do conteúdo e a utilização de cálculo matemático como fatores que impossibilitaram ou dificultaram o processo de aprendizagem.

### Gráfico 8 – Classificação dos conteúdos quanto a dificuldade em aprender.

Qual conteúdo você teve mais dificuldade em aprender durante a intervenção pedagógica?

0 / 21 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor.

### Quadro 19 – Motivos que dificultaram a aprendizagem do conteúdo.

MOTIVOS DIFICULTADORES DA APREDNIZAGEM	
✓	“Falta de entendimento da minha parte e atenção.”
✓	“É um assunto meio complicado de se entender, por ser muito exemplificado e extenso.”
✓	“Encontrei um pouco dificuldades em alguns cálculos.”
✓	“Acho que por conta de eu não ter um conhecimento prévio do assunto ou não ter lembrado, dificultou um pouco o meu aprendizado.”
✓	“Apesar do ótimo método de ensino aplicado pelo professor, esse conteúdo para mim acabou tendo um pouco mais de dificuldade devido aos cálculos usados na parte de Quantidade de Carga, entretanto o conteúdo de Quantização e Conservação foi de fácil aprendizagem.”
✓	“Se deve ao fato de a matéria envolver uns tópicos um pouco mais específicos e um pouco difíceis de compreender.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo bloco de questionamentos a ser analisado, demonstra os dados referentes as percepções dos estudantes quanto as contribuições da gamificação como metodologia de êxito dentro de um processo de aprendizagem significativa, que tem a

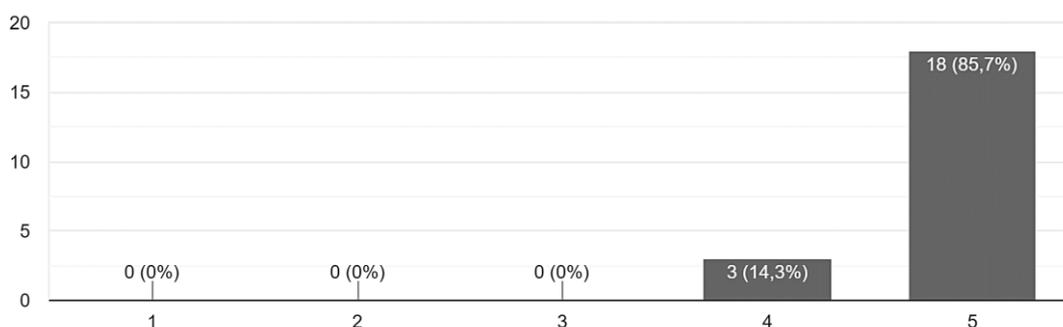
UEPS como referencial metodológico e que busca estimular a atitude potencialmente significativa dos estudantes por meio de ações voltadas ao engajamento e motivação, utilizando para isso as características dos jogos.

O Gráfico 9 mostra a percepção dos estudantes quanto a contribuição da gamificação como metodologia facilitadora da compreensão dos conteúdos trabalhados na sala de aula. Dos respondentes, 85,7% atribuíram o conceito máximo ao questionamento, ou seja, concordam que a estrutura gamificada das aulas teve papel essencial na compreensão dos conteúdos trabalhados. Já 14,3% dos estudantes atribuíram conceito 4 para o questionamento. Se considerarmos os conceitos 4 e 5 como valores ótimos da escala, perceberemos que 100% dos estudantes concordam que a gamificação foi uma metodologia decisiva no processo de aprendizagem.

**Gráfico 9** – Gamificação como estratégia facilitadora da compreensão dos conteúdos em sala de aula.

Em uma escala de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima) quanto a metodologia de gamificação utilizada pelo seu professor facilitou a compreensão dos conteúdos estudados em sala de aula?

21 respostas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O Quadro 20 é uma complementação ao questionamento exposto no Gráfico 9, pois mostra as justificativas dos estudantes quanto as razões que levaram a gamificação a ser uma metodologia de êxito que contribui com a compreensão dos conteúdos em sala de aula. De maneira resumida, as percepções dos estudantes externam que a competição, sistema de pontuação, ludicidade, dinamicidade das aulas, interatividade, curiosidade, e maneira de o professor explicar o conteúdo, como os principais motivos que fizeram da gamificação uma estratégia de êxito. Percebemos nas falas destacadas muitas características de um processo gamificado e que foram utilizados na intervenção pedagógica como elementos de motivação à atitude potencialmente significativa.

**Quadro 20** – Motivos para entender a Gamificação como estratégia facilitadora da compreensão dos conteúdos em sala de aula.

<b>RAZÕES QUE TORNAM A GAMIFICAÇÃO UMA ESTRATÉGIA FACILITADORA DA COMPREENSÃO DE CONTEÚDOS EM SALA DE AULA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ “Consegui aprender de maneira muito mais dinâmica.”</li> <li>✓ “Dá para aprender na prática e "brincando", tornando o conteúdo mais simples e fácil de aprender.”</li> <li>✓ “A explicação na hora das aulas é ótima, muito dinâmica.”</li> <li>✓ “Pois aprendendo de forma bem interativa, desperta a motivação de nós alunos.”</li> <li>✓ “Porque trouxe uma forma de estudar a física diferente, fazendo com que tenhamos curiosidade e que queiramos participar das aulas, fazendo as aulas serem bem mais dinâmicas.”</li> <li>✓ “A forma que ele (professor) usa para explicar facilita muito no aprendizado, quando não entendemos sobre o assunto ele sempre tenta explicar novamente.”</li> <li>✓ “Desde o início quando foi apresentada a metodologia de aprendizagem para nós alunos já foi gerada uma atenção bem maior para aula, e o mesmo se repete durante as aulas por causa das perguntas que eram feitas ao decorrer do avanço do conteúdo e após a finalização.”</li> <li>✓ “Ele (professor) transmite as informações de forma consideravelmente boa, de forma clara e objetiva, o que contribui, claro, para a aprendizagem.”</li> <li>✓ “A forma como o professor ensina nos faz ter interesse naquele assunto. Mesmo não gostando de física me sinto animada com a metodologia do professor.”</li> </ul>

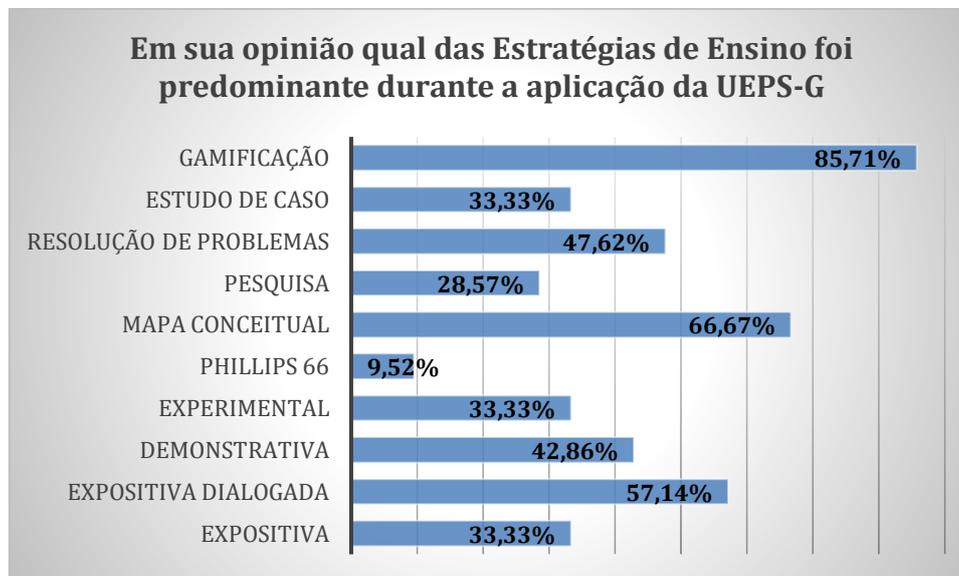
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A seguir, nos Gráficos 10 e 11, observaremos as principais estratégias educacionais utilizadas durante as aulas da intervenção pedagógica, e também como gamificação motivou atitudes e comportamentos dos estudantes a fim de mantê-los engajados durante o processo de aprendizagem na UEPS-G.

No Gráfico 10 estão expostas as principais estratégias utilizadas durante as aulas da intervenção pedagógica no percurso gamificado da UEPS-G. Os estudantes puderam escolher mais de uma estratégia entre 10 mais recorrentes durante o percurso formativo e

por este motivo cada item enumerado de 1 a 10 no gráfico 10 poderia receber até 100% das respostas de acordo com a percepção de cada estudante em relação às aulas.

**Gráfico 10** – Predominância das Estratégias pedagógicas na UEPS-G.



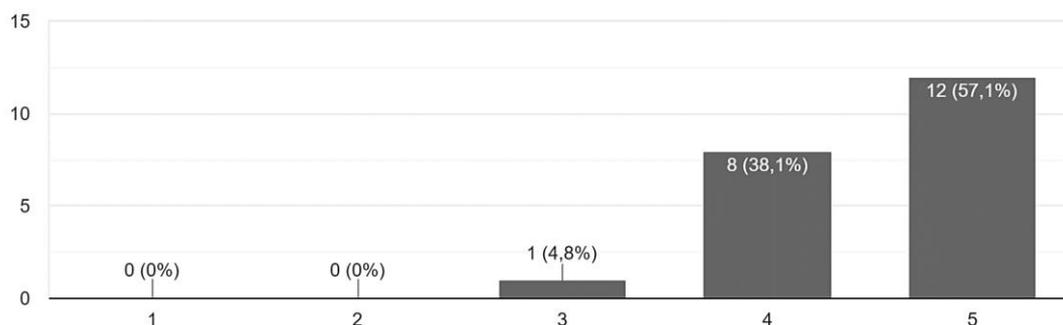
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Destaca-se do gráfico 10 que para 85,7% dos respondentes, a gamificação foi a estratégia mais presente no percurso formativo da UEPS-G, seguida pelo Mapa Conceitual (66,7%) e Aula Expositiva Dialogada (57,1%), compondo as três estratégias mais utilizadas no processo formativo. Além disso, o gráfico 11, corrobora com os dados do gráfico 10 ao evidenciar a frequência com que ocorreu a principal estratégia utilizada no processo de intervenção, a gamificação. De acordo com o gráfico 11, para 57,1% dos estudantes a estratégia de gamificação foi muito frequente durante a UEPS-G, obtendo o conceito máximo de percepção, 5. Para outros 38,1% a gamificação também foi bastante frequente, recebendo o conceito 4 da escala. Se analisarmos os conceitos 4 e 5 como valores ótimos da escala, obteremos um total de 95,2% dos respondentes concordando que a gamificação foi muito presente durante o processo de intervenção pedagógica.

### Gráfico 11 – Frequência de utilização da gamificação na UEPS-G.

Em uma escala de 1 (pouco frequente) a 5 (muito frequente) com que frequência o professor utilizou a estratégia de gamificação durante as aulas?

21 respostas



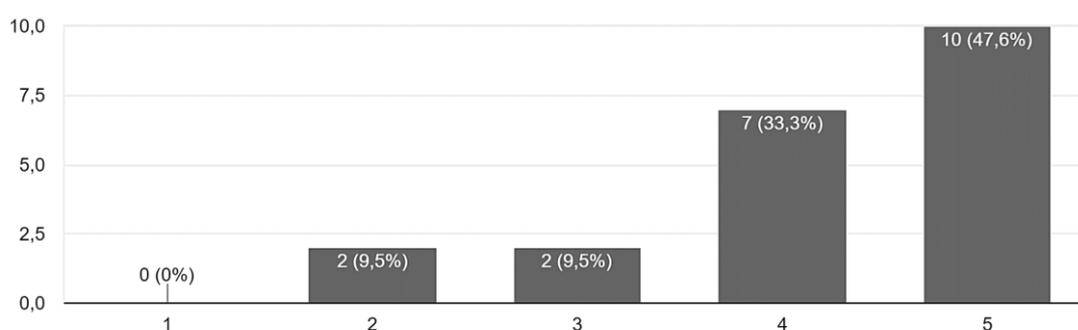
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conclui-se do gráfico 12 a seguir que as estratégias gamificadas utilizadas durante o percurso formativo motivaram bastante, conceito 5 (47,6%) dos estudantes em seus estudos. Se analisarmos o conceito 4 (33,3%) juntamente com o conceito 5 como um valor ótimo da escala, depreendemos que 80,9% dos estudantes foram bastante motivados pela estrutura gamificada da UEPS-G. Outros 9,5% dos respondentes se sentira apenas parcialmente motivados nos estudos e para outros 9,5% se sentiram pouco motivados.

### Gráfico 12 – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação nos estudos.

Em uma escala de 1 (pouco) a 5 (bastante), quanto a estrutura gamificada da UEPSiG te motivou nos estudos?

21 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

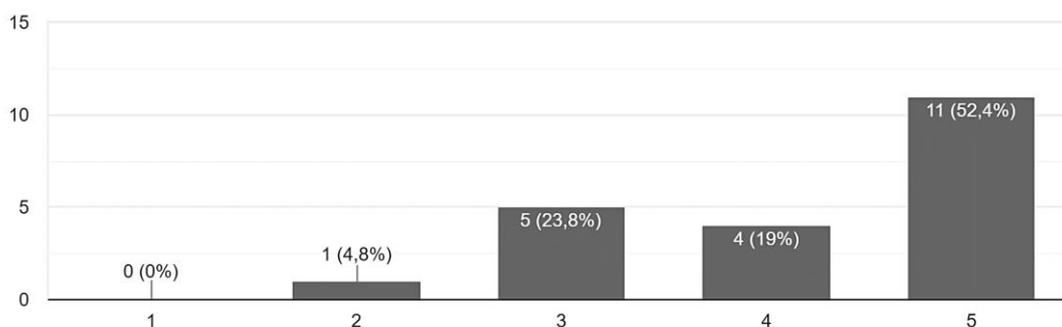
Com relação à produção dos mapas conceituais, pode-se inferir do gráfico 13 que a estrutura gamificada da UEPS-G motivou bastante 52,4% dos estudantes a confeccionar e entregar os mapas conceituais solicitados e para 19% dos questionados houve muita motivação. Entretanto, 23,8% dos estudantes se sentiram apenas parcialmente motivados a produzirem os mapas e outros 4,8% se disseram pouco motivados. Se analisados

conjuntamente, os conceitos 4 e 5 somam 71,4% dos estudantes, como satisfatoriamente motivados a produzir os instrumentais, deste modo, conclui-se que os elementos de gamificação presentes na UEPS-G foram decisivos para a entrega dos mapas conceituais.

**Gráfico 13** – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação para a entrega de Mapas Conceituais.

Em uma escala de 1 (pouco) a 5 (bastante), quanto a estrutura gamificada da UEPSiG te motivou a cumprir com a entrega dos Mapas Conceituais solicitados?

21 respostas



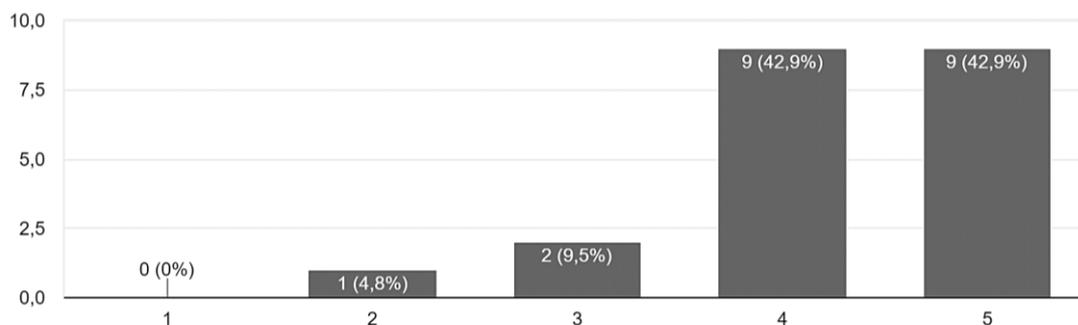
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Percebemos no gráfico 14 que a estrutura gamificada da UEPS-G foi decisiva para que os estudantes permanecessem em contato com o conteúdo trabalhado em sala de aula por meio da realização das Atividades Extraclasse. Um grande percentual de estudantes (42,9%) se sentiu bastante motivado a entregarem as atividades, atribuindo conceito 5. O mesmo percentual se aplica aos estudantes que se dizem muito motivados, conceito 4. Outros 9,5% se disseram parcialmente motivados e apenas 4,8% se disseram pouco motivados. Analisando os conceitos 4 e 5 conjuntamente, deduzimos que 85,8% dos respondentes se sentiram satisfatoriamente motivados a entregarem as atividades, o que nos permite inferir a importância das estratégias de gamificação aplicadas com o propósito de “motivar a ação” (KAPP; BLAIR; MESCH, 2014).

### Gráfico 14 – Estrutura gamificada da UEPS-G e motivação para a entrega das Atividades Extraclasse.

Em uma escala de 1 (pouco) a 5 (bastante), quanto a estrutura gamificada da UEPSiG te motivou a cumprir com a entrega das atividade de classe e extraclasse solicitadas?

21 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

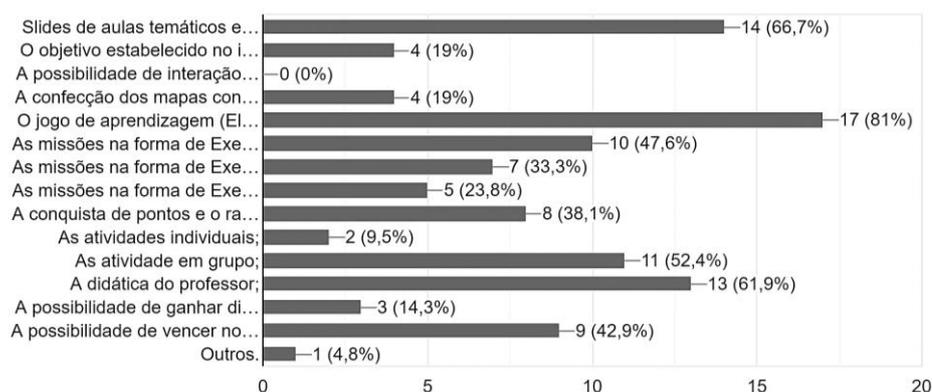
Foram muitos os elementos de game utilizados durante a UEPS-G com o propósito de engajar, motivar e proporcionar diversas emoções aos estudantes participantes da intervenção pedagógica, o gráfico a ser analisado a seguir, enumerou a maioria deles para que se investigasse quais desses elementos mais contribuíram para o engajamento ou atuação dos estudantes na UEPS-G.

Dentre os muitos elementos elencados no gráfico 15, aquele que obteve maior destaque foi o jogo de aprendizagem, EletroWizard, utilizado no processo de intervenção pedagógica, como instrumento de avaliação de aprendizagem coletiva e que contribuiu para que 81% dos respondentes permanecessem engajados no processo de gamificação.

### Gráfico 15 – Elementos de gamificação e sua contribuição no engajamento estudantil

Quais elementos listados a seguir contribuíram para que você permanecesse engajado (atuante) na UEPSiG? (Pode-se marcar mais de uma opção).

21 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor.

O jogo EletroWizard foi anunciado no princípio do percurso gamificado como o último estágio do processo de avaliação, isso criou nos estudantes uma expectativa muito grande em torno de sua aplicação, e as equipes acabaram atribuindo ao jogo uma âncora, ou objetivo secundário dentro da gamificação, estabelecido a partir da premissa de que as equipes precisavam chegar bem até a etapa final, para que o jogo não fosse tão decisivo quanto aparentava.

Seguido do jogo EletroWizard, os slides de aula (66,7%) e a didática do professor (61,9%), foram os fatores que mais contribuíram para o maior engajamento proporcionado dentro da UEPS-G. Os slides de aula, seguiam uma estrutura particular pensado a partir de uma sequência de ensino própria desta pesquisa e demonstrada no Capítulo de Método deste trabalho. Além da estrutura que buscava evidenciar a aprendizagem significativa por meio de materiais potencialmente significativos, os slides também continham estruturas gamificadas inclusas e uma identidade visual que remetia à narrativa de background, ou plano de fundo, da gamificação. Assim, os slides aliados a didática do professor se concretizaram como um aspecto engajador do processo de aprendizagem dos estudantes.

Outros elementos da gamificação também se destacaram de acordo com o gráfico 15, como as atividades colaborativas em grupo (52,4%), as missões na forma de *Quiz* do Kahoot (47,6%), a possibilidade de vencer no final (42,9%). Além dos elementos destacados no gráfico, outros elementos foram mencionados pelos estudantes que marcaram a opção “outros” (4,8%) de acordo com gráfico 15. Em uma questão subjetiva à parte, o respondente pode mencionar “a conquista de pontos e o ranking da sala” e “a interação com outras turmas” como fatores também relevantes para o engajamento.

Utilizar os instrumentos de avaliação da aprendizagem como a observação sistemática, mapas conceituais, *Quiz*, Atividades Extraclasse, Jogo EletroWizard, como itens de gamificação dentro da UEPS-G se mostrou uma estratégia bem sucedida de motivação à atitude potencialmente significativa conforme evidenciado nos gráficos 12 a 15 e também nos outros resultados já externados em seções anteriores deste capítulo. Como mencionado em Kapp, Blair e Mesch (2014) motivar a ação é a principal intencionalidade da gamificação na educação, o engajamento ao qual se relata nessa seção diz respeito a capacidade de incentivar os educandos no seu processo de ensino aprendizagem por meio de técnicas de gamificação que visam, finalmente, colaborar com a atitude potencialmente significativa dos estudantes (SILVA; SALES; CASTRO, 2018).

## Capítulo 6

### Considerações Finais

Ao iniciar a contextualização e problemática desta pesquisa, discutiu-se as orientações oficiais dos documentos norteadores da educação brasileira, em especial aquelas relacionadas ao ensino de Física, que conduzem para um ensino dinâmico, contextualizado com a atualidade e com os fatos históricos e que buscam a utilização e produção da tecnologia como ferramentas para a interpretação dos fenômenos naturais no entorno estudantil, em um diálogo estabelecido sob a premissa de ensinar a partir dos conhecimentos prévios carregados por cada estudante, sendo este, o princípio básico da aprendizagem significativa.

Aprender significativamente requer satisfazer duas condições básicas: a primeira corresponde a utilizar materiais potencialmente significativos a fim de organizar de maneira discriminada o conhecimento, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes e utilizando de estratégias que valorizem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora do processo de aprendizagem. A segunda diz respeito ao estudante dispor-se a aprender de maneira não-arbitrária e substantiva. Norteados por essas duas condições e pelo principal fator que proporciona a aprendizagem significativa, o conhecimento prévio, esta pesquisa se debruçou sobre uma maneira particular de tornar o processo de aprendizagem dinâmico e ativo, a fim de concentrar esforços no incentivo ao que denominamos de atitude potencialmente significativa.

A gamificação, então, foi utilizada nesta pesquisa com o objetivo primordial de envolver ou engajar os estudantes em uma competição estruturada sob o rigor metodológico da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A estrutura metodológica da UEPS deu o suporte necessário para que se criassem oportunidades de aprendizagem significativa, utilizando atividades que favoreceram a diferenciação progressiva e também a reconciliação integradora, sempre amparados pelo conhecimento precípuo do estudante. Ao mesmo tempo, a gamificação desse processo permitiu a criação de estratégias que incentivaram a atitude potencialmente significativa dos educandos.

Com relação a adaptação da UEPS à uma estrutura gamificada, a qual nomeamos de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G), podemos dizer que, por se tratar de uma estrutura acessória, a gamificação não provocou mudanças significativas na metodologia proposta na UEPS tendo sido preservadas as suas etapas

fundamentais. Cada encontro formativo utilizou dos aspectos sequenciais da UEPS e de características próprias dos games, como a contação de estória como plano de fundo da competição, a realização de tarefas colaborativas, a utilização de pontuações e uso dos instrumentos de avaliação formativos e somativos como aspectos também gamificados do processo de ensino-aprendizagem. Esta proposta atende a problemática exposta nesta pesquisa, de promover um ensino de Física mais ativo, dinâmico, e engajador em vistas de promover a aprendizagem significativa.

Para observar os indícios de aprendizagem significativas ao longo da intervenção pedagógica, foram utilizados alguns instrumentos de coleta de dados, como a produção de mapas conceituais, a realização de *Quiz* de conteúdo colaborativo durante as aulas, atividades individuais não obrigatórias, teste somativo e por fim a aplicação do jogo de aprendizagem EletroWizard que compõe o produto educacional desenvolvido nesta pesquisa. Além disso, outros instrumentos foram utilizados para aferir as evidências de atitudes potencialmente significativas dos discentes, que demonstram sua intencionalidade em querer aprender, como a observação sistemática utilizada com intuito de registrar situações, ações e comportamentos dos educandos, o questionário de opinião utilizado com intuito de sondar dos estudantes suas percepções sobre seu processo de aprendizagem, sobre a intervenção pedagógica ao qual participou e sobre as metodologias empregadas neste processo, e também as atividades obrigatórias e facultativas, que buscaram averiguar a intencionalidade do estudante em estar em contato com os objetos de aprendizagem e também analisar o seu desenvolvimento durante o processo.

Destas atividades, pudemos observar que em suas diversas modalidades elas alcançaram os objetivos iniciais desta pesquisa em promover a aprendizagem significativa e em envolver os estudantes com os objetos de aprendizagem. Nas atividades colaborativas se observava as equipes trabalhando de maneira interativa e focadas nas soluções dos problemas propostos. De maneira especial, na aplicação do jogo EletroWizard, havia um forte sentimento de competição e empolgação em uma atividade que buscava rememorar os conceitos estudados durante as aulas e evidenciou, ao final, que boa parte dos conceitos trabalhados nos seis meses anteriores ainda permaneciam consolidados. Demonstrou também que o jogo de aprendizagem pode ser utilizado como valioso instrumento de avaliação do conhecimento, mais uma ferramenta entre tantas, que pode colaborar com essa etapa tão importante do processo de ensino-aprendizagem que é o de valoração, ou avaliação. Nas atividades individuais obrigatórias e facultativas se

observou o compromisso na entrega e na execução adequada das atividades, que eram propostas como elementos gamificados por meio de jogos e atividades interativas.

Em todos os instrumentos analisados neste trabalho observamos que os estudantes envolvidos na intervenção pedagógica demonstraram robustos indícios de que a aprendizagem ocorreu de maneira significativa, como também evidenciaram estar envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de maneira ativa e lúdica por meio das estratégias gamificadas aplicadas nas situações de aprendizagem. Dessa experiência, então, constatamos que a gamificação foi determinante para o alcance dos objetivos estabelecidos inicialmente, uma vez que proporcionou mecanismos de engajamento que resultaram em atitudes potencialmente significativas.

Entendemos que todos os resultados aqui obtidos, são produto de uma situação singular com características próprias e influenciadas por fatores próprios contidos nesta experiência. Contudo, esperamos que esta pesquisa possa contribuir na prática pedagógica de outros educadores, motivando-os a utilizar a gamificação como ferramenta de engajamento e como metodologia ativa em processos de ensino-aprendizagem, utilizando os mesmos métodos e teoria de aprendizagem aqui aplicados, ou adequando a outros métodos e teorias de aprendizagem a fim de enriquecer este trabalho.

Voltando-se para o aperfeiçoamento do trabalho aqui realizado e fomentando a busca pela excelência de experiências gamificadas aplicada ao ensino de Física, sugere-se o empreendimento de novas pesquisas neste campo aplicadas conjuntamente com outras teorias de aprendizagem e em outras etapas de ensino. Esperamos também futuramente aperfeiçoar o jogo EletroWizard, para que este possa ser mais acessível, prático e em uma próxima edição possa conter um sistema de transações financeiras virtualizado, e um sistema virtualizado de cartas e livros, utilizados como acessórios no jogo, que possam ser personalizáveis, assim o jogo poderá se tornar uma ferramenta lúdica empregada em outros conteúdos de Física e de outras disciplinas.

A estas sugestões, juntamos a intenção de que outros docentes, de posse deste material, sejam encorajados a colaborar aperfeiçoando ou reformulando os materiais disponibilizados e utilizados nesta pesquisa, que a UEPS-G e jogo EletroWizard sirvam de inspiração para novas ferramentas e metodologias que visem alcançar melhores resultados de aprendizagem dos educandos e por conseguinte um avanço para o sistema educativo e sociedade brasileira.

## Referências Bibliográficas

ADÁN-COELLO, J. M. *et al.* Conflito sócio-cognitivo e estilos de aprendizagem na formação de grupos para o aprendizado colaborativo de programação de computadores. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 16, n. 03, 2008.

ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. DVS editora, 2015.

ALVES, L. Games, colaboração e aprendizagem. In: OKADA, Alexandra (Org.). *Recursos educacionais abertos e redes sociais: coaprendizagem e desenvolvimento profissional*, 2. ed. São Luiz: Eduema, 2014. cap. 9.

ANA, W. P. S.; LEMOS, G. C. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*. Mossoró, v. 4, n. 12, 2018.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? *Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade*, v. 22, n. 40, p. 95-103, 16 out. 2019.

ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, n. 4, p. 50-57, 2017.

ARAUJO, I. dos S. C.; ROBAINA, J. V. L. Modelo padrão de partículas e a reformulação conceitual do modelo atômico por meio de uma unidade didática voltada para professores de ciências. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*. Luziânia, GO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Vol. 12, n. 1 (jan./mar. 2019), p. 120-126, 2019.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. *Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*. Bookman Editora, 2018.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, R. C. DE. *Uma sequência didática para o ensino do tema: “produção e consumo de energia elétrica”*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Sorocaba – SP, 2021.

BEZERRA, D. P. *et al.* A evolução do ensino da física – perspectiva docente. *Scientia Plena*, v. 5, n. 9, 2009.

BOLLER, S.; KAPP, K. *Jogar para Aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. DVS Editora, 2018.

BORGES, R. C.; RAMOS, K. Y.; ARAUJO, N. C. C. de; ABREU, R. O. de. Análise da estrutura tarifária de energia elétrica de uma unidade consumidora utilizando modelo de otimização para demanda contratada. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 10060–10071, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n3-037. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7337>. Acesso em: 13 jan. 2023.

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

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2000b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCNs, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2000a.

BROWN, T. L.; LEMAY JR, H. E.; BURSTEN, B. E. Chemical thermodynamics. Chemical Thermodynamics of Zirconium. NEA OECD, *Elsevier*, ISBN-13, p. 978-0, 2005.

BROWN, Theodore L. *et al. Química: la ciencia central*. Ed. São Carlos: Pearson, 2016.

CARNEIRO, L. de A.; GARCIA, L. G.; BARBOSA, G. V. Uma revisão sobre aprendizagem colaborativa mediada por tecnologias. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 7, n. 2, p. 52-62, 2020.

CASTRO, B. J. de; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 18, n. 3, p. 298-316, 2001.

CICUTO, C.; TORRES, B. Influência da frequência e participação no desempenho em um ambiente de aprendizagem centrado no aluno. *Química Nova*, 2020.

COSTA, D. F. DA. *et al.* Gamificação de um percurso metodológico: o contributo de objetos de aprendizagem no ensino de eletrostática. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 02, p. 424-435, 2020.

COSTA, T. M. DA; VERDEAUX, M. F. DA S. Gamificação de materiais didáticos: uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 60-105, 2016.

COTTA, R. M. M. *et al.* O Mapa Conceitual como ferramenta de ensino e aprendizagem significativa sobre o Sistema Único de Saúde. *Journal of Management and Primary Health Care*, v. 6, n. 2, p. 264-81, 2015.

DANTAS, C. R. S. *Avaliação no ensino de ciências no nível fundamental: investigando orientações oficiais e práticas docentes, fazendo “escuta” e intervenções em escolas*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2017.

DANTAS, C. R. S.; MASSONI, N. T. Um estudo de observação e “escuta” em escolas do ensino fundamental públicas: a “arte de fazer” a avaliação da aprendizagem de

professoras de ciências naturais. *Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre. Vol. 24, n. 3 (dez. 2019), p. 31-58, 2019.

DIESEL, A.; MARTINS, S. N.; REHFELDT, M. J. H. Aproximações entre as metodologias ativas de ensino e as tecnologias digitais de informação e comunicação: uma abordagem teórica. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 38-44, 2018.

DOCA, R. H., BISCUOLA G. J., BÔAS, N. V. *Física, volume 1: Mecânica*. São Paulo. Editora Saraiva, v.1, ed. 3ª, 2016.kaxu

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. Física Quântica, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1979.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, 2013a.

FARDO, Marcelo Luís. *A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos jogos aplicados em processos de ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, Caixias do Sul, 2013b.

FERREIRA, M. et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, 2020.

FEYNMAN, R. P. *Os melhores textos de Richard P. Feynman*. Editora Blucher, 2015.

FILHO, B. B., SILVA, C. X. *Física aula por aula. Mecânica: 1º ano*. São Paulo, editora FTD, v.1 ed. 3ª, 2016.

FORTUNA, T. R; BITTENCOURT, A. D. S. Jogo e educação: o que pensam os educadores. *Revista Psicopedagogia*, v. 20, ed.63, p.234-242, 11 set. 2003. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v20n63/v20n63a05.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2019.

FRAGA, V. M.; MOREIRA, M. C. A.; PEREIRA, M. V. Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, n. 1, p. 174-192, 2021.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013. ISBN 978-85-7753-228-5. E-book.

GAZOTTI-VALLIM, M. A.; GOMES, S. T.; FISCHER, C. R. Vivenciando inglês com kahoot. *The ESPECIALIST*, [S. l.], v. 38, n. 1, 2017. DOI: 10.23925/2318-7115.2017v38i1a11. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/esp/article/view/32223>. Acesso em: 20 apr. 2023.

GERHARDT, T. E. SILVEIRA, DT (Org.). *Métodos de pesquisa*, v. 1, 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa/Antonio Carlos Gil*. 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

GONÇALVES, O. D.; ALMEIDA, I. P. S. de. A energia nuclear. *Ciência hoje*, v. 37, n. 220, p. 36-44, 2005.

GOWIN, D.B. *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p, 1981.

GRANJA, A. A. da C. *Antipartículas no ensino médio: análise dos livros didáticos e propostas de abordagem*. TCC (Licenciatura em Física), Universidade Federal Fluminense, Curso de Graduação em Licenciatura em Física, 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 1: Mecânica*. Rio de Janeiro, LTC, v. 1, ed. 7<sup>a</sup>, 2007a.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. Rio de Janeiro, LTC, v. 2, ed. 7<sup>a</sup>, 2007b.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 3: Eletromagnetismo*. Rio de Janeiro, LTC, v. 3, ed. 7<sup>a</sup>, 2007c.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 4: óptica e física moderna*. Rio de Janeiro, LTC, v. 4, ed. 10<sup>a</sup>, 2016a.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física, volume 3: eletromagnetismo*. Rio de Janeiro, LTC, v. 4, ed. 10<sup>a</sup>, 2016b.

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. A gamificação funciona? --uma revisão da literatura de estudos empíricos sobre gamificação. In: **2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences**. Eee, 2014. p. 3025-3034.

HANSEN, T. R. *et al.* O conceito de energia em periódicos da área de educação em ciências: a discussão da conservação/degradação de energia em práticas educativas de perspectivas freire-cts. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 25, n.º 1, maio de 2020, p. 120-39. [www.if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br), <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p120>.

HEERING, P. On Coulomb's Inverse Square Law". *American Journal of Physics*, vol. 60, p. 988-994, 1992.

HEERING, P. *The Replication of the Torsion Balance Experiment: the Inverse Square Law and its Refutation by Early 19th Century German Physicists*. In: Blodel, C. e Dörries, M. (eds.). *Restaging Coulomb: Usages, Controverses et Répliques autour de la Balance de Torsion*. Florença: Leo S. Olschki, p. 47-66. 1994.

HAKE, R. R. *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. *American journal of Physics*, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HUIZINGA, J. 1938. *Homo Ludens - vom Unprung der Kultur im Spiel*. Trad. João Paulo Monteiro. São Paulo, PERSPECTIVA S.A. 2000

JÚNIOR, A. C. *et al.* *Avaliação da motivação em relação a videoaulas de anatomia humana: validação psicométrica e aplicação da versão brasileira do Instructional Materials Motivation Survey (IMMS-BRV) em estudantes de medicina*. Tese (Doutorado em Patologia) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Programa de Pós-Graduação em Patologia, Belo Horizonte, 2021.

KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons, 2012.

KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. *The Gamification of learning and instruction. Ideas into practice*. 2014.

KAZUHITO, Y.; FUKU, L. F. *Física para o ensino médio*. São Paulo, Saraiva, v.1, ed. 4, 2016.

KELLER, J. M. *Motivational design for learning and performance: the ARCS model approach*. New York: Springer; 2010.

LIMA, M. M. et al. Uma sequência didática gamificada aplicada ao ensino de óptica geométrica. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 15, p. 021029, 2021.

LOPES, C. V. M. *Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica*. 2009. 185 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

LOPES, C. V. M.; MARTINS, R. de A. J. J. Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: o ‘pudim de passas’ nos livros texto. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

LOPES, P. A.; PIMENTA, C. C. C. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: Benefícios e desafios. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, Recife, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2017.

LOPEZ, E; SILVA, R. Transformación de los modelos mentales sobre los conceptos de fuerza y campo eléctrico mediante la metodología WebQuest, en estudiantes universitarios de Ingeniería. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 2-31, 2015

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. Rio de Janeiro: EPU, 2ª ed. 2020.

MACETI, H.; LEVADA, C. L.; LAUTENSCHLEGER, I. J. Robert Millikan e a medida da carga elementar–100 anos da publicação do trabalho que mudou a física. *Caderno de Física da UEFS*, ed.9, p.85-92, 2011.

MAIA, A. C. B. *Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa: elaboração, aplicação e análise de conteúdo–Manual Didático*. São Carlos-SP: Pedro e João, 2020.

MARTINS, E. R. et al. Comparação entre o modelo da sala de aula invertida e o modelo tradicional no ensino de matemática na perspectiva dos aprendizes. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 522-530, 2019.

MARTINS, J. C. D. *A gamificação na perspectiva de ensino híbrido e sua relação com a aprendizagem significativa no ensino superior*. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

MARTINS, J. C. D.; PIMENTEL, F. S. C. Gamificação, ensino híbrido e aprendizagem significativa no ensino superior. *Nuevas Ideas em Informática Educativa*. Santiago do Chile, v. 13, p. 116-123, 2017a.

MARTINS, J. C. D.; PIMENTEL, F. S. C. Gamificação, Ensino Híbrido e aprendizagem significativa no ensino superior. In: *XXII Congresso Internacional de Informática Educativa*. 2017b.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. 1ª ed. São Paulo: Vetor, 2008.

MCGONIGAL, J. *A realidade em jogo - por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo*. Trad. Eduardo Rieche. São Paulo: Record, 2012.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K. E. A. (Ed.). *Research and quality of science education*. Netherlands: Springer, p.195-207, 2005.

MILLRATH, R. A.; SANTOS, S. A. Proposta de Ensino do tema Energia em Ciências do Nível Fundamental (séries finais) para alunos com Altas Habilidades/Superdotação. *Caderno PDE: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE-PR*, p. 18, 2014.

MIRANDA, J. F. B.; ROCHA, J. D. T. Cibercultura e mobilidade: a utilização de smartphones em sala de aula. *Humanidades & Inovação*, v. 7, n. 9, p. 104-120, 2020.

MOLES, A. A. *A criação científica*. São Paulo: Perspectiva, 1971.

MORAN, J. *Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda*. Editora do Brasil, 2021.

MOREIRA, J. A.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. M. V. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. *Dialogia*, p. 351-364, 2020.

MOREIRA, J. A.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. M. V. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. *Dialogia*, p. 351-364, 2020.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo, Livraria Editora da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, pp. 25-46, 2011c.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 7 ago. 2017.

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

MOREIRA, M. A. *Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS: Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU*. Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS, p. 1-22, 2011b.

MOTA, C. J. A.; ROSENBAACH JR, N.; PINTO, B. P. Química e energia: transformando moléculas em desenvolvimento. São Paulo: *Sociedade Brasileira de Química*, 2010.

MOZENA, E. R. *A solução de Planck para o problema da radiação do corpo negro (PRCN) e o ensino de física quântica*. 2003. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), University of São Paulo, São Paulo, 2003. doi:10.11606/D.81.2003.tde-23072021-171123. Acesso em: 2022-07-18.

MÜLLER, T. S. *A Evolução dos modelos atômicos e a estrutura da matéria: uma revisão sistemática das estratégias para o ensino da Química nos anos finais do Ensino Fundamental*. TCC (Licenciatura em Ciências da Natureza) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2022.

NETA, S. L. de A.; CASTRO, D. L. de. Teorias da aprendizagem: fundamento do uso dos jogos no ensino de ciências. *Revista Ciências & Ideias*, ISSN: 2176-1477, v. 8, n. 2, p. 195-204, 2018.

NOVAK, J. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Coleção Plátano Universitária, 1999.

OLIVEIRA, F. S. *O Larp educacional como metodologia ativa para a aprendizagem significativa no ensino de Física*. 2020. 48 f. TCCE (Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática) - IFCE/ Campus Acopiara, Acopiara, 2020a. Disponível em: [biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo\\_sophia=88555](http://biblioteca.ifce.edu.br/index.asp?codigo_sophia=88555). Acesso em: 31 de janeiro de 2022.

OLIVEIRA, RJ de; SANTOS, J. M. A energia e a Química. *Química nova na escola*, v. 8, p. 19-22, 1998.

OLIVEIRA, S. de. Uma releitura sobre a abordagem da Lei de Coulomb e da Lei de Gauss no Ensino de Física para os cursos de Engenharia. *Revista Conexão Ciência*, v.11, nº.2, p. 110-118, 2016.

PARADA, I. DE O. *Aplicação de processamento quântico para aceleração da resolução de autômatos probabilísticos*. 2019. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

PARAÍBA. Secretaria de Saúde. *Covid-19: Boletim epidemiológico*, João Pessoa, v.1, n.82, nov/2021 – jan/2022. 2022. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/profissionais-de-saude/boletins-e-notas-tecnicas> Acesso em: 04/05/2022.

PARAÍBA. Secretaria de Saúde. Covid-19: *Boletim epidemiológico*, João Pessoa, v.1, n.82, nov/2021 – jan/2022. 2022. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/profissionais-de-saude/boletins-e-notas-tecnicas> Acesso em: 04/05/2022.

PARENTE, F. A. G.; SANTOS, A. C. F. dos; TORT, A. C. Os 100 anos do átomo de Bohr. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, 2013.

PASQUALETTO, T. I. *O Ensino de Física via Aprendizagem Baseada em Projetos: um estudo à luz da Teoria Antropológica do Didático*. Tesa (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2018.

PATINO, C. M.; FERREIRA, J. C. Critérios de inclusão e exclusão em estudos de pesquisa: definições e por que eles importam. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 44, p. 84-84, 2018.

PEREIRA, C. F. C.; ROCHA, A. B. da; TAMIASSO-MARTINHON, P.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C. Contextualização histórico-filosófica de orbitais atômicos e moleculares. *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 16, 2017.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. *Educação Ambiental em ação*, n. 47, 2014.

PIETROCOLA, M. et al. *Física em contextos: pessoal, social e histórico*. São Paulo: FTD, v. 3, 2010a.

PIETROCOLA, M. et al. *Física em contextos: pessoal, social e histórico*. São Paulo: FTD, v. 2, 2010b.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Santa Catarina, 2005.

PIRES, F. do E. S. S.; TRAJANO, V. da S.; JORGE, T. C. de A. A Teoria da Aprendizagem Significativa e o jogo. *Revista Educação em Questão*, v. 58, n. 57, 2020.

PIZA, A. F. R. DE T. *Mecânica quântica*. São Paulo: Edusp, 2003.

PRENSKY, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, v. 10, 2002.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*, ed. 2. Editora Feevale, 2013.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 14, n. 3, p. 167-183, 2012.

RODRIGUES, F. S.; SEGUNDO, G.; RIBEIRO, L. M. da S. O uso do celular na sala de aula e a legislação vigente no Brasil. *In: Congresso sobre Tecnologias na Educação*. 2018. p. 111-122.

RUIZ-MORENO, L. et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, p. 453-463, 2007.

SALES, D. O. et al. O uso da plataforma wordwall como estratégias no ensino de química. The use of wordwall platform as strategies in teaching chemistry. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 3, p. 16959-16697, 2022.

SANT'ANA, L. *Uma alternativa para o ensino da Lei de Coulomb e da Lei de Gauss na educação básica*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

SANTOS, W.; HYGINO, C. B.; MARCELINO, V. de S. Aulas de Ciências pautadas nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas sobre o tema Água. *Enseñanza de las ciencias*, n. Extra, p. 899-904, 2017.

SCHMITZ, A. P.; FOELSING, J. Social Collaborative Learning Environments: A Means to Reconceptualise Leadership Education for Tomorrow's Leaders and Universities? In: The Disruptive Power of Online Education: Challenges, Opportunities, Responses. *Emerald Publishing Limited*, 2018. p. 99-123.

SILVA, A. S. G.; CARVALHO, H. A. P.; PHILIPPSEN, G. S. Ensino de Física Moderna no Ensino Médio: uma proposta didática para o estudo da evolução do modelo atômico. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 5, n. 3, p. 392-408, 2022.

SILVA, C. C.; PIMENTEL, A. C. Benjamin Franklin e a história da eletricidade em livros didáticos. *X Encontro de pesquisa em ensino de física*, 2006.

SILVA, E. C. DA. Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação. *Administração: ensino e pesquisa*, v. 16, n. 4, p. 785-815, 2015.

SILVA, J. B. "A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias". *Research, Society and Development*, vol. 9, no 4, março de 2020.

SILVA, J. B. *Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza – CE, 2018a.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, 2019.

SILVA, J.; SALES, G. L.; DE CASTRO, J. B. Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. 2018. p. 74.

SILVA, P. H. S. *O role-playing game (rpg) como ferramenta para o ensino de física*. 2016. 133p. Dissertação de Mestrado (Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2016.

Disponível

em:

<[http://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2016\\_Paulo\\_Silva/dissertacao\\_Paulo\\_Silva.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2016_Paulo_Silva/dissertacao_Paulo_Silva.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2018.

SILVA, S. F. de O. da. *Aprendizagem potencialmente significativa de óptica geométrica em laboratório*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul – RS, 2017.

SILVA, V. da. *Proposta de um modelo para acompanhamento da aprendizagem significativa por mapas conceituais* – Tese (Doutorado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2018b. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/24288>>. Acesso em: 09/07/2022.

SONG, J. et al. Creating effective collaborative learning in a CALL environment. In: 2012 *International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education*. IEEE, 2012. p. 422-425.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M. C.; LIMA, I. P. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente: Theory of meaningful learning in teaching practice. *Revista Espacios*, Caracas - Venezuela, v. 39, n. 23, 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/18392327.html#:~:text=A%20aquisi%C3%A7%C3%A3o%20de%20conceitos%20%C3%A9,e%20%C3%BAtil%20ser%C3%A3o%20esses%20conceitos>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SOUZA, F. E. E. et al, (org.). *Sequência Fedathi: Uma proposta pedagógica pra o ensino de Ciências e Matemática*. Fortaleza-CE: Edições UFC, 2013. 184 p. ISBN 978-85-7282-573-3.

SPOHR, C. B.; GARCIA, I. K.; SANTAROSA, M. C. P. Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma ueps baseada num sistema de som automotivo gerador de energia. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 22, n.º 3, dezembro de 2017, p. 162-75. [www.if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br), <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p162>.

STUDART, N. Simulação, games e gamificação no ensino de Física. *Simpósio nacional de ensino de física*, v. 21, p. 1-17, 2015.

TEIXEIRA, A.; KRAPAS, S. Reflexões sobre a transposição didática da lei de coulomb. *Enseñanza de las ciencias*, n. Extra, p. 1-5, 2005.

TEIXEIRA, S. P. C.; REIS, S. M. A. O. DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO FUNDAMENTAL: FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE INTERFEREM NO PROCESSO. *Seminário Nacional e Seminário Internacional Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional*, v. 6, n. 6, 2017.

TEZANI, T. C. R. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. *Educação em revista*, v. 7, n. 1-2, p. 1-16, 2006.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*, 6ª edição. 2009.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, óptica*. Grupo Gen-LTC, v. 2, ed. 6ª, 2012.

TOLOMEI, B.V. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. *EAD em foco*, v. 7, n. 2, 2017.

TOMALÁ, R. A. V.; CARRIÓN, J. H. S. Incidência de atividades de rebote na motivação e desempenho facilitado por Liveworksheets. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, v. 5, n. 20, p. 150-160, 2021.

TORRES, C. M. A. et al. *FÍSICA: Ciência e Tecnologia*. –São Paulo. Moderna, v.1, ed. 4ª 2016.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, p.36-57, 2011.

WATANABE, G.; MARIA R. D. K. Abordagem temática e conhecimento escolar científico complexo: organizações temática e conceitual para proposição de percursos abertos. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 22, n.º 3, dezembro de 2017, p. 145-61. [www.if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br), <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p145>.

WERBACH, K.; HUNTER, D. *O kit de ferramentas de gamificação: dinâmica, mecânica e componentes para vencer*. Imprensa da Universidade da Pensilvânia, 2015.

ZANON, B. E. M. *O conceito de energia elétrica: uma UEPS desenvolvida no contexto das metodologias STEAM*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, 2020.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Las actividades de investigación en la enseñanza de ciencias en la perspectiva de la teoría del Aprendizaje Significativo. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. Á. S. O celular na escola e o fim pedagógico. *Educação & Sociedade*, v. 39, p. 419-435, 2018.

LIMA, A. C. B.; SANTOS, D. C. M.; PEREIRA, A. P. S. Mapas mentais e conceituais como ferramentas para a aprendizagem significativa no ensino remoto. *IntegraEaD*, v. 2, n. 1, p. 10-10, 2020.

## Apêndice A

### Instrumental de observação de aulas

A observação sistemática aplicada neste trabalho, tem por finalidade coletar informações a partir de categorias pré-estabelecidas por meio de um plano de observação (PRODANOV; FREITAS, 2013). Procurando evidenciar variáveis que venham a influenciar na aprendizagem e atitudes potencialmente significativas dos estudantes, como também criar critérios para os comportamentos desejáveis em um processo gamificado de ensino baseado em aspectos ligados à Mecânica, Dinâmica e Estética (MDE) dos jogos (WERBECH; HUNTER, 2015).

**Figura N – Instrumental de Observação Sistemática.**

**Instrumental de Observação de Aulas**

- 1 PA – Participação na Aula, DA – Dispersão da Aula
- 2 F – Frequência, I – Infrequência, C – Uso de celular e congêneres
- 3 P – Pontualidade das Atividades, Q – Quiz, A – Atividades Extra.

ESTUDANTE	GT	PA	DA	F	I	C	P	Q	A

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As categorias utilizadas no instrumental de observação sistemática, Figura N, são: Participação da Aula (PA), Dispersão da Aula (DA), Frequência (F), Infrequência (I), Uso de celular e congêneres para fins não pedagógicos (C), Pontualidade na entrega de atividades (P), Participação nos *Quiz* de aprendizagem (Q), realização das Atividades extraclasse (A).

No trabalho de Cicuto e Torres (2020), como também em Teixeira e Reis (2017) e Dantas e Massoni (2019), são evidenciados a implicação da infrequência nas oportunidades de aprendizagem, chegando a afetar até mesmo os processos avaliativos, e por isso as categorias F e I são utilizadas no instrumental, como meio de investigar a relação dessas variáveis com a potencialização dos indícios de aprendizagem significativa

e também para que sejam utilizadas como critérios de pontuação e despontuação dentro da estrutura MDE da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G).

As categorias PA e DA estão correlacionadas e também são utilizadas como critérios de pontuação e despontuação, respectivamente, dentro da estrutura gamificada da UEPS-G. Também no trabalho de Cicuto e Torres (2020), é destacado não somente a importância da frequência como fator para oportunizar a aprendizagem, mas também a participação efetiva dos estudantes no processo, desta maneira, utilizou-se essas categorias com o intuito de evidenciar a participação e a dispersão como fatores determinantes na aprendizagem.

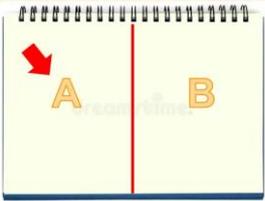
As categorias C, Q e A, são utilizadas para fins de corroborar com as demais categorias, acerca da averiguação de indícios de aprendizagem significativa, mas também para verificar a disponibilidade dos estudantes em querer estar em contato com os objetos de aprendizagem, evidenciando atitudes potencialmente significativas. Sobre o uso de celulares e congêneres, categoria (C), Miranda e Rocha (2020), Lopes e Pimenta (2017) e Rodrigues, Segundo e Ribeiro (2018), discorrem sobre a importância do acesso e utilização, com fins pedagógicos, de celulares e outras ferramentas tecnológicas nas salas de aula. Contudo, essas pesquisas também ponderam o uso indiscriminado como fator prejudicial à aprendizagem. Assim, a categoria C, destaca sua importância no instrumento de observação, ela é utilizada com aspectos gamificados na UEPS-G atribuindo despontuação sempre que se tem uma ocorrência de utilização inapropriada das ferramentas tecnológicas.

As categorias Q e A, *Quiz* e Atividades extraclasse, configuram instrumentais próprios de coleta de dados sobre a aprendizagem dos estudantes, como será demonstrado posteriormente, mas no instrumental de observação são utilizados como evidências de que os estudantes procuram participar, e demonstram estar dispostos a manterem-se em contato constante com os objetos de aprendizagem. Permitindo, assim, segundo Silva (2020) investigar a vontade permissiva ou atitude potencialmente significativa do estudante (SILVA; SALES; CASTRO, 2018).

## Apêndice B

### Slides de Aula

A seguir, pode-se observar os slides de aula utilizados no primeiro encontro formativo sobre Eletricidade. Os slides das outras aulas, seguem a mesma customização e contém uma tematização alinhada à temática Harry Potter, bem como define visualmente a progressão dos estudantes durante a aula. Outros elementos da MDE estão presentes nos slides, como o *Quiz*, e os desafios ao longo do conteúdo. Os outros slides de aula podem ser acessados por meio do link < <https://encurtador.com.br/djnEY>>

<p>Nível 1</p>  <p>Matriz energética, fontes e formas de energia</p> <p>Prof. Felipe Oliveira</p>	 <p>ETAPA 1 ASSENTAMENTO</p>  
<p>Construindo Mapas</p>  <p>Etapa 1</p> 	 <p>ETAPA 2 CONTEXTUALIZAÇÃO</p>  
<p>A Energia Elétrica</p>  <p>Transformações de energia em casa</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=9fGNHIEQK4&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=9fGNHIEQK4&amp;t=2s</a></p> <p>Etapa 2</p>	<p>PRÊMIO</p>  <p>50V</p> <p>Qual nome se dá ao processo de aquecimento dos equipamentos devido a transformação de energia elétrica em calor (energia térmica)?</p> <p>R: Efeito Joule</p>





## Matriz Energética, Fonte e Formas de Energia

Prof. Fellype Oliveira



Etapa 3

### O que é energia?

Pelo senso comum, energia associa-se geralmente à capacidade de produzir um trabalho ou realizar uma ação.



Etapa 3

### O que é energia?

Precisamos de energia, por exemplo, para acender a luz, preparar nossas refeições e nos transportar de carro até a escola, a praia... Essa energia vem de um **conjunto de fontes** que formam o que chamamos de **matriz energética**. Ou seja, ela representa o conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a necessidade (demanda) de energia.



## Matriz Energética

Prof. Fellype Oliveira

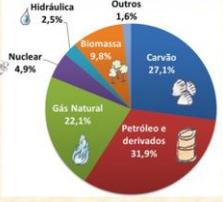


Etapa 3

### Matriz Energética Mundial

O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por fontes **não renováveis**, como o carvão, petróleo e gás natural:

**Fontes renováveis** como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 1,60% da **matriz energética mundial**, assinaladas como "Outros" no gráfico. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam 14%.



Matriz Energética Mundial 2016 (IEA, 2018)

Fonte	Porcentagem
Carvão	27,1%
Petróleo e derivados	31,9%
Gás Natural	22,1%
Nuclear	4,9%
Hidráulica	2,5%
Biomassa	9,8%
Outros	1,6%

Etapa 3

### Matriz Energética Brasileira

A matriz energética do Brasil é muito diferente da mundial. Por aqui, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que o de renováveis, **usamos mais fontes renováveis que no resto do mundo**. Somando lenha e carvão vegetal, hidráulica, derivados de cana e outras renováveis, nossas renováveis totalizam 42,9%, quase metade da nossa matriz energética.

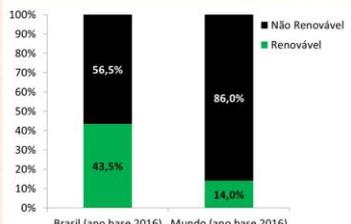


Matriz Energética Brasileira 2017 (BEN, 2018)

Fonte	Porcentagem
Carvão	5,7%
Petróleo e derivados	35,4%
Gás natural	13,0%
Nuclear	1,4%
Hidráulica	12,0%
Derivados da cana	17,0%
Lenha e carvão vegetal	8,0%
Outras não renováveis	0,6%
Lenha e outros renováveis	3,9%

Etapa 3

### Matriz Energética Brasileira x Mundial



Brasil (ano base 2016) Mundo (ano base 2016)

País	Renovável (%)	Não Renovável (%)
Brasil (ano base 2016)	43,5%	56,5%
Mundo (ano base 2016)	14,0%	86,0%

Etapa 3

### Matriz Energética Brasileira e os GEE

Essa característica da nossa matriz é muito importante. As fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (**GEE**). Como consumimos mais energia das fontes renováveis que em outros países, dividindo a emissão de gases de efeito estufa pelo número total de habitantes no Brasil, veremos que nosso país **emite menos GEE por habitante que a maioria dos outros países**.

Etapa 3

### Matriz Energética Brasileira e os GEE

Essa característica da nossa matriz é muito importante. As fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (**GEE**). Como consumimos mais energia das fontes renováveis que em outros países, dividindo a emissão de gases de efeito estufa pelo número total de habitantes no Brasil, veremos que nosso país **emite menos GEE por habitante que a maioria dos outros países**.

**TESOURO**

Qual a principal fonte de energia no Brasil e no mundo?

**R: Petróleo e derivados**

G\$ 50

2X

1 2 3 4 5 6

## Matriz Elétrica

Prof. Fellype Oliveira

### Matriz Elétrica

Etapa 3

A **matriz elétrica** é formada pelo conjunto de fontes disponíveis **apenas para a geração de energia elétrica em um país, estado ou no mundo**. Precisamos da energia elétrica, por exemplo, para assistir televisão, ouvir músicas no rádio, acender a luz, ligar nossa geladeira, carregar nosso celular, entre tantas outras coisas.

### Matriz Elétrica Mundial

Etapa 3

A geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural, em termoelétricas.

Fonte	Porcentagem
Carvão	38,3%
Petróleo e derivados	3,7%
Gás Natural	23,1%
Nuclear	10,4%
Hidráulica	16,6%
Solar, eólica, geotérmica, maré	5,6%
Biomassa	2,3%

### Matriz Elétrica Brasileira

Etapa 3

A matriz elétrica brasileira é **ainda mais renovável** do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável.

Fonte	Porcentagem
Hidráulica	65,2%
Gás natural	10,5%
Solar e eólica	6,9%
Biomassa	6,2%
Petróleo e derivados	2,5%
Carvão	4,1%
Nuclear	2,6%

### Matriz Elétrica Brasileira x Mundial

Etapa 3

País	Renovável	Não Renovável
Brasil (ano base 2016)	82%	18%
Mundo (ano base 2016)	24%	76%

**TESOURO**

A maior parte da energia elétrica brasileira é renovável! Qual sua principal origem?

**R: Hidráulica**

G\$ 50

2X

1 2 3 4 5 6

## Formas ou Tipos de Energia

Prof. Fellype Oliveira

### Formas ou Tipos de Energia

Etapa 3

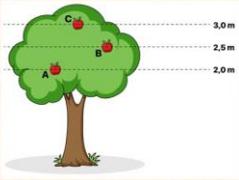
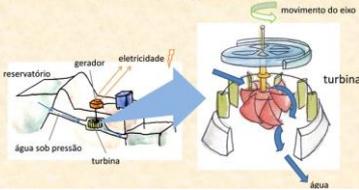
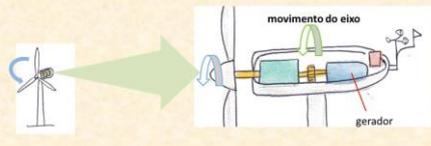
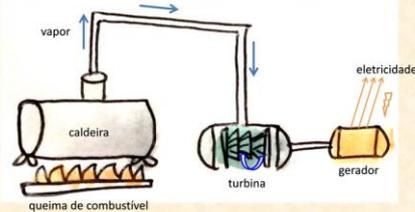
- Energia Cinética
- Energia Potencial Gravitacional
- Energia Elástica
- Energia Térmica
- Energia Elétrica

### Energia Mecânica

Etapa 3

**Por meio do movimento**, a energia mecânica é um dos tipos de energia que se relaciona à produção de trabalho. Ainda assim, nela, existem algumas categorias específicas, como:

- 1 Cinética
- 2 Potencial
- 3 Elástica

<p><b>Energia Cinética</b></p> <p>Qualquer corpo em movimento é capaz de produzir energia cinética. Está presente quando algo está em movimento. Por exemplo, a energia da água do rio, do vento ou das marés. Essa energia pode ser transformada em energia elétrica, quando se direciona algum desses fluidos para girar um equipamento elétrico.</p>  <p><math>E_c = m \cdot v^2 / 2</math></p>	<p><b>Energia Potencial Gravitacional</b></p> <p>Tudo que está no alto em relação ao solo possui energia potencial. Quando um menino segura uma bola, a energia desta bola está relacionada a altura dela a partir do chão. Se o menino solta a bola, esta energia potencial é transformada em energia cinética (representada pelo movimento da bola).</p>  <p><math>E_p = m \cdot g \cdot h</math></p>
<p><b>Energia Elástica</b></p> <p>Quando puxamos um elástico (provocando uma deformação) e largamos em seguida, a energia armazenada na tira do elástico se transforma em energia cinética (representada pelo movimento do elástico e da pedra, no estilingue). A energia elástica é armazenada e, por isso, é um tipo de energia potencial, associada à deformação de um corpo.</p>  <p><math>E_{el} = kx^2 / 2</math></p>	<p><b>Energia Térmica</b></p> <p>É aquela contida em corpos que estejam acima da temperatura do zero absoluto. Quando a energia térmica é transferida entre corpos, ela passa a ser chamada de calor.</p>  <p><math>E_q = m \cdot c \cdot \Delta T</math></p>
<p><b>Energia Elétrica</b></p> <p>A energia potencial elétrica, conhecida simplesmente como energia elétrica, é aquela que se obtém a partir da interação entre cargas elétricas, separadas a uma certa distância uma das outras.</p>  <p><math>E_{el} = P \cdot \Delta t</math></p>	<p><b>Os Tipos de Energia e as Usinas Elétricas</b></p> <p>Prof. Fellype Oliveira</p> 
<p><b>Usina Hidroelétrica</b></p> <p>Na Usina Hidrelétrica (hidro=água), a água do rio faz a turbina girar, transformando a energia cinética em eletricidade.</p> 	<p><b>Usina Eólica</b></p> <p>Na Usina Eólica, o vento empurra as pás do aerogerador (que parece um cata-vento). As pás giram e o gerador transforma a energia cinética em eletricidade.</p> 
<p><b>Usina Termoeletrica</b></p> <p>Na Usina Termoeletrica, um combustível é queimado. Esse <b>combustível pode ser gás, óleo, bagaço de cana de açúcar ou outro material</b>. Ao queimar o combustível, <b>o calor gerado aquece a água de uma caldeira, que se transforma em vapor, que gira uma turbina</b>, transformando a energia térmica (calor) em energia cinética (movimento) e depois em energia elétrica.</p>	<p><b>Usina Termoeletrica</b></p> 

**A final, Geração ou Conversão de Energia?** Etapa 3

Talvez você conheça a Lei de Conservação da Matéria, do químico Lavoisier: "Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

Isso também é verdade para a energia, como demonstrou o físico James P. Joule. Usualmente, quando utilizamos o termo "geração de energia", estamos nos referindo, na verdade, a um processo de transformação, conversão. A energia elétrica, por exemplo, é "gerada" a partir da conversão de outras formas de energia.

**Construindo Mapas** Etapa 3

**ETAPA 4**  
GAME QUIZ

*NO MS*

São os Níveis Ordinários em Magia, que avaliam sua capacidade de retenção de conhecimento mágico durante a aula.

PASS MARKS	FAIL MARKS	Grade
OTIMO	PÉSSIMO	A
EXCEDE EXPECTATIVAS	DEPLORAVEL	A
ACEITAVEL	TRASGO	O

**ETAPA 5**  
CONSOLIDAÇÃO

**ETAPA 6**  
DISCUSSÃO

**Construindo Mapas** Etapa 6

Após a aula, com auxílio das anotações que você fez durante a aula, construa junto dos integrantes de seu grupo, **um mapa conceitual sobre o conteúdo da aula de hoje.**

**Atividade Extra** Etapa 6

Lembre de Realizar a **Atividade Extra** que será encaminhada no grupo da sala, ela vale preciosos **GS 30** que podem ser diferencial para adquirir itens do **Beco Diagonal.**

**Noah Trader** Etapa 6

Utilize os Galeões que seu grupo acumulou na competição de hoje e se dirija à rua anexa ao Beco Diagonal, a Travessa do Tranco, para descobrir informações sobre a **1ª Horcrux**. Essa informações só quem possui é o **Mercador de Artefatos, Noah Trader.**

**ETAPA 7**  
REMEMORAÇÃO

## Apêndice C

### Produto Educacional

Apresentamos a seguir o produto educacional, resultante da pesquisa de mestrado de Fellype Souza de Oliveira, sob título: “GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO: Contribuições de uma UEPS-G e do jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas relativamente aos conceitos de energia e eletrostática no ensino médio”. Neste apêndice, você encontrará uma abordagem que combina a potencialidade do aprendizado significativo com a imersão lúdica proporcionada pela gamificação. Ao longo das próximas páginas, exploraremos o desenvolvimento da UEPS-G, fornecendo sua fundamentação teórica e prática, além de apresentar o Jogo EletroWizard, suas regras e os materiais necessários para sua replicação.

A UEPS-G representa uma abordagem pedagógica que busca engajar e motivar os estudantes por meio da utilização de elementos de jogos e desafios. Essa metodologia foi desenvolvida com base em sólidos fundamentos teóricos da TAS e da UEPS, a fim de proporcionar uma experiência de aprendizado rica e significativa. Ao utilizar a UEPS-G, os educadores poderão potencializar o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos, estimulando a criatividade, o raciocínio lógico e a resolução de problemas.

O Jogo de Aprendizagem EletroWizard é um componente essencial da UEPS-G, oferecendo uma experiência interativa e envolvente aos estudantes. Ao explorar o universo do EletroWizard, os alunos terão a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos de forma prática e divertida. O jogo possui regras claras e materiais cuidadosamente elaborados, permitindo que os educadores possam replicar essa experiência em suas salas de aula. O EletroWizard despertará o interesse dos estudantes, promovendo um ambiente propício para a assimilação de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades essenciais.

Em resumo, a UEPS-G e o Jogo EletroWizard são um conjunto de recursos educacionais que visam transformar a maneira como os alunos aprendem. Ao adotar essa abordagem gamificada, os educadores poderão proporcionar uma educação mais envolvente, estimulante e relevante. Este apêndice apresenta detalhadamente a fundamentação e os elementos necessários para que você possa aplicar essa proposta inovadora em seu contexto educacional.

*Criado por:*  
*Fellype Oliveira*



**ELETRO  
WIZARD**



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



*Universidade Regional  
do Cariri - URCA*



---

**O JOGO DE APRENDIZAGEM ELETROWIZARD COMO INSTRUMENTO  
DE AVALIAÇÃO EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA GAMIFICADA (UEPS-G)**

**Autor:**

Fellype Souza de Oliveira

**Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francineide Amorim Costa Santos

**Universidade Regional do Cariri (URCA)**

**Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)**

**Juazeiro do Norte – CE**

**2023**

© Fellype Souza de Oliveira – 2023



O material apresentado a seguir foi criado por Fellype Souza de Oliveira e está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição Não Comercial e Compartilha Igual (BY-NC-SA) 4.0 Internacional, que permite que outros remixem, adaptem e criem a partir deste trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam aos autores o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. As imagens utilizadas foram criadas pelos autores ou adaptadas de terceiros, caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor contate-nos para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

## APRESENTAÇÃO

O produto educacional desta intervenção pedagógica é composto por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) e por um jogo de aprendizagem denominado EletroWizard que integram um material instrucional de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri (URCA), no programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

A UEPS-G consiste em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que foi adaptada aos preceitos fundamentais da gamificação de acordo com os elementos de Mecânica, Dinâmica e Estética (MDE), conforme (ALVES, 2015; WERBACH; HUNTER, 2015), com objetivo de apresentar uma abordagem do conteúdo de Eletrostática de maneira lúdica e ativa.

O jogo EletroWizard é utilizado na UEPS-G como uma ferramenta para rememorar o conteúdo ministrado ao final de um processo de aprendizagem, e configura-se também como um instrumento de avaliação de aprendizagem coletivo.

Assim, este produto educacional se apresenta como mais uma ferramenta pedagógica de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, configurando-se como uma metodologia ativa que busca estimular a aprendizagem significativa dos educandos, como também a atitude potencialmente significativa.

Tanto a UEPS-G como o jogo EletroWizard podem ser adaptados a realidades diversas, incluindo outras disciplinas, desde que consideradas as alterações pertinentes de conteúdo e estruturais do Jogo. Por essa característica de adaptabilidade, o trabalho amplia a possibilidade de validação por outros professores, por meio da replicação da metodologia em suas respectivas realidades, em vistas de promover mudanças em suas práxis.

## 1. Introdução

A Física é uma ciência que busca a compreensão dos fenômenos naturais e o aperfeiçoamento dos processos tecnológicos. Como ciência, ela não se permite ser acabada, pois está em constante aperfeiçoamento, muito menos se propõe a ser uma ciência da memorização mecânica e de conceitos imutáveis. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sugerem que, especialmente no ensino de Ciências, a aprendizagem deva transcender a memorização. É preciso, por tanto, dar novas dimensões e significados ao que se é aprendido nas salas de aula, considerando o espaço vivencial do educando, suas vontades e experiências (BRASIL, 2000a; SILVA, 2016, p.10).

É importante que o intermédio desse diálogo na sala de aula seja direto, claro, e conexo ao ambiente que circunda o estudante, aproveitando seus conhecimentos prévios, aqueles estabelecidos mediante sucessivas aprendizagens ao longo do desenvolvimento do sujeito, e que são “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem nos quais os professores devem basear os seus ensinamentos” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Quanto mais ativo for esse processo mais significativos e úteis serão os conceitos (SOUSA; SILVANO; LIMA, 2018).

Desta maneira, com objetivo de tornar esse caminho de conhecimento um processo ativo e significativo para os estudantes, os produtos educacionais construídos para essa intervenção pedagógica utilizam a gamificação como instrumento para “motivar os indivíduos à ação e promover a aprendizagem” (KAPP, 2012; KAPP, BLAIR E MESCH, 2014). Para sua fundamentação, emprega a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, que possui um pressuposto básico e duas condições para que seja considerada. O pressuposto básico refere-se ao conhecimento prévio como o fator determinante para que a aprendizagem se concretize e as duas condições básicas para a sua ocorrência são: utilização de materiais de ensino potencialmente significativos, que busquem organizar o conhecimento científico de acordo com a estrutura dos conhecimentos prévios dos estudantes; intencionalidade do estudante para aprender de forma significativa, isto quer dizer que o aluno deve estar disposto a relacionar os novos conhecimentos de maneira não arbitrária e substantiva com sua estrutura cognitiva preexistente (MOREIRA, 2011a).

Podemos destacar, neste sentido, uma corresponsabilidade no processo de ensino-aprendizagem, onde ao professor, no papel de organizador dos objetos de conhecimento, compete maior responsabilidade ao cumprimento da primeira condição supramencionada. Enquanto ao aluno compete dar propósito à sua aprendizagem satisfazendo a segunda condição para a ocorrência da aprendizagem significativa. Entretanto, há a possibilidade do professor, para além da sua competência ao organizar o processo instrucional de maneira a objetivar uma aprendizagem significativa, intervir também na segunda condição de aprendizagem significativa, tida por Moreira (2011a) como a mais difícil de ser concretizada por não se tratar apenas da “motivação extrínseca”, (Silva, 2020, p.10) ou da “atitude potencialmente significativa”, (Valadares, 2011, p.38), do sujeito, mas também da “vontade permissiva” do estudante (SILVA, 2020, p.10).

Refletindo sobre essa realidade, e a partir de minha percepção como professor da rede pública de ensino, este trabalho propõe uma intervenção pedagógica que utiliza a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) como estratégia metodológica de ensino e o Jogo de Aprendizagem EletroWizard como instrumento de rememoração e avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Logo, o que se pretende com a utilização destes produtos educacionais é potencializar a Aprendizagem Significativa dos estudantes em um processo lúdico e atrativo para os jovens, bem como incentivar a “atitude potencialmente significativa”, por meio da gamificação que é uma estratégia ativa de aprendizagem, colocando o estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem, procurando dessa maneira atender à segunda condição para ocorrência da aprendizagem significativa (VALADARES, 2011).

## **2. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G)**

Nas diversas esferas de ensino, há um chamado modo clássico de ensinar e aprender, movido principalmente pela memorização, pela passividade do estudante e um papel narrativo atribuído ao professor. Diversas teorias de aprendizagem sugerem outras abordagens, bem como a pesquisa na área de ensino, contudo, esses esforços parecem chegar de maneira insuficiente às salas de aulas. Há um modelo engessado, que prioriza a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011b).

As Sequências de Ensino e Aprendizagem têm como objetivo ajudar os alunos a compreender um conhecimento científico específico (SOUZA et al.,2013). Que tem como pilar: o professor, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica (MÉHEUT, 2005). Este instrumento deve buscar promover o máximo aproveitamento em cada situação de aprendizagem. Portanto, ao sistematizar um dado conhecimento, o professor procura reunir aspectos metodológicos que lhe permitam promover a interlocução dos aspectos epistêmicos e pedagógicos do dado assunto.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é nesse sentido um referencial metodológico que busca contribuir com a sistematização de um dado conhecimento, declarativo ou procedimental em vistas de torná-lo potencialmente facilitador da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011b).

Moreira (2011b), enumera vários princípios que fundamentam a UEPS, e que fazem parte do arcabouço teórico da TAS. Como o conhecimento prévio como principal influenciador da aprendizagem significativa, os organizadores prévios de aprendizagem utilizados no reforço de subsunçores pouco discriminados, a “vontade permissiva” ou “motivação intrínseca” do aprendiz (SILVA, 2020). Além de outros princípios fundamentados em outros teóricos e enunciados pelo próprio autor, como: “As situações-problema trabalhadas em níveis crescentes de complexidade”; “Pensamentos, sentimentos e ações integrados ao ser que aprende”; Ensino mediado pelo professor (MOREIRA, 2011b).

Assim, buscando integrar à UEPS uma estratégia ativa de aprendizagem, utilizou-se na concepção da UEPS-G a gamificação, que atualmente tem sido amplamente utilizada nos espaços formais de ensino, onde encontra sujeitos já familiarizados com a aprendizagem ou resolução de problemas alcançadas por meio dos jogos (FARDO, 2013a). A utilização da gamificação encontra atualmente nas salas de aula uma geração, segundo Prensky (2002), de “nativos digitais” muito adaptados as novas tecnologias de informação e de comunicação, como smartphones, tabletes, computadores, videogames (McGONIGAL, 2012), e para os quais, segundo Tolomei (2017), apenas receber conhecimento não é uma satisfação, é preciso vivenciá-lo, testá-lo, experimentá-lo.

Utilizar, então, a gamificação no contexto educacional é permitir uma outra compreensão acerca do próprio objeto de conhecimento. Pois as conexões estabelecidas no processo de ensino e aprendizagem, mediados pelo professor, se dão por meio desses

processos ativos e dinâmicos com que se organizam essas interações (MARTINS; PIMENTEL, 2017). Corroborando com o tema, Ausubel, sobre o processo de aprendizagem significativa por recepção, destaca que este exige ação e reflexão do sujeito que aprende (AUSUBEL, 2003). Por este motivo, é imprescindível que estes processos sejam intermediados por metodologias ativas que ponham o estudante em lugar de apropriação de sua aprendizagem.

Além de ser uma metodologia ativa de aprendizagem, que pressupõe essa ação e reflexão do aprendiz em relação ao objeto de estudo, a gamificação se relaciona com a TAS na promoção da aprendizagem, pois segundo Fardo (2013b), muitos dos elementos utilizados nessa estratégia externam técnicas que professores já utilizam, como a atribuição de pontos a uma atividade, o *feedback* e a colaboração. O diferencial da gamificação é a maneira explícita como esses elementos são tratados e sua similaridade com os games, o que proporciona uma maior familiaridade aos estudantes, resultando no alcance mais eficientes de objetivos. Ela se apresenta com muita potencialidade de aplicação, pois a linguagem popularizada dos jogos é externada, e então facilmente assimiladas pelas atuais gerações altamente envolvidas nesse tipo de entretenimento (FARDO, 2013a).

Na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, além dos conhecimentos anteriores que os estudantes carregam consigo e que podem servir de ancoradouro aos novos conhecimentos que se pretende ensinar, ela possui outras duas condições para a ocorrência desse tipo de aprendizagem. 1) a utilização de materiais potencialmente significativos e 2) a intencionalidade ou predisposição, do estudante para aprender de forma significativa.

Em decorrência desta segunda condição, para ocorrência da aprendizagem significativa, faz-se necessário evidenciar a importância do uso da gamificação como metodologia que estimula a “atitude potencialmente significativa” (Silva, Sales e Castro, 2018), a “vontade permissiva” e “motivação intrínseca e extrínseca” do sujeito (Silva, 2020), as “experiências engajadoras” (Alves, 2015) e o “motivar a ação” (Kapp, Blair e Mesch, 2014), ações estas imprescindíveis na construção de processos de aprendizagem significativos, difíceis de intervir, pois partem do estudante, mas passíveis de serem estimuladas. Por isso, é pertinente produzir intervenções que utilizem a gamificação como instrumento motivador dessa intencionalidade e predisposição do estudante.

Nesta investigação utilizou-se da UEPS como referencial metodológico para o ensino de eletrostática no ensino médio e da gamificação como estratégia que pretende motivar a ação e o envolvimento das pessoas para a potencialização da aprendizagem dos sujeitos (KAPP, 2012). Como produto desta união entre a UEPS e a gamificação, apresenta-se a UEPS-G, parte do produto educacional desta intervenção, que utiliza algumas estratégias gamificadas, como a separação dos conteúdos em níveis, a fim de promover a sensação de progressão de acordo com os fundamentos da gamificação, aspecto da dinâmica, de Werbach e Hunter (2015) e a substituição dos exercícios, propostos ao longo do processo, por missões com devidas pontuações atribuídas a cada uma delas. Como diferencial, esta intervenção propõe também a utilização de mapas conceituais e do jogo de aprendizagem como instrumentos para investigar indícios de aprendizagem significativa.

O Quadro 1 a seguir retrata o roteiro utilizado nos encontros formativos realizados no âmbito da intervenção pedagógica desta pesquisa. Ao ser aplicado em um outro âmbito de investigação, recomenda-se que sejam feitos ajustes no roteiro a fim de que se adeque a realidade da aplicação. Maiores detalhes sobre o desenvolvimento e aplicação da UEPS-G podem ser encontrados na dissertação de mestrado de Fellype Souza de Oliveira, sob título de “Gamificação como estratégia de ensino: Contribuições de uma UEPS-G e do Jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas.”

**Quadro 1 – Estrutura organizacional da UEPS-G.**

ENCONTROS	ASPECTOS SEQUENCIAIS DA UEPS-G	ASPECTOS GAMIFICADOS	PROCEDIEMNTOS ADOTADOS
1º Encontro 2 aulas (100 min)	Diagnóstico	<p>Apresentação das regras da Gamificação;</p> <p>Apresentação dos comportamentos e atividades que geram pontuações (vide Quadro 2);</p> <p>Apresentação do Mercado de trocas de itens da gamificação;</p>	<p>Nesta etapa da intervenção deve ser explicado o funcionamento da gamificação, o sistema de avaliação, as atividades, etc. Deve também haver uma apresentação sobre a confecção dos mapas conceituais, já que os estudantes na maioria dos casos desconhecem esse instrumento. Este também será o momento de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conteúdos que serão ministrados.</p> <p>✓ Aplica-se ao final desta etapa um questionário para investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes e que pode ser tomado como uma atividade</p>

		Apresentação sobre a construção de Mapas Conceituais.	necessária para progressão dentro da gamificação. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aplica-se ao final desta etapa um questionário para investigação de sentimentos e percepções dos estudantes com relação à disciplina de Física e as metodologias adotadas no processo de ensino.</li> </ul>
<b>2º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão; Game; Consolidação; Rememoração*.	Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de folha interativa Worksheet;  1º Mapa Conceitual.	Nesta etapa os conteúdos são propriamente iniciados com um tema mais genérico que abrange conteúdos como a geração de energia, as fontes e tipos de energia e de usinas de transformação. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também nesta etapa que se solicita a construção do 1º mapa conceitual da competição.</li> </ul>
<b>3º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão; Game; Consolidação; Rememoração*.	<i>Feedback</i> de pontuação do encontro anterior;  Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de quis do Kahoot.	Esta etapa da gamificação trata o assunto de atomística e um resgate a história de evolução dos modelos de composição da matéria bem como aborda o cerne na eletricidade, a carga elétrica. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse</li> </ul>
<b>4º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão; Game; Consolidação; Rememoração*.	<i>Feedback</i> de pontuação do encontro anterior;  Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de folha interativa Liveworksheet.	Esta etapa trata do conteúdo de quantização da carga elétrica e suas quantidades múltiplas. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> </ul>
<b>5º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão;	<i>Feedback</i> de pontuação do encontro anterior;	Nesta etapa são tratados os assuntos de processo de eletrização por atrito, contato e indução e suas implicações em fenômenos cotidianos.

	Game; Consolidação; Rememoração*.	Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de jogo do Wordwall.  2º Mapa Conceitual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também nesta etapa que se solicita a construção do 2º mapa conceitual da competição.</li> </ul>
<b>6º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão; Game; Consolidação; Rememoração*.	<i>Feedback</i> de pontuação do encontro anterior;  Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de jogo do Wordwall.	Nesta etapa da competição é tratado o assunto de força elétrica e as características das interações entre partículas carregadas eletricamente. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao fim da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> </ul>
<b>7º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Assentamento; Contextualização; Suporte Teórico; Discussão; Game; Consolidação; Rememoração*.	<i>Feedback</i> de pontuação do encontro anterior;  Desafios intercalados nos slides;  <i>Quiz</i> de conteúdo;  Atividade Extraclasse no formato de folha interativa do Liveworksheet.  3º Mapa Conceitual.	Esta etapa da gamificação aborda o assunto de campo elétrico e sua atuação com relação a mediação das interações elétricas. Trata também sobre aplicações práticas desde conhecimento no cotidiano. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ao final da etapa aplica-se um <i>Quiz</i> de Revisão e também uma atividade extraclasse.</li> <li>✓ É também nesta etapa que se solicita a construção do 3º mapa conceitual da competição.</li> </ul>
<b>8º Encontro 2 aulas (100 min)</b>	Rememoração	Jogo EletroWizard	Esta última etapa da competição objetiva revisar todos os conteúdos estudados durante o bimestre. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nesta etapa é aplicado o jogo EletroWizard como instrumento de revisão e avaliação dos conteúdos.</li> <li>✓ Aplica-se também um teste somativo na forma de avaliação bimestral.</li> <li>✓ Aplica-se, por fim, um questionário de opinião sobre a disciplina de Física, as metodologias de ensino</li> </ul>

			adotadas na intervenção, os conteúdos ministrados e as estratégias de engajamentos.
--	--	--	---

\* Esta etapa ocorre fora do encontro formativo.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para o desenvolvimento da intervenção pedagógica, foram estabelecidas algumas atividades e comportamentos a serem estimulados ou desestimulados dentro da competição, e avaliados pelo professor durante as aulas ou fora delas. O acompanhamento destas atividades e comportamentos foi feito por meio do instrumental sistemático de observação disponível no Apêndice A da dissertação de mestrado de Felype Souza de Oliveira sob título “Gamificação como estratégia de ensino: Contribuições de uma UEPS-G e do Jogo de aprendizagem EletroWizard na promoção da aprendizagem e atitudes potencialmente significativas.”, e evidencia os comportamentos e as atividades que buscam explicitar os objetivos traçados naquela pesquisa, como a potencialização de indícios de aprendizagem significativa e de atitudes potencialmente significativas, ao mesmo tempo que funcionam como objetivos secundários muito necessários dentro da gamificação para progressão em relação ao objetivo principal e estabelecidos no âmbito da Mecânica da gamificação (WERBACH; HUNTER, 2015).

As atividades/comportamentos são também ações que corroboram com a estrutura da UEPS que prevê nos seus princípios a criação de situações problemas com intuito de despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa bem como momentos avaliativos, de acordo com os aspectos sequenciais da UEPS, construídos ao longo do processo de aprendizagem que buscam evidenciar a aprendizagem do estudante (MOREIRA, 2011a). O modelo utilizado na intervenção é uma adaptação de uma lista de atividades utilizada em uma experiência gamificada presente no trabalho de (FRAGA; MOREIRA; PEREIRA, 2020).

O Quadro 2 a seguir relaciona as atividades e comportamentos observados durante a intervenção pedagógica, sua descrição, e ainda as pontuações e despontuações atribuídas a cada atividade/comportamento. A coluna (G\$) representa a moeda fictícia adotada para esta gamificação. Ela contém o valor que se atribui a cada atividade/comportamento executado ou não. Seguindo o roteiro de Alves (2015), a definição das atividades e comportamentos do Quadro 2 revela um dos procedimentos de estratégia de gamificação que buscam evidenciar o que se pretende observar na competição.

Quadro 2 – Atividade e Comportamentos.

<b>Atividade/Comportamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>G\$</b>
<b>Participação na Aula.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto às manifestações voluntárias dos integrantes dos GT <sup>1</sup> acerca dos conteúdos tratados durante as aulas.	<b>+5</b>
<b>Dispersão na Aula</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto às ações dos integrantes dos GT que interferem e atrapalham o bom andamento das aulas.	<b>-5</b>
<b>Frequência.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto a presença dos estudantes nas atividades de aprendizagem.	<b>+5</b>
<b>Infrequência.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto a ausência dos estudantes nas atividades de aprendizagem.	<b>-10</b>
<b>Uso inapropriado do celular e congêneres.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto a utilização do celular e outros equipamentos eletrônicos para uso não pedagógico durante as aulas.	<b>-10</b>
<b>Pontualidade na entrega de atividades.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador com relação à devolução das atividades extras e obrigatórias em seu prazo correto.	<b>+10</b>
<b>Quiz.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador durante a ocorrência dos <i>Quiz</i> de aprendizagem em relação à atribuição de pontuação para questões corretas e incorretas.	<b>+150</b>
<b>Atividades Extraclasse (Wordwall, LiveWorksheets ou Kahoot).</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto à devolução das atividades extraclasse solicitadas.	<b>+30</b>
<b>Mapa Conceitual.</b>	Observações feitas pelo professor/pesquisador quanto a construção dos mapas conceituais referentes a cada etapa da intervenção.	<b>-</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A execução das atividades/comportamentos evidencia tanto o desempenho individual (Participação na aula, dispersão na aula, frequência, infrequência, uso

---

<sup>1</sup> Grupo de Trabalho

inapropriado do celular e congêneres, pontualidade na entrega das atividades) quanto a coletividade dos estudantes (*Quiz*, Atividades extraclasse e confecção dos Mapas Conceituais) possibilitando um instrumento de avaliação progressivo e formativo ao longo da intervenção, como sugerido nos aspectos sequenciais da UEPS, (MOREIRA, 2011b).

Vários elementos da Dinâmica, Mecânica e Estética da gamificação são evidenciados no Quadro 2 por meio das atividades/comportamentos, como: Emoções, Narrativa, Progressão, Desafios, Competição, Cooperação e Recompensa, Combate, Conquistas, Desbloqueio de conteúdo, Pontos, etc. Todos estes elementos constituem um conjunto de subobjetivos que se relacionam de maneira direta com o Prêmio Principal da gamificação e conseqüentemente com a narrativa principal (WERBACH; HUNTER, 2015).

Podemos perceber, também por meio do Quadro 2, que cada estudante pode adquirir individualmente uma determinada pontuação. Para isso é necessário participar das aulas e não atrapalhar o andamento delas. O estudante deve estar presente, não utilizar celular para fins não pedagógicos e precisa ser pontual na entrega das atividades. O estudante também precisa participar e acertar todas as perguntas do *Quiz* de conteúdo que acontece ao fim de todo nível da competição e deve ainda realizar as atividades extraclasse.

Assim, conforme pontuações explicitadas no Quadro 2, um total de G\$ 200,00 podem ser acumulados a cada encontro formativo. Essa pontuação conquistada individualmente por cada estudante ao fim de cada nível da competição pode ser utilizada para adquirir itens no Mercado de Itens, que é uma estratégia criada dentro da UEPS-G para manter os estudantes focados nos objetivos de aprendizagem por meio da conquista de prêmios e insígnias, conforme Quadro 3 a seguir.

**Quadro 3 – Mercado de Itens da UEPS-G.**

<b>Seção de Itens Gerais</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>G\$</b>
Horcrux	Objetos necessários para cumprir o objetivo principal da gamificação, o Desafio das Horcruxes.	<b>500</b>
Insígnia Iniciante	Insígnia atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 2 da competição.	<b>0</b>

Insígnia Atomista	Insígnia atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 3 da competição.	<b>0</b>
Insígnia Quantum	Insígnia atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 4 da competição.	<b>0</b>
Insígnia Eletrizção	Insígnia atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 5 da competição.	<b>0</b>
Ordem de Coulomb	Condecoração atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 6 da competição.	<b>0</b>
Ordem de Faraday	Condecoração atribuída aos estudantes que concluírem todas as atividades do Nível 7 da competição.	<b>0</b>
Especialista	Título dado aos estudantes que concluírem todas as atividades obrigatórias e extraclasse de todos os Níveis da competição.	<b>0</b>
Especialista EletroWizard	Título dado somente aos estudantes que vencerem o desafio final no Jogo EletroWizard no Nível 8 da competição.	<b>0</b>
<b>Seção Reservada</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>G\$</b>
Bônus (0,5+)	Os estudantes adquirem o direito de iniciar a prova bimestral com 0,5 ponto.	<b>400</b>
Bônus (1,0+)	Os estudantes adquirem o direito de iniciar a prova bimestral com 1,0 ponto.	<b>500</b>
Bônus (1,5+)	Os estudantes adquirem o direito de iniciar a prova bimestral com 1,5 ponto.	<b>600</b>
Questão Sorteada (1/3)	Os estudantes adquirem o direito de acessar previamente 3 questões com conteúdo da prova bimestral, das quais 1 delas estará contida na avaliação.	<b>600</b>
Acessar 1 questão da prova	Os estudantes adquirem o direito de acessar previamente 1 questão da prova bimestral.	<b>600</b>
Anular 1 questão tipo prata.	Os estudantes adquirem o direito de anular 1 questão mediana da prova bimestral.	<b>600</b>
Anular 1 questão tipo ouro.	Os estudantes adquirem o direito de anular 1 questão difícil da prova bimestral.	<b>600</b>
Ajuda do professor.	Os estudantes adquirem o direito de solicitar 1 ajuda ao professor quando estiver realizando a avaliação bimestral.	<b>700</b>
Fazer prova em dupla.	Os estudantes adquirem o direito de realizar a prova em dupla, desde que encontrem um parceiro que também opte pela compra deste item.	<b>750</b>

Simulado.	Os estudantes adquirem o direito de acessar previamente um simulado contendo 20 questões das quais 10 serão selecionadas para compor a prova bimestral.	<b>800</b>
-----------	---	------------

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 3, podemos observar que o Mercado de Itens é dividido em duas seções, a de Itens Gerais e a de Itens Reservados. A seção de Itens Gerais é acessível aos estudantes durante toda a primeira parte da gamificação, até o nível 7 da competição e os artigos presentes nela podem ser adquiridos a qualquer instante, desde que o competidor (no caso de item individual) ou GT (no caso de item coletivo) possua os recursos necessários para adquiri-lo. Os itens de Insígnias, os títulos de Ordem e de Especialista presentes na seção de Itens Gerais são gratuitos, mas possuem pré-requisitos para adquiri-los, que estão explicitados na coluna de Descrição do Quadro 3.

A seção de Itens Reservados é destinada exclusivamente para a etapa final da gamificação (Nível 8), quando os estudantes estarão finalizando o conteúdo de todo bimestre e iniciando a etapa de revisão dos conteúdos para realização da prova bimestral. De acordo com o Quadro 3, os estudantes poderão adquirir vantagens para realização da prova bimestral, configurando elementos da MDE como a emoção, progressão, aquisição de recursos, recompensa, transação, conquista, etc. (WERBACH; HUNTER, 2015). Desta maneira, procura-se incentivar a atitude potencialmente significativa dos estudantes à medida que desperta esta via competitiva e emocional associada ao fato deles poderem adquirir recompensas como resultado de seu esforço.

### **3. Jogo EletroWizard**

#### *3.1 Caracterização do jogo*

O jogo EletroWizard compõe o produto educacional desenvolvido no âmbito da intervenção pedagógica de mestrado de Fellype Souza de Oliveira e constitui um instrumento lúdico de memorização de conceitos aprendidos durante um processo de ensino-aprendizagem e também um instrumento valioso de avaliação de aprendizagem. O jogo foi projetado para ser jogado individualmente com até 6 jogadores, ou em 4 equipes com até 6 jogadores cada, o que o caracteriza como um jogo de competição multilateral quando jogado individualmente, ou um jogo de competição entre times quando realizado em equipe (FULLERTON, 2014). No desenvolvimento da intervenção pedagógica, o jogo foi utilizado no modo competição entre times. Quando se opta pelo

jogo em equipes é importante definir uma ordem de jogo dentro do próprio time, para que a cada turno de jogo, um integrante diferente seja o jogador da vez.

Pensando nas funções principais do Jogo EletroWizard podemos classificá-lo como um jogo de tabuleiro que expressa tanto o objetivo de conquista de itens, próprio dos Jogos de Percurso, como também utiliza do lançar de dados para definir jogadas e estimular competição, próprio dos Jogos de Dados (SPERHACKE et al., 2017).

No EletroWizard o tempo de jogo é delimitado pelo tempo pedagógico disponível, por exemplo 1, 2 ou 3 horas/aulas, etc. Assim, o jogo possui dois objetivos que definem um vencedor, ou equipe vencedora ao final:

- 1) Coletar as 3 Relíquias da Morte; (Neste caso o tempo é utilizado no sentido de conquistar objetos antes dos oponentes).
- 2) Terminar o tempo de jogo, ou tempo pedagógico, com a maior quantidade de galeões, que é a moeda utilizada na competição. (Nesta circunstância o tempo é utilizado como restritor de ação, finalizando o jogo independente do primeiro objetivo ter sido finalizado e possibilitando a vitória por outro caminho).

### 3.2 Conhecendo o tabuleiro, acessórios e modo de jogar do EletroWizard

O tabuleiro do jogo EletroWizard, Figura 1, bem como todos os materiais apresentados nessa seção estão disponíveis na seção “MATERIAIS DO JOGO”, deste produto educacional e também em uma pasta do Google Drive para que possam ser acessados e editados neste [\*link\*](#).

O tabuleiro do EletroWizard é composto por 50 casas. A primeira delas, no canto inferior direito da Figura 1, representa a plataforma 9 e  $\frac{3}{4}$  da Estação Mágica de King's Cross, do universo mágico de Harry Potter, onde toda aventura inicia e também para onde retornam todos os estudantes ao final de cada ano letivo em Hogwarts. Ao completar uma volta no tabuleiro, cada equipe ganha um total de 500 galeões por sua graduação em magia.



privilegiada no mundo bruxo, as propriedades podem custar mais ou menos galeões de acordo com o Quadro 4 a seguir.

**Quadro 4** – Organização de Propriedades.

Propriedade	Qt. Instalações	Custo	Aluguel
1. Gemialidades Weasley	0	G\$ 1000	G\$ 1000
2. Olivaras	1	G\$ 1000	G\$ 1500
3. Macusa	2	G\$ 1000	G\$ 2000
4. Caldeirão Furado	3	G\$ 1500	G\$ 2500
5. Floreios e Borrões 6. 3 Vassouras	0	G\$ 750	G\$ 750
	1	G\$ 750	G\$ 1000
	2	G\$ 750	G\$ 1500
	3	G\$ 1000	G\$ 1750
7. Borguin & Burks 8. Cabeça de Javali	0	G\$ 500	G\$ 500
	1	G\$ 500	G\$ 750
	2	G\$ 500	G\$ 1000
	3	G\$ 1000	G\$ 1250

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As casas de Propriedades são destacadas no tabuleiro na cor vermelha e possuem um nome de identificação, conforme Figura 2, tal qual os nomes da primeira coluna no Quadro 4. Inicialmente, as propriedades pertencem ao Banco Gringotts. Quando um jogador cai em uma dessas propriedades ele pode simplesmente ignorar e passar a sua vez para a próxima equipe, ou ele pode adquirir o título de posse daquela propriedade, caso não pertença a nenhuma equipe ainda e pelo preço de custo referente a 0 instalações de acordo com as colunas 2 e 3 do Quadro 4 (É como se o jogador estivesse comprando, do Gringotts, um terreno vazio onde poderá ser construídas futuramente, uma ou mais instalações).

**Figura 2 – Casas de Propriedades.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Depois de adquirir o título de posse de uma propriedade, como os da Figura 3, cada equipe pode começar a construir instalações no próximo turno de jogo, pagando sempre um valor ao banco Gringotts, referente ao custo de cada instalação construída de acordo com as colunas 2 e 3 no Quadro 4. Somente 1 instalação pode ser construída a cada turno. Um máximo de 3 instalações podem ser construídas em uma propriedade.

**Figura 3 – Títulos de posse das propriedades.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sempre que uma equipe cair em uma propriedade que já possui proprietário, esta deve pagar o aluguel de estadia para a equipe correspondente, em valores equivalentes ao número de instalações construídas na propriedade e o custo de Aluguel destacados nas colunas 2 e 4 do Quadro 4.

As transações bancárias podem ser realizadas pelo professor que assume o papel de Gerente do Banco Gringotts. Cabe ao gerente receber os cartões de débito das equipes, Figura 4(a), e efetuar os descontos de galeões na maquineta do banco, Figura 4(b), caso seja uma compra direta de propriedade ao banco, ou efetuar transferências de recursos de uma equipe para outra, caso seja pagamento de aluguel por estadia. Contudo, a função de gerente do banco pode ser inutilizada em detrimento de cada equipe ficar responsável por efetuar as transações sempre que forem necessárias.

**Figura 4** – (a) Cartões de débito, (b) Maquineta.



**Fonte:** Site: <https://www.rihappy.com.br> (colagem do autor).

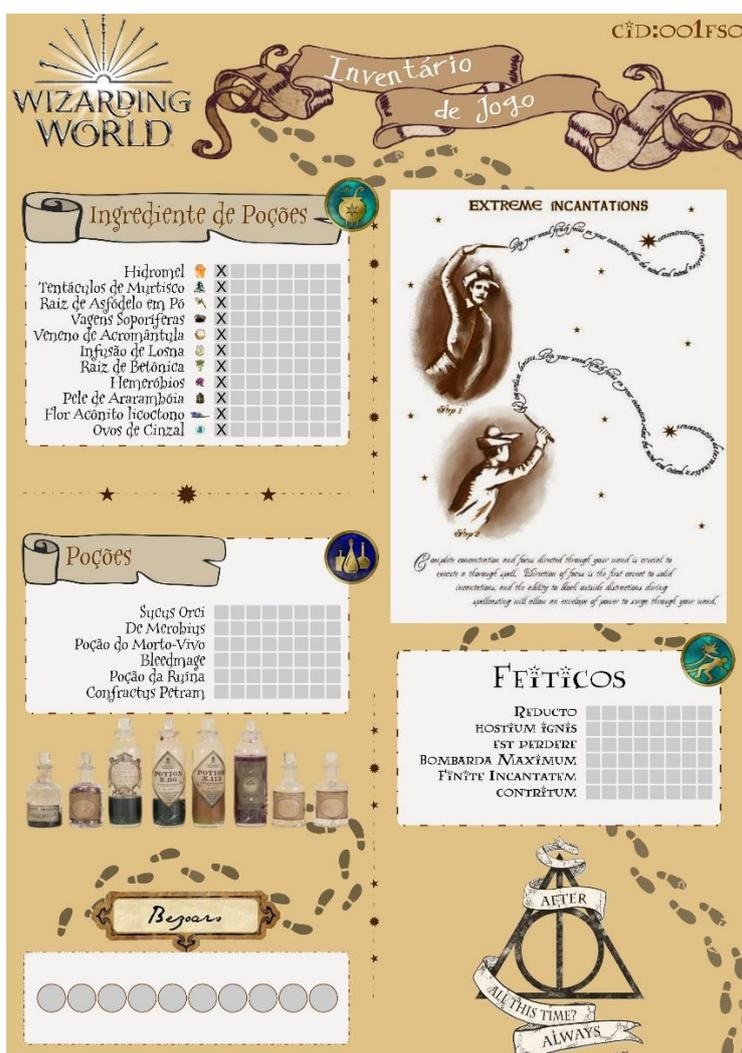
Para o jogo EletroWizard, reaproveitou-se a maquineta e os cartões pertencentes ao jogo de tabuleiro Banco Imobiliário, para facilitar as transações financeiras efetuadas durante o jogo, contudo, esse meio pode ser substituído pela impressão ou aquisição de cédulas de dinheiro fictícias.

Este comércio institucionalizado no jogo, tem função de promover ludicidade, elementos de transação e conquista da MDE, bem como oportunizar a possibilidade de gerir os recursos financeiros necessários para vencer o jogo EletroWizard caso nenhuma equipe consiga atingir o primeiro objetivo do jogo que é reunir as 3 relíquias da morte (WERBACH; HUNTER, 2015).

### 3.2.2 Ficha de Inventário

O jogo EletroWizard, dispõe de um instrumento chamado Inventário de Jogo ou Ficha de Inventário, ilustrada na Figura 5 a seguir, que tem como objetivo permitir às equipes anotarem e organizarem melhor suas conquistas alcançadas durante o jogo. Como a obtenção de ingredientes para o preparo de poções, a produção de poções, a graduação em variados feitiços e a compra de Bezoars.

**Figura 5** – Ficha de Inventário do jogo EletroWizard.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A ficha é dividida nas seções, Ingredientes de Poções, Poções, Bezoars e Feitiços, como pode ser observado na Figura 5. Sempre que uma equipe adquire novos ingredientes de poções, deve-se marcar com um “x” na linha do ingrediente, sinalizando assim as suas quantidades disponíveis. Caso haja 3 “x” marcados, isso significa 3 ingredientes daquele tipo disponíveis. Do mesmo modo, sempre que uma equipe utilizar os ingredientes

disponíveis da seção, devem circular a quantidade utilizada, diminuindo a quantidade ou tornando indisponível aquele ingrediente. Esses ingredientes poderão ser utilizados durante o jogo para a produção de poções como será demonstrado posteriormente.

A seção de Poções na Ficha de Inventário, é destinada para que as equipes possam anotar as quantidades de Poções preparadas ao longo do jogo. Deve-se marcar um “x” sempre que a equipe conseguir produzir uma poção. E deve-se circular a quantidade equivalente sempre que precisar utilizar uma poção para conseguir uma carta das relíquias da morte.

Na seção Bezoares, deve-se hachurar um círculo sempre que uma equipe obter um Bezoar por meio de compra do ingrediente. Semelhantemente, sempre um Bezoar for utilizado por uma equipe, para evitar uma infecção ou envenenamento mágico, deve-se tornar a quantidade equivalente indisponível, sinalizando na Ficha de Inventário marcando um “x”.

Por fim, na seção de Feitiços, as equipes devem anotar as suas graduações em variados feitiços. Quando uma equipe se qualificar em um feitiço, ela deve marcar um “x” no local apropriado da ficha, ao lado do nome do feitiço correspondente. Quando a equipe precisar utilizar o feitiço para obtenção de uma relíquia da morte, deve-se inutilizar o feitiço circulando a quantidade equivalente.

A utilização desse instrumento, para além da organização e manutenção do jogo, também configura como uma ação que procura proporcionar os sentimentos de manejo, apropriação, ludicidade, coletividade, entre outros emoções contidas no ato de administrar as conquistas, revelando os aspectos estruturais da MDE conforme (WERBACH; HUNTER, 2015).

### *3.2.3 Trapaças, Antídotos e Locais Mágicos*

Na trilha do jogo, algumas casas têm funções de adicionar dificuldade, trapaça, recursos necessários para driblar armadilhas e também bonificações. Permitindo ao jogo alcançar sentimentos de proteção, atenção, manejo de recursos, conquista, entre outros (WERBACH; HUNTER, 2015). Com auxílio da Figura 6 e do Quadro 5 é possível visualizar melhor essas casas de Ação utilizadas.

**Figura 6** – Tabuleiro do jogo com destaque para as casas especificadas no Quadro 8.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 5** – Casas de Trapaça, Antídoto e Locais mágicos.

Nome da Casa	Identificação	Ação
Infecções Mágicas	Número 1, Figura 6.	As infecções e doenças mágicas acometem até os bruxos mais exímios. Para se livrar delas você pode usar Bezoares caso possua em seu inventário ou caso contrário ficará internado no Hospital St. Mungos por 1 rodada.
Bezoares	Número 2, Figura 6.	Os Bezoares são ingredientes de variados tipos de poções e também muito utilizado contra envenenamentos e infecções mágicas. Ter um no bolso é sempre uma ótima escolha. Custam um total de 250 galeões. Ao adquirir ou utilizar 1 unidade de Bezoar, deve-se

		anotar na seção apropriada da Ficha de Inventário.
Dementador	Número 3, Figura 6.	Essas criaturas perversas não diferenciam quem vai atacar. São os guardas da prisão de segurança máxima de Azkaban, para bruxos e malfeitores. Ao cair nesta casa você será preso e levado a Azkaban por 3 rodadas. (Pode lançar dois dados a cada turno, se tirar dados iguais pode sair da prisão e andar a quantidades de casas que tirar no lançamento).
Azkaban	Número 4, Figura 6.	Prisão de segurança máxima para bruxos perigosos. Ao somente passar pela prisão, você será tratado como visitante.
Castelo de Hogwarts	Número 5, Figura 6.	Escola de magia e bruxaria mais renomada da Grã-Bretanha, ao passar por essa casa no tabuleiro a equipe ganha G\$ 500.
Hospital St. Mungos (Centro do Tabuleiro)	Número 6, Figura 6.	Hospital especializado em infecções, doenças e acidentes mágicos. Local em que está guardada uma das relíquias da morte.
Ministério da Magia (Centro do Tabuleiro)	Número 7, Figura 6.	Sede da regulamentação e execução das leis da magia e também o local em que está guardada uma das relíquias da morte.
Salgueiro Lutador (Centro do Tabuleiro)	Número 8, Figura 6.	Árvore mágica centenária que possui um mecanismo próprio de defesa quando se sente ameaçada. Local em que está guardada uma das relíquias da morte.
Banco Gringotts (Centro do Tabuleiro)	Número 9, Figura 6.	Instituição financeira responsável por salvaguardar objetos mágicos raros e o dinheiro bruxo.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 3.2.4 As Relíquias da Morte

Na vasta literatura do universo fantástico de J.K Rowling, especificamente no livro *Harry Potter e as Relíquias da Morte* é mencionado um livro chamado *Os Contos de Beedle, o Bardo*, que posteriormente aos lançamentos dos livros da saga *Harry Potter*, seria também publicado pela autora britânica *J. K. Rowling*. O livro personaliza uma série de contos infantis para crianças mágicas e é mencionado no sétimo livro para introduzir a história das Relíquias da Morte, que seria uma trama central daquele volume da saga.

Em um dos contos, é mencionado a existência de três objetos mágicos criados pela própria morte, para recompensar três irmãos, que exímios em magia, postergaram sua hora de morrer. A morte frustrada por ter sido enganada, presenteou cada um dos irmãos com um pedido a ser realizado (ROWLING, 2008).

O irmão mais velho pediu a varinha mais poderosa do mundo para que pudesse derrotar seus inimigos, e a morte lhe presenteou com a Varinha das Varinhas. O irmão do meio, com saudade da sua noiva falecida, pediu algo que permitisse trazer sua amada de volta, então a morte lhe deu A Pedra da Ressureição. E o irmão mais novo, e também mais sábio, solicitou algo que permitisse sair da presença da morte sem ser perseguido por ela. De má vontade, ela rasgou um pedaço de sua própria capa, e presentou o garoto com a Capa da Invisibilidade (ROWLING, 2008).

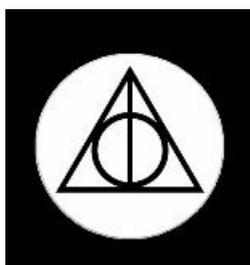
Os irmãos seguiram suas vidas separadamente. O mais velho vivia se gabando de possuir a varinha mais poderosa de todas, e em uma noite, enquanto dormia, foi assassinado por um homem que roubou dele a Varinha das Varinhas. Então a morte levou o primeiro irmão. O irmão do meio, utilizou a Pedra da Ressureição para tentar trazer de volta a mulher com quem sonhava casar-se, mas percebeu que o seu retorno não foi como imaginava. Sua amada retornou num estado de subvida e isso fez com que o segundo irmão, perturbado pela situação, cometesse suicídio. Então a morte levou o segundo irmão. Por muito tempo a morte procurou pelo irmão mais jovem, contudo, por estar usando a sua Capa de Invisibilidade, ela nunca obteve êxito. Quando já com idade avançada, o terceiro irmão entregou a Capa de Invisibilidade para seu filho e se entregou a morte como a uma amiga (ROWLING, 2008).

De acordo com o conto, as três relíquias da morte são: A Varinha das Varinhas, a Pedra da Ressureição e a Capa da Invisibilidade. Em *Harry Potter e as Relíquias da Morte*, é revelado que a história não é apenas um conto infantil e que o Lord Voldmort está

procurando reuni-las, para assim se tornar o senhor da morte e bruxo mais poderoso do mundo para que possa derrotar Harry Potter (ROWLING, 2007).

Procurando reunir esta trama das relíquias da morte com a história desenvolvida no jogo EletroWizard, A Figura 7 representa o símbolo das Relíquias da Morte (ROWLING, 2007), e é utilizado no jogo para representá-las. No tabuleiro existem somente 3 casas deste tipo e elas representam uma Chave de Portal. Uma chave de portal, na literatura fantástica de Harry Potter, é um objeto ordinário e encantado que tem finalidade de transportar quem estiver em contato físico com ele para um outro local, em uma espécie de teletransporte mágico (ROWLING, 2001).

**Figura 7** – Casa das Relíquias da Morte no tabuleiro.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Ao preparar o início do jogo, dispõe-se as três cartas que têm finalidade de representar as 3 Relíquias da Morte, como ilustrado na Figura 8, no centro do tabuleiro, onde se localiza o hospital mágico St. Mungos, o Ministério da Magia, e a centenária árvore mágica dos terrenos de Hogwarts, o Salgueiro Lutador. Quando alguma equipe percorre o tabuleiro e se posiciona sobre a casa das Relíquias da Morte, ativa-se a chave de portal, permitindo acesso a um dos três locais onde estão posicionadas as cartas das Relíquias da Morte. Contudo, o acesso só é garantido após o professor verificar se a equipe possui em seu inventário ao menos 3 feitiços aprendidos durante o jogo, ou 2 poções preparadas. Em caso afirmativo a equipe é transportada ao local de sua escolha, ao St. Mungos, ao Ministério da Magia ou ao Salgueiro Lutador, onde podem tomar posse da Relíquia da Morte que lá estiver resguardada. Em caso negativo, nada acontece e a equipe passa a vez.

**Figura 8** – Cartas que representam as Relíquias da Morte.

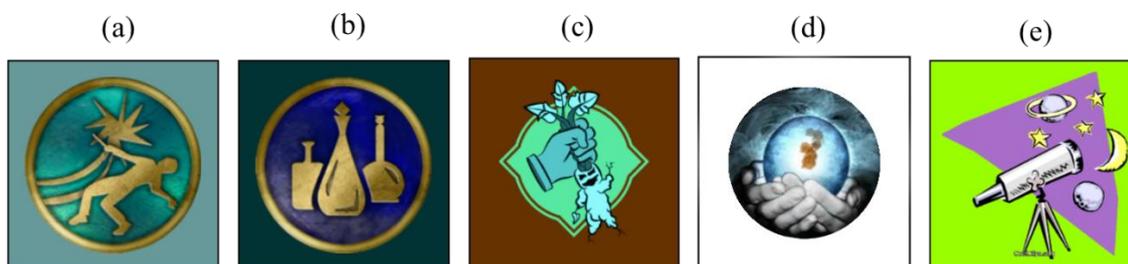


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.5 Como reunir as Relíquias da Morte?

Reunir as relíquias da morte, é o principal objetivo do jogo EletroWizard, e este feito pode ser alcançado ao longo do jogo à medida que os estudantes vão se graduando nas ciências mágicas como a prática de Feitiços, o preparo de Poções, Herbologia (que é o estudo das plantas mágicas), Adivinhação e Astronomia, que é o estudo do céu no mundo mágico. No tabuleiro do EletroWizard, essas disciplinas são representadas na Figura 9 (a), (b), (c), (d) e (e), respectivamente, a seguir.

**Figura 9** – Feitiços (a), Poções (b), Herbologia (c), Adivinhação (d) e Astronomia (e).



Fonte: Elaborado pelo autor.

### *Feitiços*

No mundo bruxo é primordial a execução da magia por meio de feitiços, portanto, aprendê-los é essencial para obter êxito em reunir as relíquias da morte. Assim, no tabuleiro do jogo EletroWizard, quando uma equipe passa pela casa representada no diagrama da Figura 10, ela tem a possibilidade de aprender um feitiço presente no Livro Padrão de Feitiços. Este livro contém um total de 20 Capítulos, e cada capítulo contém

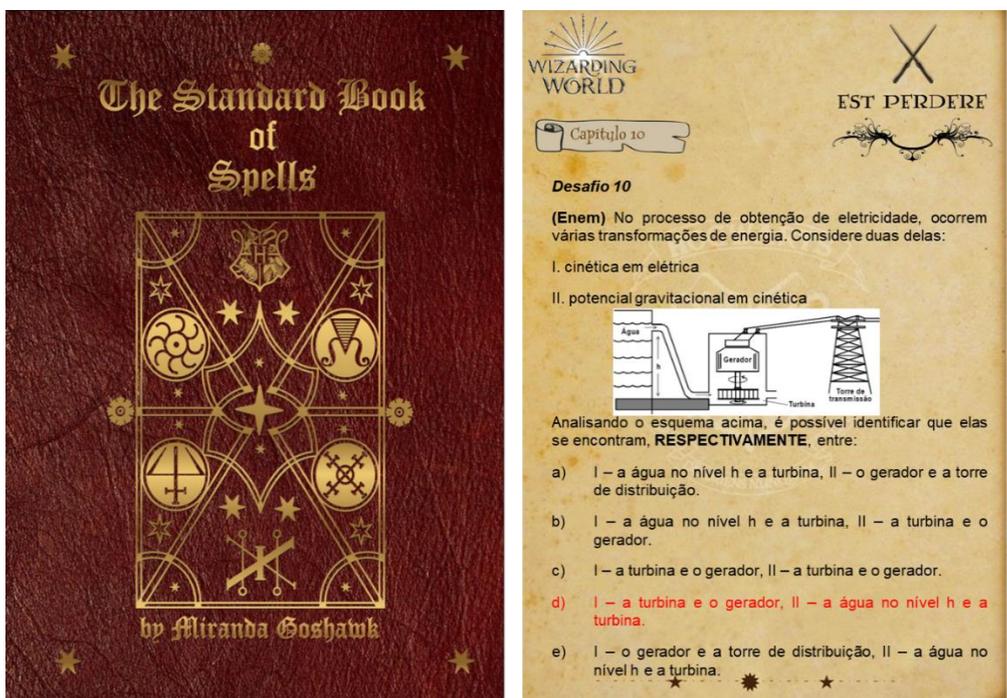
uma questão sobre o conteúdo de eletrostática a ser solucionada. Como na Figura 11 a seguir.

**Figura 10** – Diagrama que representa a casa de Feitiços no tabuleiro.



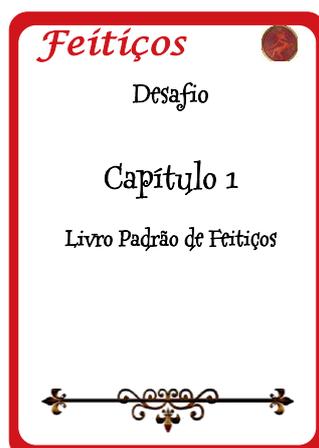
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 11** – Capa e interior do Livro Padrão de Feitiços.



Fonte: Diagrama da capa – Site:minalima.com, Interior elaborado pelo autor.

Entre os 20 capítulos do livro, o integrante representante da equipe naquele turno do jogo escolherá um desses capítulos para solucionar o desafio presente em sua página, por meio de um monte de cartas que representam os Feitiços a serem aprendidos, e que contém o número do capítulo ao qual o estudante deve abrir no Livro Padrão de Feitiços, conforme Figura 12, a seguir.

**Figura 12** – Carta de Feitiços.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Retirada a carta do monte, o integrante lê o capítulo escrito nela, procura o referido capítulo no Livro Padrão de Feitiços e com ajuda dos integrantes de sua equipe tenta solucionar o desafio presente naquela página. Caso a equipe responda corretamente à questão de conteúdo, ela ganha G\$ 500 e aprende o feitiço presente no canto superior direito daquela página do Livro. Anota-se, então, a conquista na Ficha de Inventário em local apropriado como ilustrado na Figura 13 a seguir.

**Figura 13** – Recorte da Ficha de Inventário, local para anotar a graduação em feitiços.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### ***Poções***

O carro chefe de exímios bruxos é o preparo correto de poções e elixires. Conhecer o preparo dessas misturas mágicas é essencial para reunir as relíquias da morte durante o jogo. No EletroWizard, a Figura 14 ilustra o diagrama de Poções no tabuleiro.

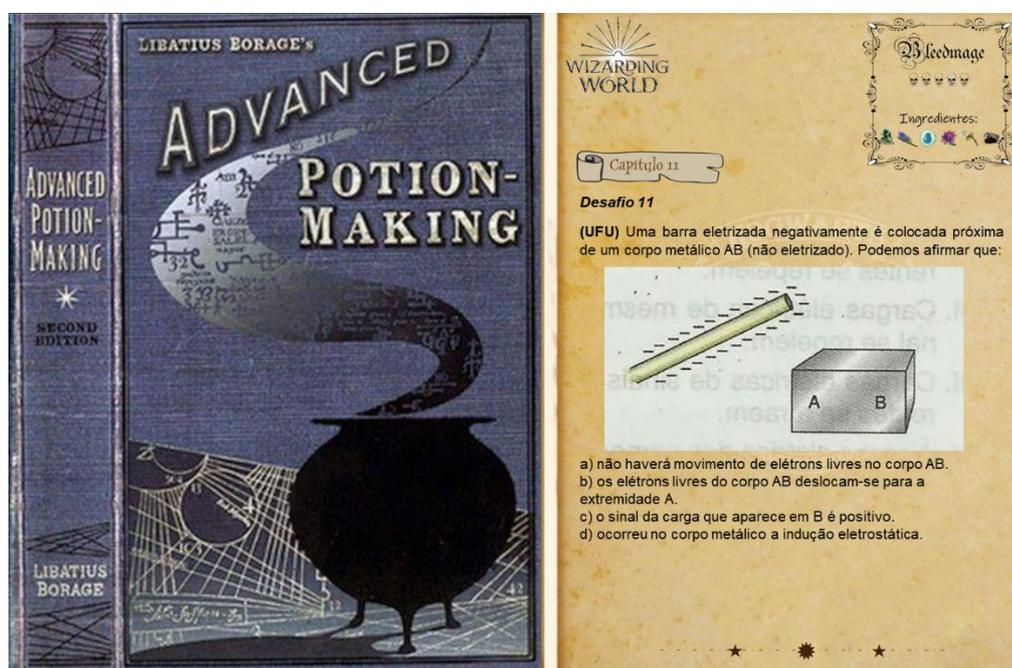
**Figura 14** – Diagrama que representa a casa de Poções no tabuleiro.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

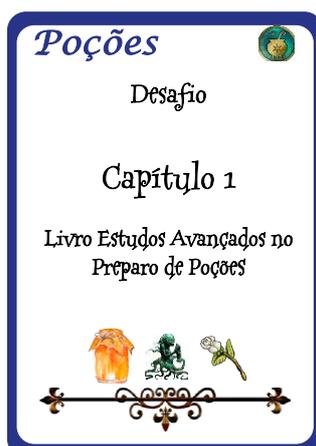
Ao cair em alguma dessas casas, Figura 14, o integrante da equipe naquele turno do jogo, tem a possibilidade de consultar o Livro Avançado no Preparo de Poções (Figura 15) e preparar uma poção mágica.

**Figura 15** – Capa e interior do Livro Avançado no Preparo de Poções.



**Fonte:** Diagrama da capa – Site:minalima.com, Interior elaborado pelo autor.

Análogo ao Livro Padrão de Feitiços, o Livro Avançado no Preparo de Poções, também contém 20 capítulos com questões de conteúdo a serem solucionadas. Assim, como no caso anterior do Livro de Feitiços, para selecionar um capítulo do Livro de poções o integrante da equipe deve puxar aleatoriamente uma carta de um monte onde se encontram cartas que representam poções a serem preparadas e que contém o capítulo ao qual o estudante deve abrir no Livro Avançado no Preparo de Poções, como ilustrado na Figura 16 a seguir.

**Figura 16** – Carta de Poções.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Retirada a carta do monte, o integrante lê o capítulo escrito nela, procura o referido capítulo no Livro Avançado no Preparo de Poções e com ajuda dos integrantes de sua equipe tenta solucionar o desafio presente naquela página. Caso a equipe responda corretamente à questão de conteúdo, ela ganha G\$ 500, os ingredientes presentes na parte inferior da carta retirada, conforme Figura 17, e a possibilidade de preparar uma poção.

**Figura 17** – Ingredientes colecionáveis da carta de Poções.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A equipe poderá reproduzir a poção contida no capítulo do livro, caso possua no seu inventário os ingredientes necessários para sua preparação. Estes ingredientes podem ser consultados na seção de Ingredientes de Poções da ficha de inventário, conforme Figura 18 a seguir.

**Figura 18** – Recorte da seção de Ingredientes de Poções da Ficha de Inventário.

Ingrediente de Poções										
Hidromel		X								
Tentáculos de Murtisco		X								
Raiz de Asfódelo em Pó		X								
Vagens Soporíferas		X								
Veneno de Acromântula		X								
Infusão de Losna		X								
Raiz de Betônica		X								
Hemeróbios		X								
Pele de Ararambóia		X								
Flor Acônito licoctono		X								
Ovos de Cinzal		X								

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Cada equipe inicia o jogo com 1 quantidade de cada ingrediente, como pode ser observado no Figura 50, onde a primeira coluna da seção está preenchida com um “x” marcado. Esses ingredientes também podem ser adquiridos ao longo do jogo, como será demonstrado posteriormente.

A parte superior direita do livro de poções contém a indicação dos ingredientes necessários para a produção da mesma, conforme Figura 19. Caso a equipe possua todos os ingredientes em seu inventário, ela pode preparar a poção e anotar a conquista na Ficha de Inventário em local apropriado como ilustrado na Figura 20 a seguir.

**Figura 19** – Ingredientes necessários para produzir uma poção.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 20** – Seção de Poções.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### *Herbologia*

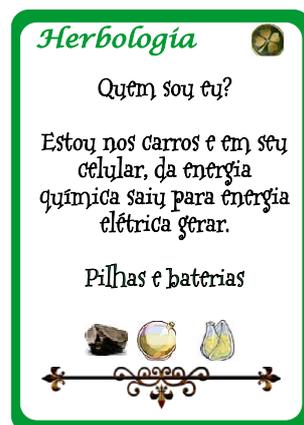
Conhecer animais, plantas e ervas mágicas é uma arte subestimada no mundo mágico, porém muito importante para o preparo de poções, elixires e antídotos. A Figura 21 representa o diagrama da casa de Herbologia no tabuleiro do EletroWizard. Ao cair nessa casa no tabuleiro, as equipes devem puxar uma carta do monte de cartas de Herbologia e responder a uma charada envolvendo o conteúdo de eletrostática.

**Figura 21** – Diagrama que representa a casa de Herbologia no tabuleiro.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A Figura 22 representa uma carta do tipo Herbologia, ela contém uma charada envolvendo o conteúdo de eletrostática, a resposta da charada e também 3 ingredientes de poções na sua parte inferior.

**Figura 22** – Carta de Herbologia.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Por conter a resposta correta, essas cartas devem ser manuseadas pelo professor. Então, quando uma equipe tiver que puxar uma carta do monte de Herbologia, esta ação deve ser executada pelo docente, que lê a charada para a equipe e escuta sua resposta. Se a resposta estiver incorreta, a equipe passa a vez de jogar, e a carta volta para o final do monte de Herbologia. Se a resposta estiver correta, o professor revela a resposta para todos os jogadores, descarta a carta para que não seja mais utilizada, a equipe ganha G\$ 500 e também obtém os ingredientes presentes na carta, anotando as conquistas na Ficha de Inventário.

### *Adivinhação*

As profecias e enigmas são muito comuns no mundo bruxo e no tabuleiro do jogo EletroWizard elas são representadas pela casa de Adivinhação, conforme Figura 23. Ao cair nessa casa, o integrante da equipe naquele turno deve puxar uma carta do monte que contém as cartas de Enigma, para que consultando sua equipe possa responder a uma charada proposta.

**Figura 23** – Diagrama que representa a casa de Adivinhação no tabuleiro.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A Figura 24 representa uma carta de Enigma que contém uma charada, sua resposta, e uma coleção de ingredientes para poções na sua parte inferior. Do mesmo modo que as cartas de Herbologia, as cartas de Enigma contêm a resposta correta do desafio. Logo, o docente deve manusear as cartas retiradas pelas equipes, lê-las, e em caso de insucesso, deve retorná-las ao final do monte de cartas, a equipe perde G\$ 250 e passa a vez de jogar. Caso venha a ter sucesso na charada, a equipe ganha G\$ 500, os ingredientes da carta e a carta deve ser descartada do jogo. As conquistas devem ser anotadas na Ficha de Inventário.

**Figura 24** – Carta de Enigma.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### *Astronomia*

No mundo mágico, uma arte mística muito antiga é revelada nos céus. Aprender a observar e ler as estrelas é um dom ou habilidade que poucos bruxos desenvolvem, geralmente os centauros têm mais expertise no assunto. Ao caírem nessa casa, Figura 25, as equipes devem puxar uma carta no monte de Astronomia e responder a uma charada sobre os conteúdos de eletrostática, assim como em Herbologia e Enigma.

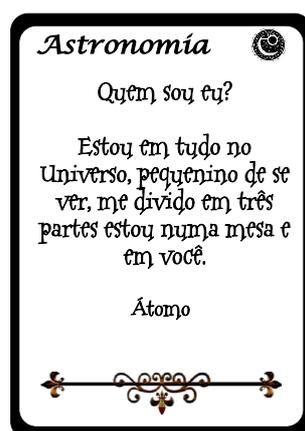
**Figura 25** – Diagrama que representa a casa de Adivinhação no tabuleiro.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Na Figura 26 observamos a representação de uma carta de Astronomia. Ela contém uma charada e sua resposta. Analogamente às cartas de Herbologia e Enigma, por conter a resposta correta, as cartas de Astronomia devem ser manuseadas pelo docente. Assim quando uma equipe retirar a carta, deve entregá-la ao professor que irá ler a charada. Caso a equipe obtenha êxito na resposta, a carta deve ser descartada do jogo, a equipe ganhará G\$ 500 e terá a oportunidade de jogar mais uma vez no turno. Em caso de errar, a equipe passa vez e a carta retorna para o final do monte de Astronomia.

**Figura 26** – Carta de Astronomia.

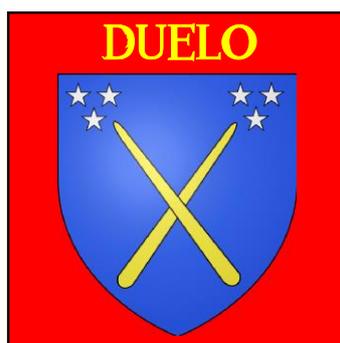


Fonte: Elaborado pelo autor.

### ***Clube de Duelos***

Bruxos bem treinados, exercitam suas magias duelando. No jogo EletroWizard, a Figura 27 representa a casa do Clube de Duelo, um espaço criado para que as Equipes possam desafiar umas às outras, sempre que possuírem no mínimo uma carta das Relíquias da Morte, possibilitando que ao final do duelo o vencedor fique com a carta e ganhe G\$ 500 do oponente.

**Figura 27** – Diagrama que representa a casa do Clube de Duelos no tabuleiro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para duelar é necessário que a equipe desafiante tenha graduação em no mínimo 3 feitiços ou preparado no mínimo 2 poções. Não há possibilidade de uma equipe declinar a um duelo. Caso a equipe desafiada tenha uma carta de Relíquia da Morte, automaticamente esta carta se torna prêmio para o vencedor da disputa.

O duelo é realizado por meio do lançamento de 3 dados por cada equipe, iniciando sempre pela equipe desafiada. Ao final dos 3 lançamentos vence aquela equipe que tenha ganhado o maior número de vezes. Em caso de empate, seguem-se outros lançamentos até haver um vencedor.

#### **4. Considerações Finais**

Os materiais educacionais aqui apresentados resultam de uma investigação pedagógica que buscou desenvolver os conteúdos de eletrostática sob o viés da Teoria da Aprendizagem Significativa e utilizando a gamificação como estratégia de engajamento no processo de ensino-aprendizagem. Os produtos educacionais, foram utilizados de maneira orientada a alcançar os objetivos da investigação em que se situou. Logo, ao serem utilizados em novas abordagens, devem ser adequados aos novos objetivos de investigação e também às realidades em que serão desenvolvidos.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Gamificada (UEPS-G) aqui apresentada, resulta da utilização da UEPS como referencial metodológico para potencialização da aprendizagem significativa e da gamificação como uma estratégia de motivação à atitude potencialmente significativa. Em consonância com os objetivos da investigação pedagógica e tomando o âmbito em que se desenvolveu, a UEPS-G demonstrou ser uma valiosa estratégia didático-pedagógica para os professores que desejam tornar o ensino de Física mais dinâmico, ativo, lúdico e engajador.

O jogo EletroWizard foi utilizado na intervenção pedagógica como um instrumento de memorização dos conceitos aprendidos ao longo do processo de ensino-aprendizagem, visualizando uma abordagem lúdica, instigante e que transportasse os jogadores para uma dimensão apartada da sala de aula, algo proporcionado apenas por jogos que realmente divertem. Ao mesmo tempo, pretendia-se que o jogo revelasse as aprendizagens desenvolvidas pelos estudantes durante a intervenção.

Deste modo, o EletroWizard também se mostrou um valioso instrumento de avaliação da aprendizagem. De maneira intuitiva o jogo pode ser adaptado para utilização

em outros conteúdos da Física e também por outras disciplinas. O instrumento se mostrou eficiente na captação das aprendizagens dos estudantes e de maneira cativante estimulou a boa competitividade, o divertimento e a cooperação.

Espero que os materiais aqui disponibilizados possam ser utilizados por outros professores, em novas abordagens, com distintos objetivos, e que os interessados se sintam instigados a criar novos materiais e livres para alterar ou aperfeiçoar os instrumentos.

## 5. Referências Bibliográficas

- ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. DVS editora, 2015.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2000a.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, 2013a.
- FARDO, Marcelo Luís. *A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos jogos aplicados em processos de ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013b.
- FRAGA, V. M.; MOREIRA, M. C. A.; PEREIRA, M. V. Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, n. 1, p. 174-192, 2021.
- FULLERTON, T. *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games*. CRC press, 2014.
- KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons, 2012.
- KAPP, K. M.; BLAIR, L.; MESCH, R. *The Gamification of learning and instruction. Ideas into practice*. 2014.
- MARTINS, J. C. D.; PIMENTEL, F. S. C. Gamificação, ensino híbrido e aprendizagem significativa no ensino superior. *Nuevas Ideas em Informática Educativa*. Santiago do Chile, v. 13, p. 116-123, 2017.
- MCGONIGAL, J. A realidade em jogo - por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo. Trad. Eduardo Rieche. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K. E. A. (Ed.). *Research and quality of science education*. Netherlands: Springer, p.195-207, 2005.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo, Livraria Editora da Física, 2011a.
- MOREIRA, M. A. *Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS: Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU*. Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS, p. 1-22, 2011b.

PRENSKY, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, v. 10, 2002.

ROWLING, J. K. *Harry Potter e as relíquias da morte*. Rio de Janeiro: Rocco, 2007

ROWLING, J. K. *Harry Potter e o cálice de fogo*. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

ROWLING, J. K. *Os Contos de Beedle, o Bardo*. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

SILVA, J. B. “A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias”. *Research, Society and Development*, vol. 9, no 4, março de 2020.

SILVA, J.; SALES, G. L.; DE CASTRO, J. B. Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de óptica geométrica. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. 2018. p. 74.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, 2019.

SPERHACKE, S. L. et al. *O processo de ludificação: como transformar métodos de design em jogo de tabuleiro?*. Bernardes, Mauricio Moreira e Silva; Linden, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). *Design em pesquisa: vol 1*. Porto Alegre: Marcavizual, 2017. p. 270-294, 2017.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M. C.; LIMA, I. P. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente: Theory of meaningful learning in teaching practice. *Revista Espacios*, Caracas - Venezuela, v. 39, n. 23, 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/18392327.html#:~:text=A%20aquisi%C3%A7%C3%A3o%20de%20conceitos%20%C3%A9,e%20%C3%BAtil%20ser%C3%A3o%20esses%20conceitos>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SOUZA, F. E. E. et al, (org.). *Sequência Fedathi: Uma proposta pedagógica pra o ensino de Ciências e Matemática*. Fortaleza-CE: Edições UFC, 2013. 184 p. ISBN 978-85-7282-573-3.

SPERHACKE, S. L. et al. *O processo de ludificação: como transformar métodos de design em jogo de tabuleiro?*. Bernardes, Mauricio Moreira e Silva; Linden, Júlio Carlos de Souza van der (orgs.). *Design em pesquisa: vol 1*. Porto Alegre: Marcavizual, 2017. p. 270-294, 2017.

TOLOMEI, B.V. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. *EAD em foco*, v. 7, n. 2, 2017.

VALADARES, J. (2011) A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, p.36-57.

WERBACH, K.; HUNTER, D. *O kit de ferramentas de gamificação: dinâmica, mecânica e componentes para vencer*. Imprensa da Universidade da Pensilvânia, 2015.

## MATERIAIS DO JOGO

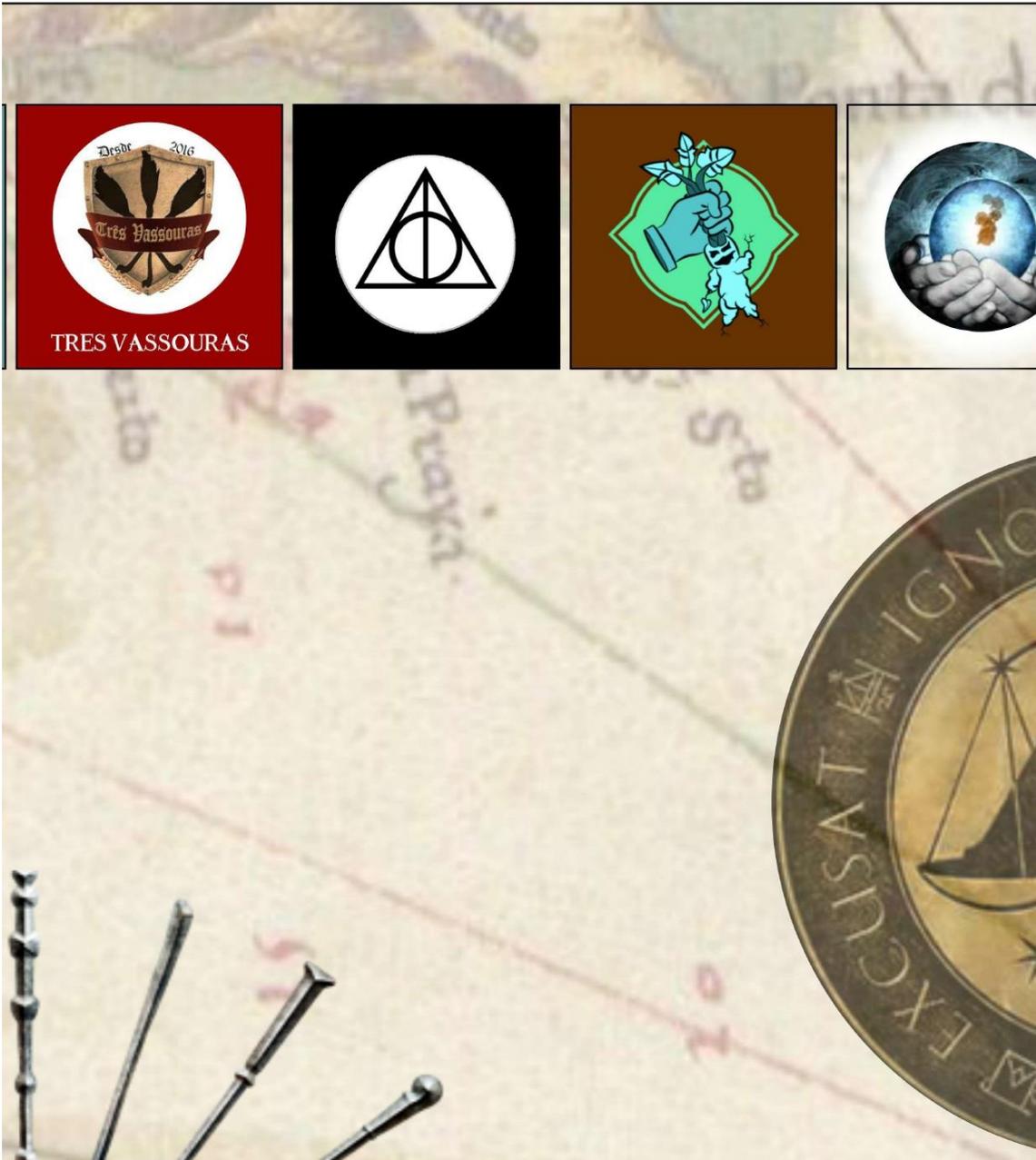
- Nesta seção dispomos os materiais utilizados na confecção do jogo EletroWizard para que sejam impressos e replicados.
- O Tabuleiro pode ser impresso de maneira econômica em modo pôster em folhas de tamanho A4 com dimensões finais de (70cm x 70cm) para melhor visualização dos detalhes.
- As cartas de Feitiços, Poções, Herbologia, Enigma, Astronomia e de Propriedades utilizadas no jogo podem ser impressas em papel cartão, ou outro papel com alta gramatura com dimensões de (6,5cm x 8,5cm).
- As três cartas das Relíquias da Morte podem ser impressas em dimensões um pouco maior que as demais (8,5cm x 13cm).
- Os livros de Feitiços e Poções podem ser impressos em folhas de papel A4 ou folhas de maior gramatura, no formato livreto.
- Os dados a serem utilizados podem ser comprados, para uma melhor experiência, ou impressos por meio de moldes da internet.
- Para as transações financeiras, reaproveitamos a maquineta utilizada no jogo Banco Imobiliário, mas para efeitos de substituição pode-se imprimir cédulas fictícias, ou criar uma planilha de transações no Excel.
- Os peões foram construídos com material reciclado, pode-se utilizar quaisquer objetos para este fim.

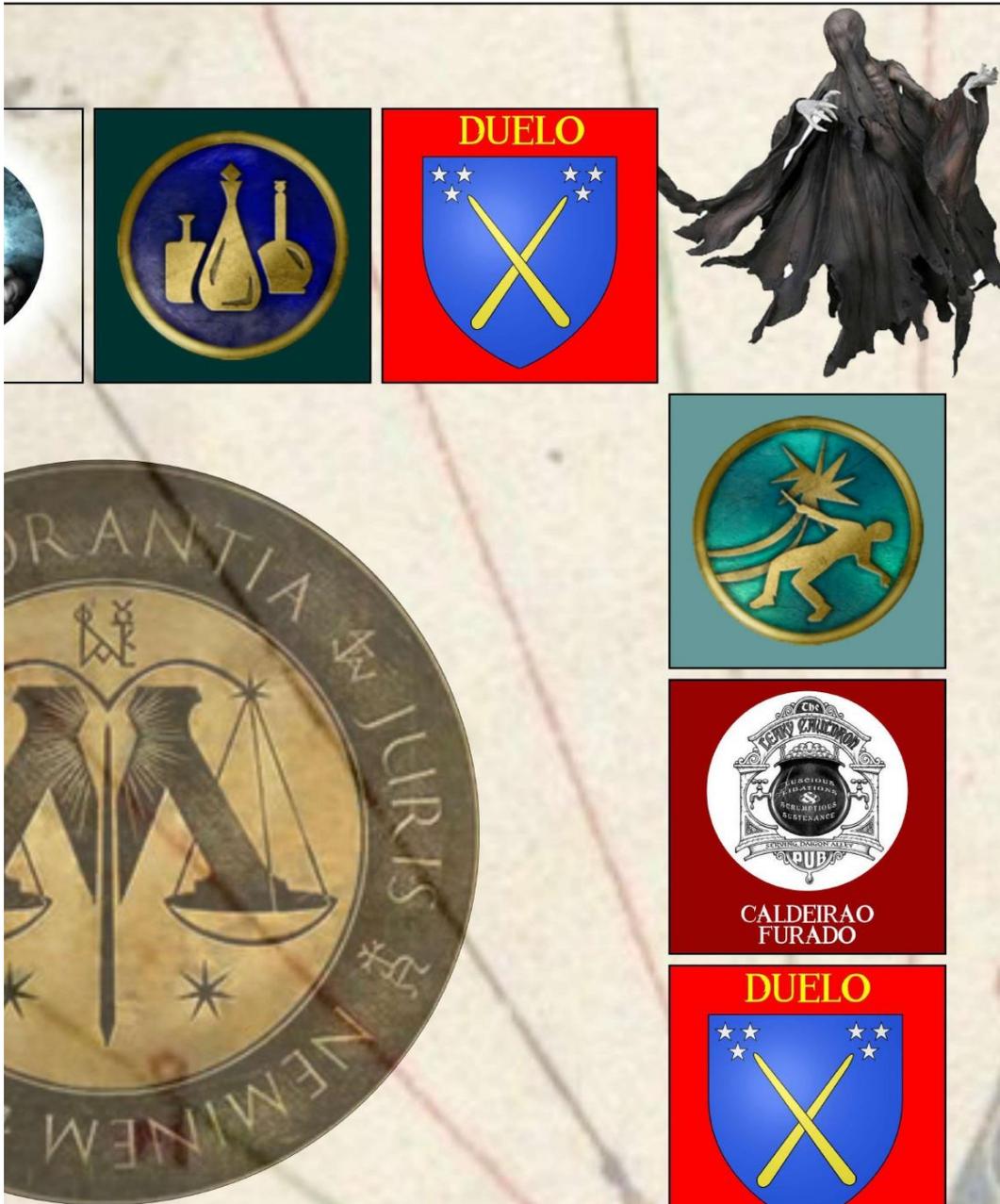
## **IMPRESSÃO DO TABULEIRO**

Para impressão do tabuleiro, você precisará montar um painel com 12 folhas do tipo A4. As folhas para impressão estão dispostas a seguir, ou podem ser acessadas em um arquivo PDF separadamente por meio do link < <https://encurtador.com.br/fjyG9>>.

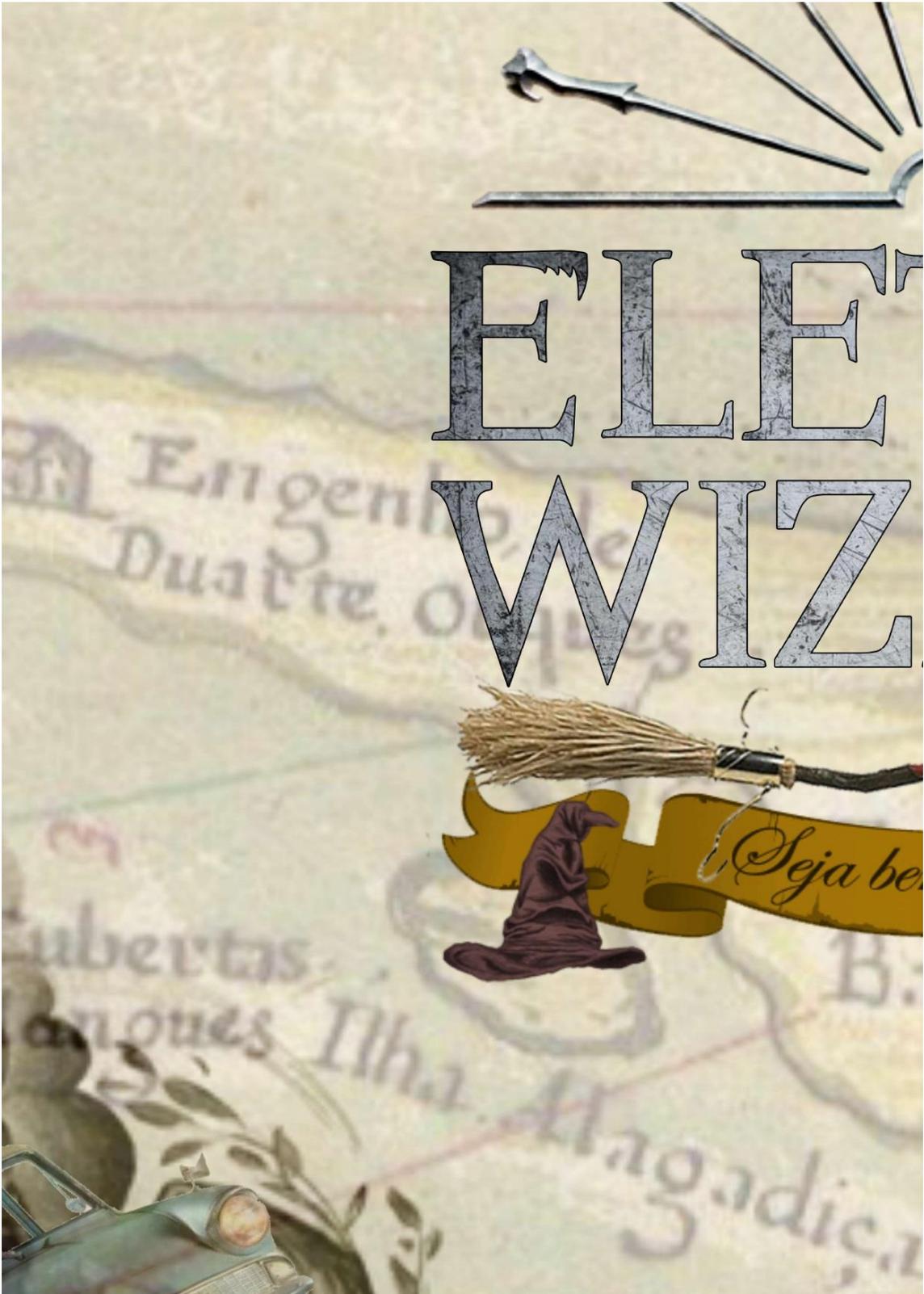


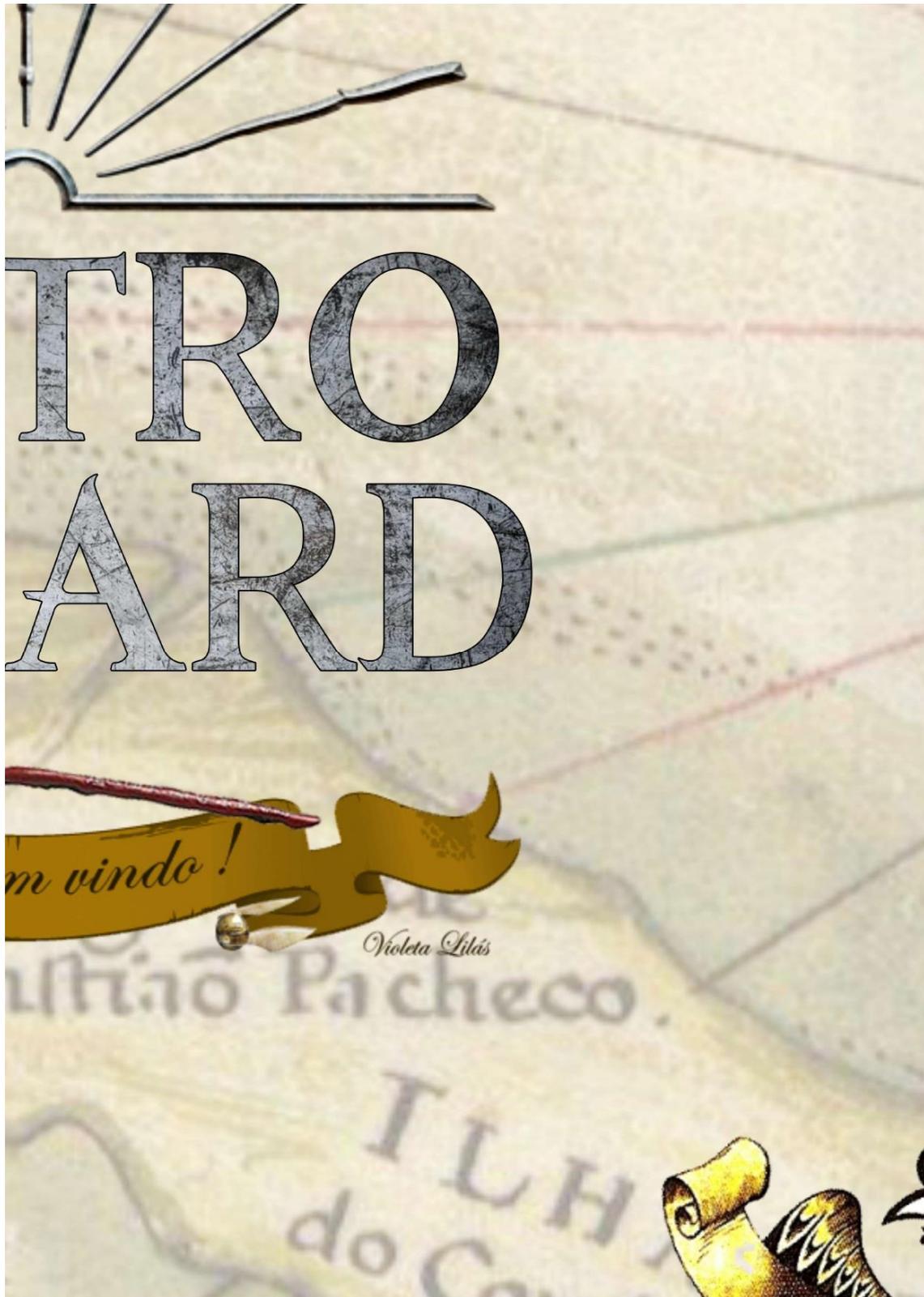


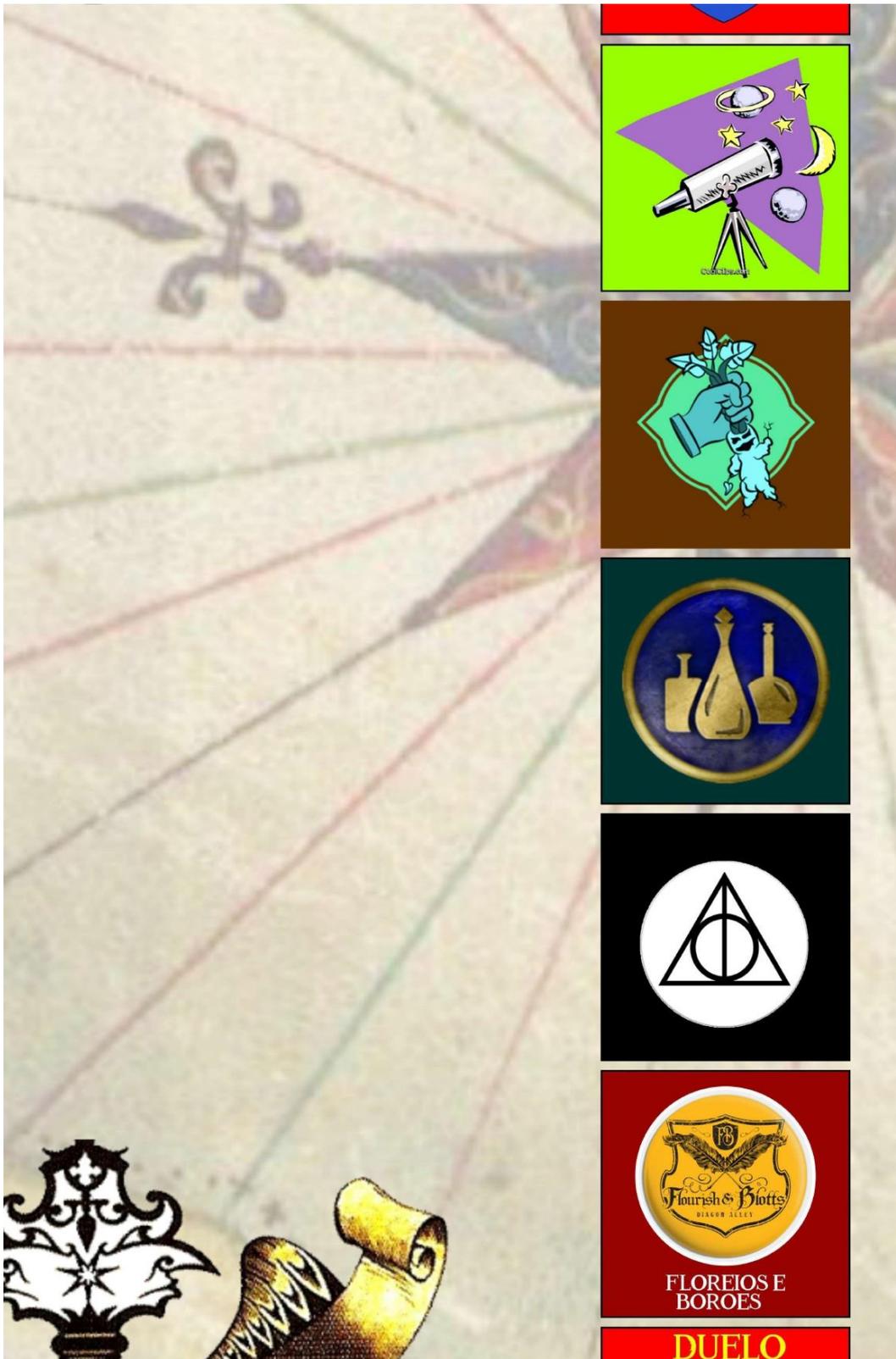










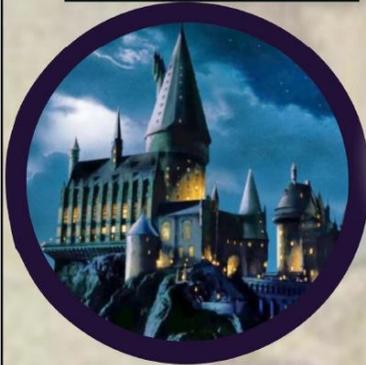


FLOREIOS E BOROES

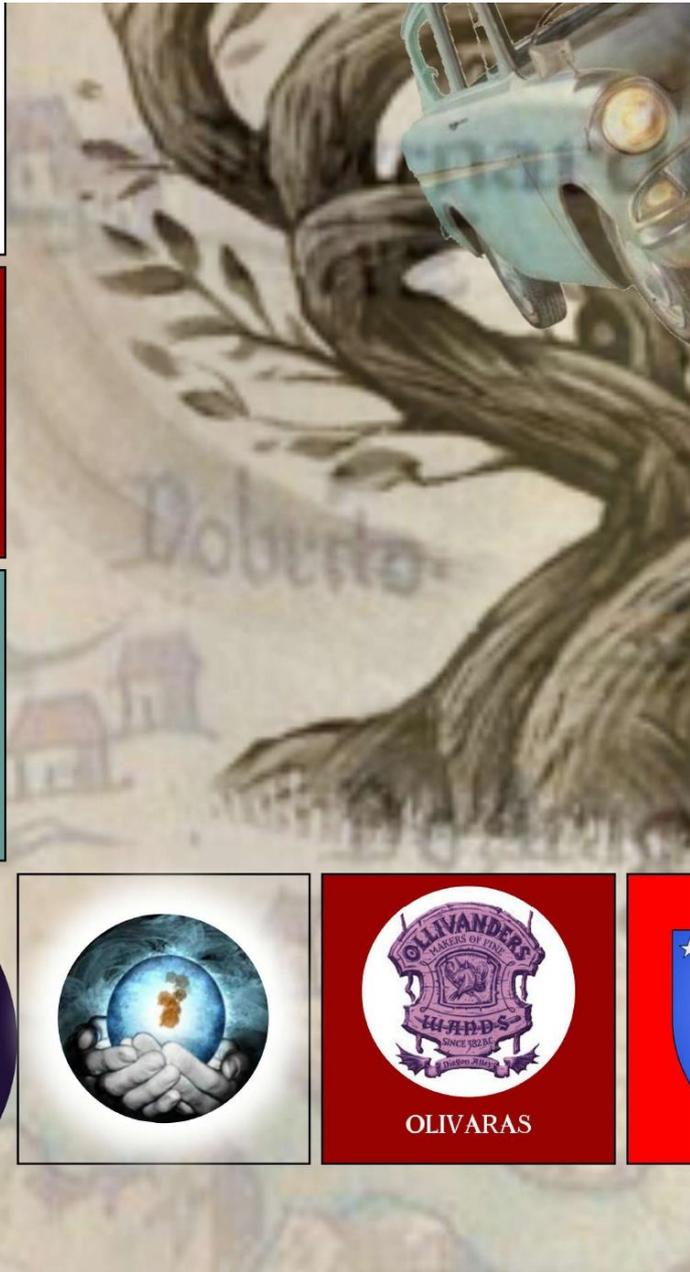
DUELO



CABECA DE JAVALI



OLIVARAS





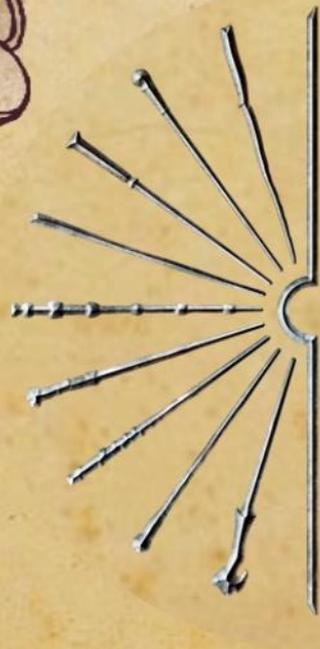




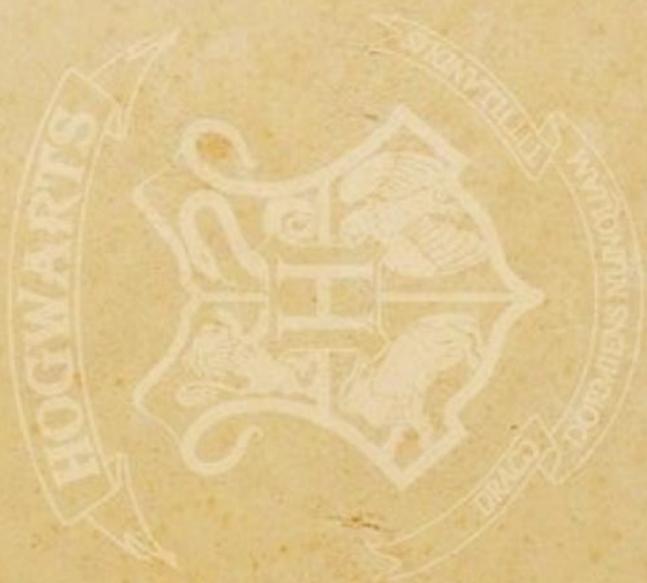
## **MANUAL DE REGRAS**

Disponibiliza-se a seguir o manual contendo as regras e funcionamento do Jogo EletroWizard para que possa ser imprimido. Este pode ser acessado por meio do link <<https://encurtador.com.br/fjyG9>>.

Manual  
de Jojo



# ELIETRO WIZARD

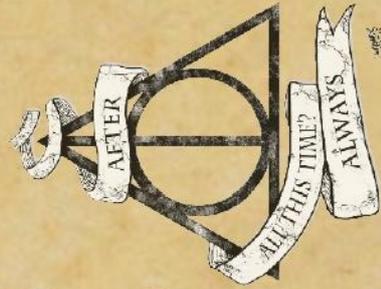


- O jogo é realizado em equipes, com até 10 participantes. A cada turno um novo participante da equipe joga representando sua equipe.
- O objetivo é **coleccionar as 3 Relíquias da Morte, ou terminar o tempo de jogo com a maior quantidade de Galeões.**

### Conhecendo o tabuleiro

O tabuleiro é composto por 50 casas, a primeira delas é a Estação Mágica de King's Cross onde toda a aventura inicia e também para onde retornam todos os estudantes ao final de cada ano letivo. **Ao completar uma volta no tabuleiro, cada equipe ganha um total de 500 galeões por sua graduação em magia.**

Além das casas de ação o tabuleiro conta ainda com espaços como propriedades do mundo mágico, o Castelo de Hogwarts, o Banco Gringotts, a Prisão de Azkaban, O Ministério da Magia, o Hospital St. Mungos e a centenária árvore nos terrenos de Hogwarts, o Salgueiro Lutador.



o Ao responder corretamente à questão de conteúdo presente nos capítulos do livro o integrante ganha G\$ 500. Se a equipe tiver no inventário os ingredientes necessários para o preparo da poção em questão, então a equipe pode efetuar seu preparo. Anote na Ficha de Inventário sua conquista.

#### ❖ Herbologia

- o Conhecer animais, plantas e ervas mágicas é muito importante para o preparo de poções, elixires e antídotos. Ao cair nessa casa, puxe uma carta de Herbologia e responda a charada.
- o Caso acerte: G\$ 500 + Ingredientes para poções.
- o Caso erre: Nada acontece e a equipe passa a vez.



#### ❖ Enigma

- o As profecias e enigmas são muito comuns no mundo bruxo. Ao cair nessa casa, o integrante da equipe pode consultar sua equipe para responder coletivamente ao desafio. Para isso puxe uma carta de Enigma para responder a uma charada.
- o Caso acerte: G\$ 500 + Ingredientes para poções.
- o Caso erre: - G\$ 250



#### ❖ Astronomia

- o Uma arte mística muito antiga é revelada nos céus, aprender a observar e ler as estrelas é um dom ou habilidade que poucos bruxos desenvolvem. Ao cair nessa casa, puxe uma carta de Astronomia e responda a charada.
- o Caso acerte: G\$ 500 + Jogar mais uma vez.
- o Caso erre: Nada acontece e a equipe passa a vez.



### Clube de Duelo

O clube de duelo é para que uma equipe possa desafiar uma outra equipe que possua uma Carta de Relíquia da Morte, ao final do Duelo, o vencedor fica com a carta e ganha G\$ 500 do oponente.

Para duelar é necessário que a equipe desafiante tenha aprendido no mínimo 3 feitiços ou preparado no mínimo 2 poções.

O duelo é feito por meio do lançamento de 3 dados por cada equipe. Ao final dos 3 lançamentos vence que ganhar mais rodas. Em caso de Empate, segue outros lançamentos até haver um vencedor.





- ❖ Banco de Gringotts (Centro do tabuleiro)
  - Instituição financeira responsável por salvaguardar objetos mágicos raros e o dinheiro bruxo.

### Relíquias da Morte

Esta casa é uma chave de portal para um dos três locais onde estão guardadas as Relíquias da Morte. A chave de portal verifica se em seu inventário possui ao menos 3 feitiços aprendidos, ou 2 poções preparadas. Em caso afirmativo a equipe é transportada à sua escolha para O St. Mungos, Ministério da Magia ou Salgueiro Lutador, onde podem tomar posse da Relíquia que lá estiver resguardada. Em caso negativo, nada acontece e a equipe passa a vez.



### Como Conseguir as Relíquias da Morte?

- ❖ Feitiços
  - O primordial para todo bruxo é a execução da magia por meio de feitiços. Aprendê-los é essencial. Assim, quando passar por essa casa o integrante da equipe tem a possibilidade de aprender 1 feitiço presente no Livro Padrão de Feitiços.
  - Ao responder corretamente uma questão de conteúdo presente no capítulo do livro o integrante ganha G\$ 500 para sua equipe e aprende o feitiço daquela página do Livro. Anote na Ficha de Inventário sua conquista.
  - Ao responder errado nada acontece e a equipe passa a vez.



- ❖ Poções

○ Carro chefe de exímios bruxos é o preparo correto de poções mágicas e elixires. Conhecer o preparo é essencial. Ao cair na casa de poções o integrante da equipe tem a possibilidade de consultar o Livro Avançado no Preparo de Poções.



### Inventário

Aqui sua equipe anotará os ingredientes de poções que for ganhando durante a jornada para poder utilizá-los no preparo de poções que possam destruir Horcruxes. Todos iniciam com um item de todos os ingredientes.  
Ao serem utilizados, apaga uma anotação.

Aqui é o espaço utilizado para anotar as poções preparadas em estoque que serão utilizadas para destruir Horcruxes.  
Ao ser utilizada, apaga uma anotação.

Quando sua equipe compra ou troca vantagens por Bezoares eles são anotados aqui e podem ser utilizados no caso de infecções mágicas.  
Ao ser utilizado, apaga uma anotação.



Aqui é o espaço utilizado para os feitiços aprendidos durante a jornada. Eles só podem ser realizados uma vez, então caso utilize, apague um registro.

## Propriedades

As propriedades são locais do mundo mágico que podem ser adquiridos pelas equipes ao longo do jogo. Dependendo de sua relevância, podem custar mais ou menos galões de acordo com a (Tabela 1).

Depois de adquirir uma propriedade, cada equipe pode começar a construir instalações no próximo turno de jogo pagando sempre um valor ao banco Gringotts em cada instalação construída (vide Tabela 1). Somente uma instalação pode ser construída a cada turno. Um máximo de 3 instalações podem ser construídas em uma propriedade. Sempre que uma equipe cair em uma propriedade pertencente a outra equipe, esta deve pagar o aluguel de estadia para a equipe proprietária de acordo com a (Tabela 1).

Propriedade	Qt. Instalações	Custo	Aluguel
Geminaldades Weasley	0	G\$ 1000	G\$ 1000
Olivaras	1	G\$ 1000	G\$ 1500
Macusa	2	G\$ 1000	G\$ 2000
Caldeirão Furado	3	G\$ 1500	G\$ 2500
Flores e Borrões	0	G\$ 750	G\$ 750
3 Vassouras	1	G\$ 750	G\$ 1000
	2	G\$ 750	G\$ 1500
	3	G\$ 1000	G\$ 1750
Borguin & Burks	0	G\$ 500	G\$ 500
Cabeça de Javali	1	G\$ 500	G\$ 750
	2	G\$ 500	G\$ 1000
	3	G\$ 1000	G\$ 1250

## Infecções Mágicas

- As infecções e doenças mágicas acometem até os bruxos mais exímios. Para se livrar delas você pode usar Bezoares caso possua em seu inventário ou caso contrário ficará internado no Hospital St. Mungos por 1 rodada.



## Bezoares

- Os Bezoares são ingredientes de variados tipos de poções e também muito utilizado contra envenenamentos e infecções mágicas. Ter um no bolso é sempre uma ótima escolha. Custam um total de 250 galões.



## Dementador

- Essas criaturas perversas não diferenciam quem vai atacar. São os guardas da prisão de segurança máxima de Azkaban, para bruxos e malfeitores. Ao cair nesta casa você será preso e levado a Azkaban por 3 rodadas. (Pode lançar dois dados a cada turno, se tirar dados iguais pode sair da prisão e andar a quantidades de casas que tirar no lançamento).



## Azkaban

- Prisão de segurança máxima para bruxos perigosos. Ao somente passar pela prisão, você será tratado como visitante.



## Castelo de Hogwarts

- Escola de magia e bruxaria mais renomada da Grã-Bretanha, ao passar por essa casa no tabuleiro a equipe ganha G\$ 500.



## Hospital St. Mungos (Centro do tabuleiro)

- Hospital especializado em infecções, doenças e acidentes mágicos. Local em que está guardada uma das relíquias da morte.



## Ministério da Magia (Centro do tabuleiro)

- Sede da regulamentação e execução das leis da magia e também o local em que está guardada uma das relíquias da morte.



## Salgueiro Lutador (Centro do tabuleiro)

- Árvore mágica centenária que possui um mecanismo próprio de defesa quando se sente ameaçada. Local em que está guardada uma das relíquias da morte.

## **FICHA DE INVENTÁRIO**

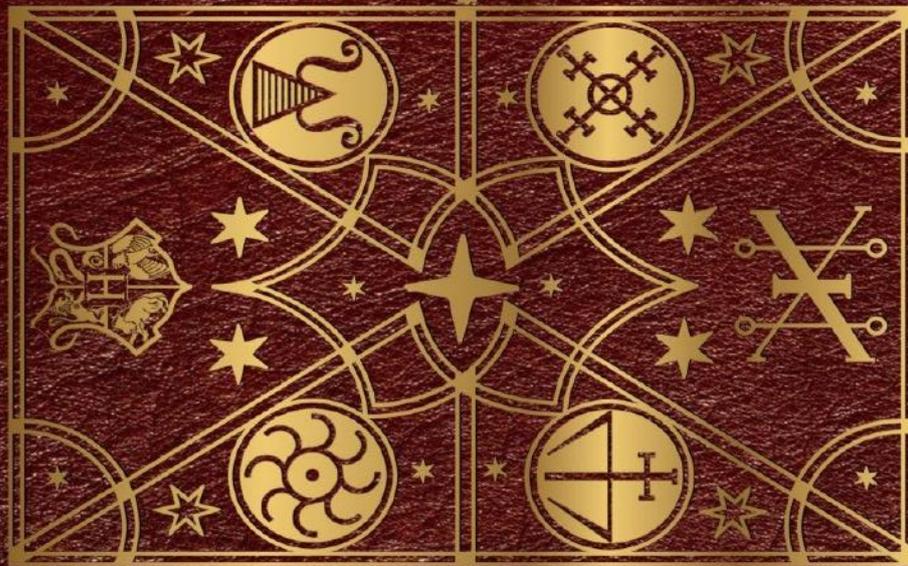
A ficha de inventário é utilizada no EletroWizard para organizar as conquistas dos jogadores durante a competição, como a aquisição de novas poções, feitiços e outros materiais que podem ser utilizados durante o jogo para alcançar o seu objetivo principal. A seguir, disponibiliza-se a ficha para impressão. A mesma pode ser acessada por meio do link <<https://encurtador.com.br/fjyG9>>.



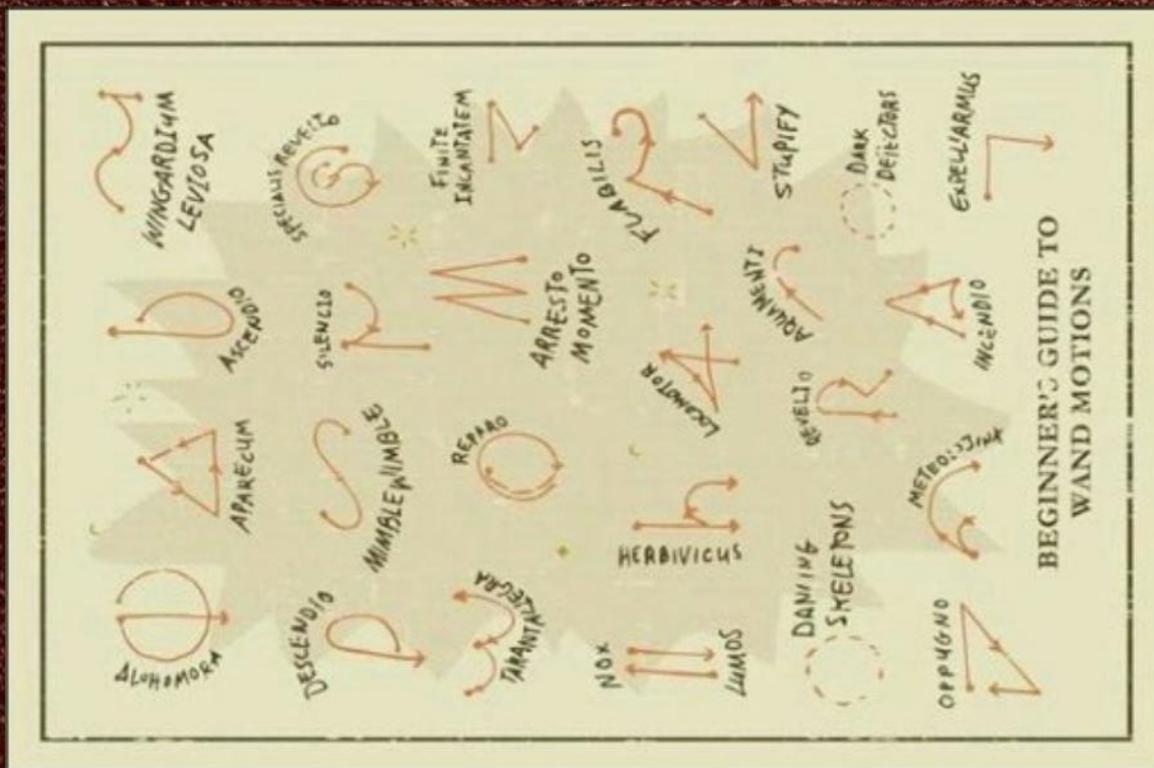
## **LIVRO DE FEITIÇOS**

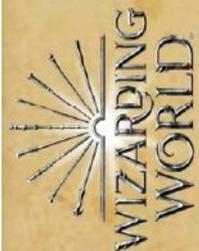
A seguir está disponível para impressão o Livro de Feitiços utilizado no EletroWizard, este pode ser acessado por meio do link <<https://encurtador.com.br/fjyG9>>.

# The Standard Book of Spells



by Miranda Goshawk





Capítulo 4



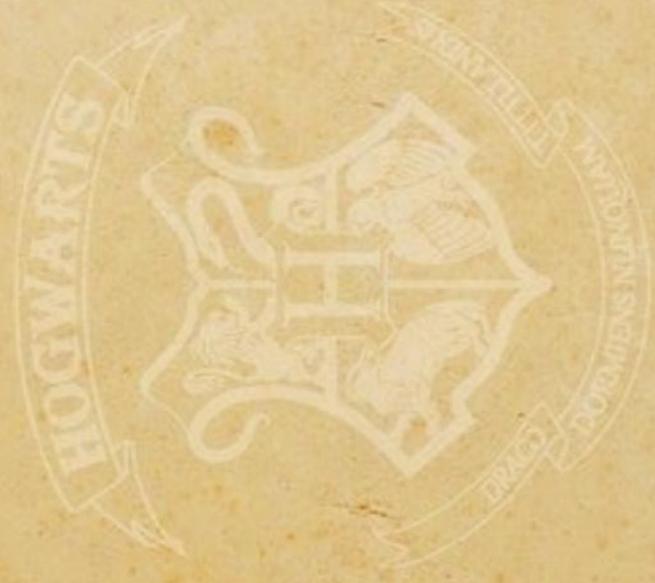
REDUCTO

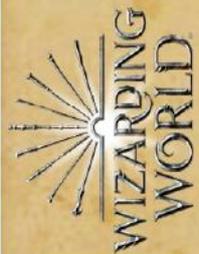


Capítulo 1



HOSTIUM İGNIŞ

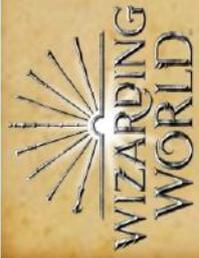
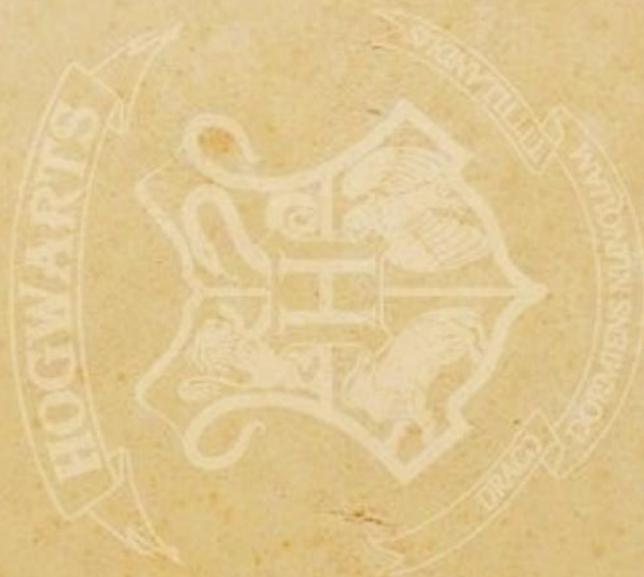




Capítulo 2



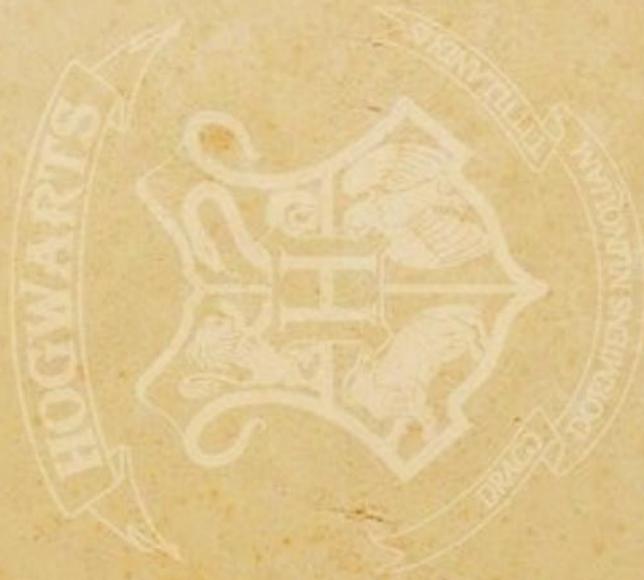
FİNİTE INCANTATEM

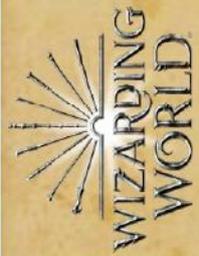


Capítulo 3



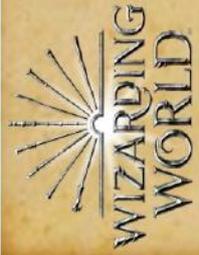
CONTRITUM





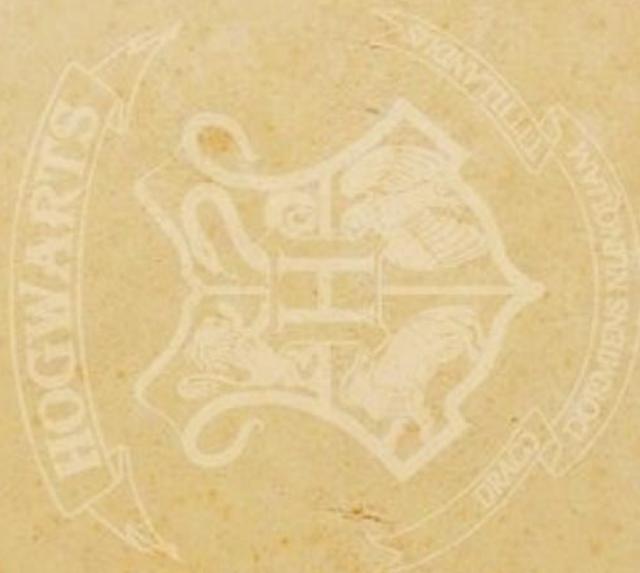
Capítulo 8

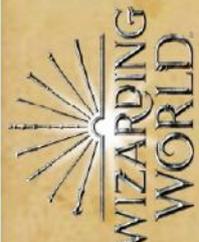
EST PERDERE



Capítulo 5

BOMBARDA MAXIMUM

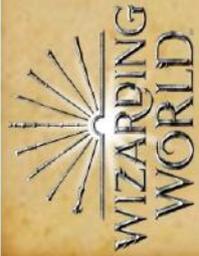
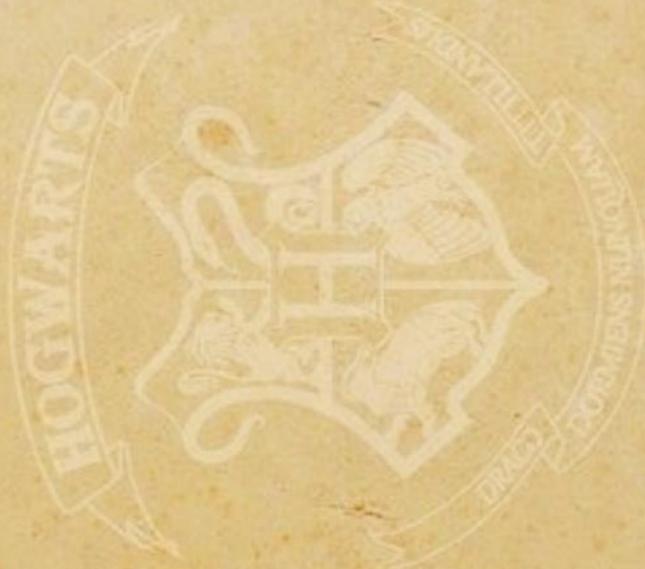




Capítulo 6



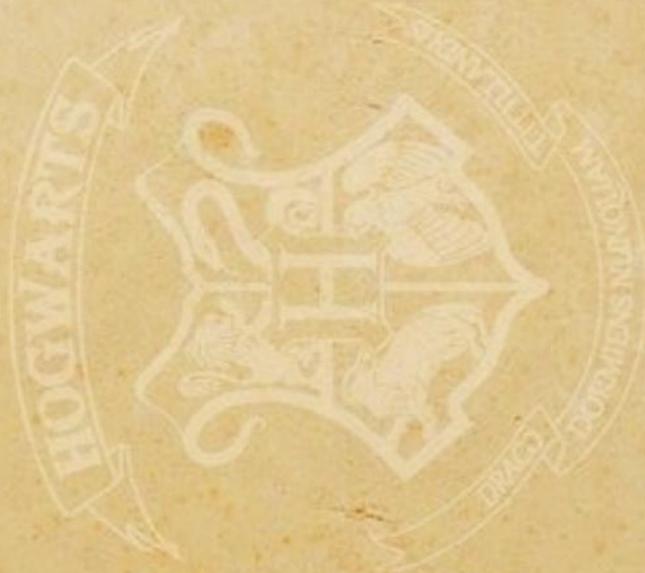
FİNTE INCANTATEM

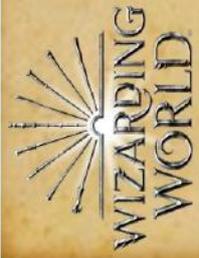


Capítulo 7



CONTRITUM

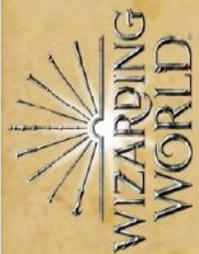
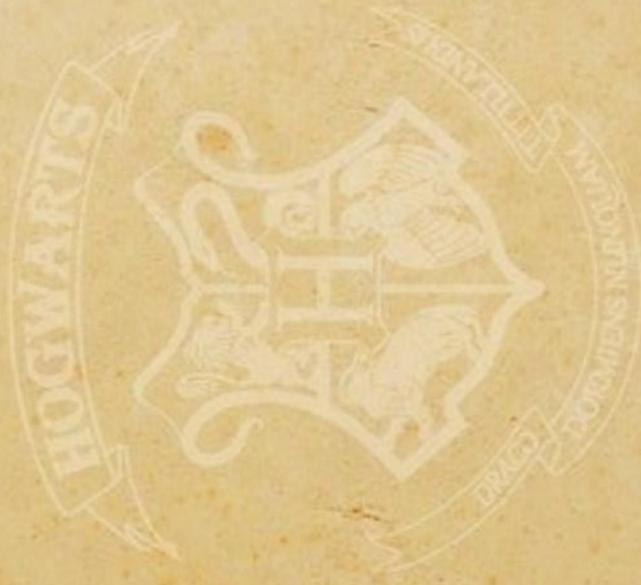




Capítulo 9



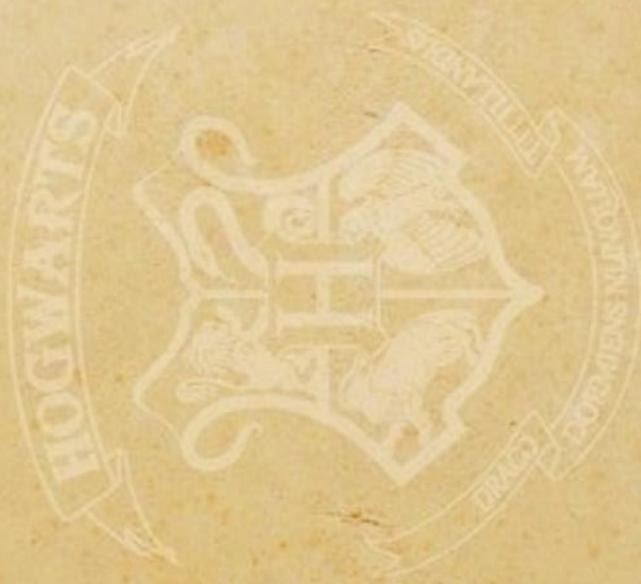
HOSTIUM IGNIS

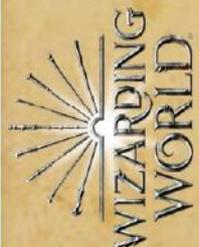


Capítulo 12



REDUCTO

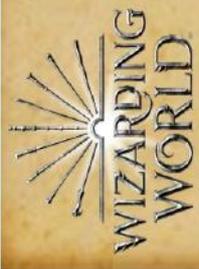




Capítulo 10



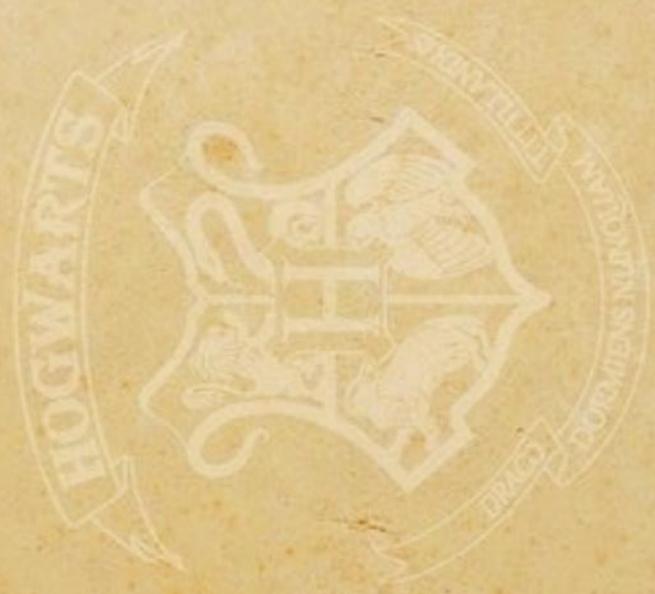
EST PERDERE



Capítulo 11



BOMBARDA MAXIMUM





Capítulo 16



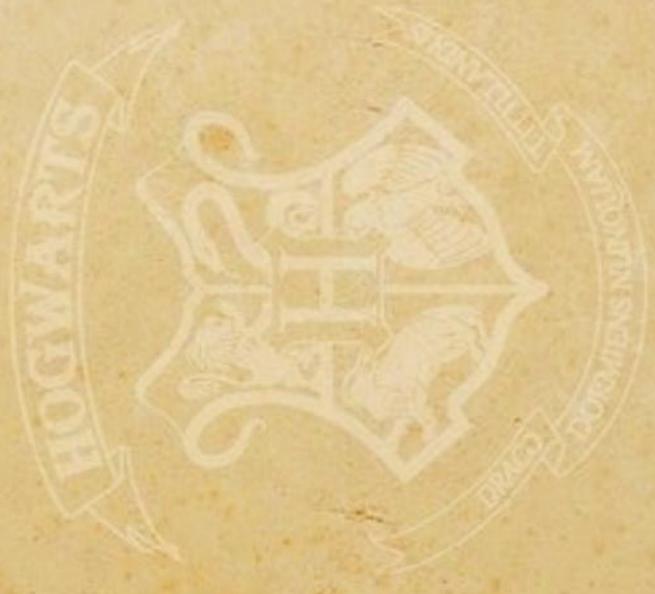
FİNİTE INCANTATEM

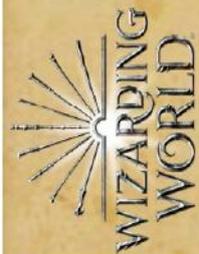


Capítulo 13



CONTRITUM

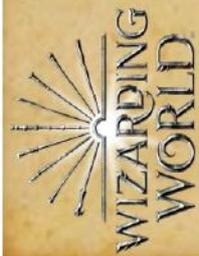
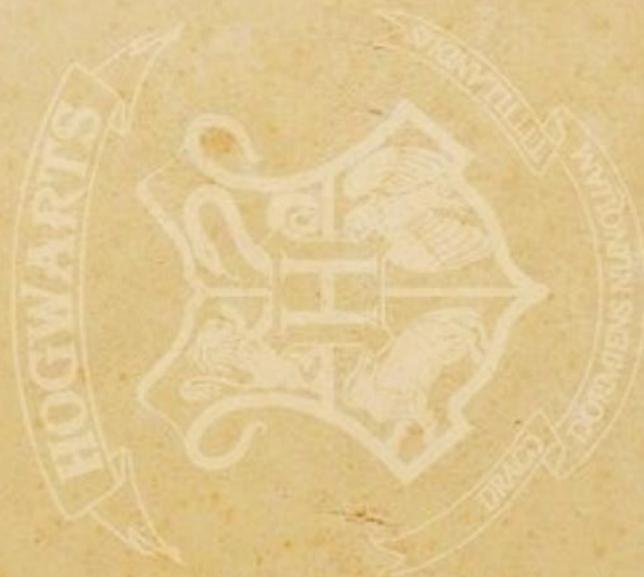




Capítulo 14



REDUCTO



Capítulo 15



HOSTIUM IGNIS

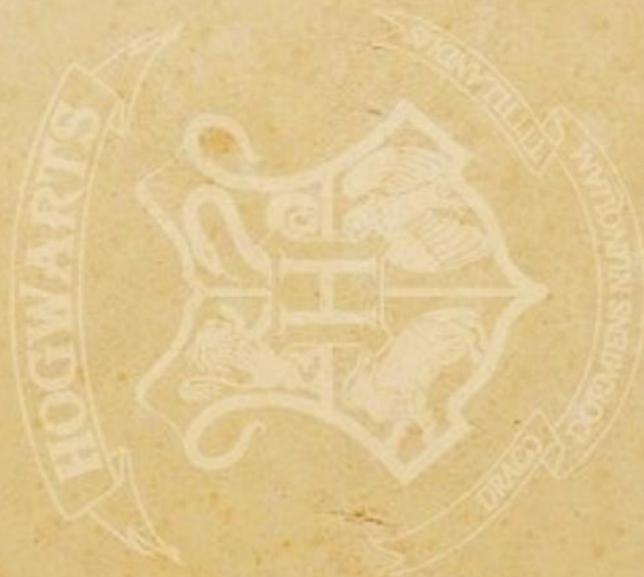




Capítulo 20



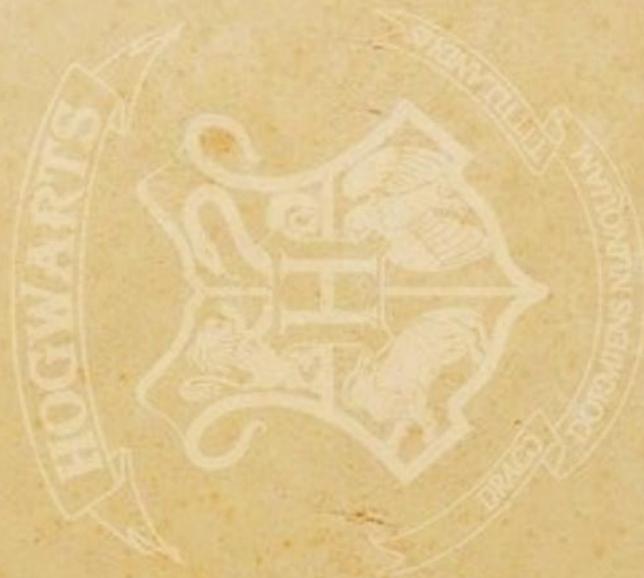
EST PERDERE

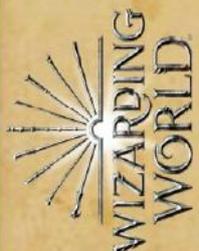


Capítulo 17



BOMBARDA MAXIMUM





Capítulo 18



FİNİTE INCANTATEM



Capítulo 19



CONTRITUM



## **LIVRO DE POÇÕES**

A seguir está disponível para impressão o Livro de Poções utilizado no EletroWizard, este pode ser acessado por meio do link <<https://encurtador.com.br/fjyG9>>.

LIBATIUS BORAGE'S

# ADVANCED

# POTION- MAKING



ADVANCED  
POTION-  
MAKING



SECOND  
EDITION

LIBATIUS  
BORAGE

5  
99P

Merge Books



Capítulo 1

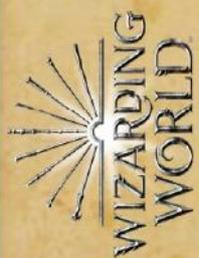


**Decus Dra**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Capítulo 4



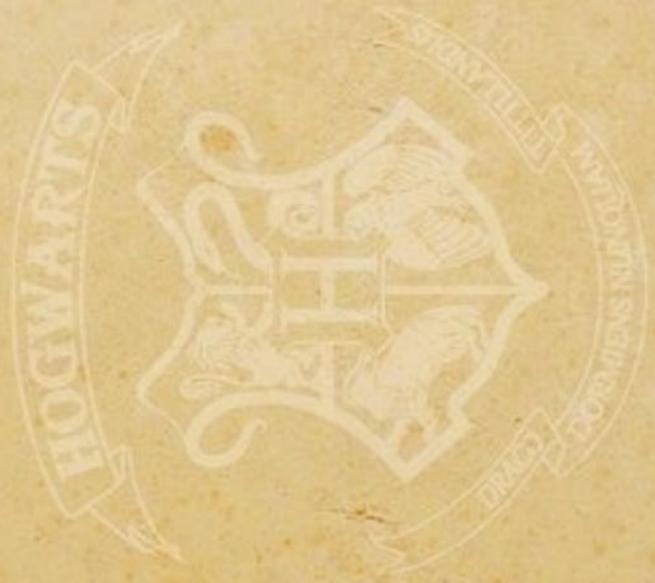


Capítulo 2

Receita do  
Bolo Vivo

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 

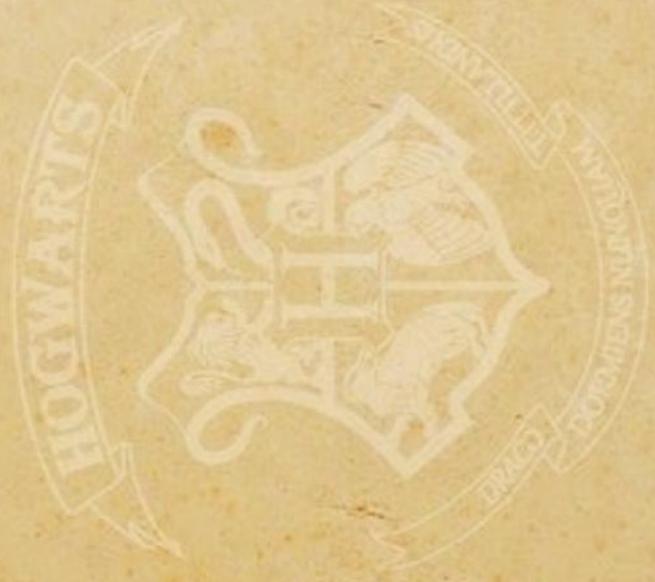


Capítulo 3

Receita do  
Beechmage

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 





Capítulo 5

**Sonfractus Betram**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 



Capítulo 8

**Bocão da Búnia**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 



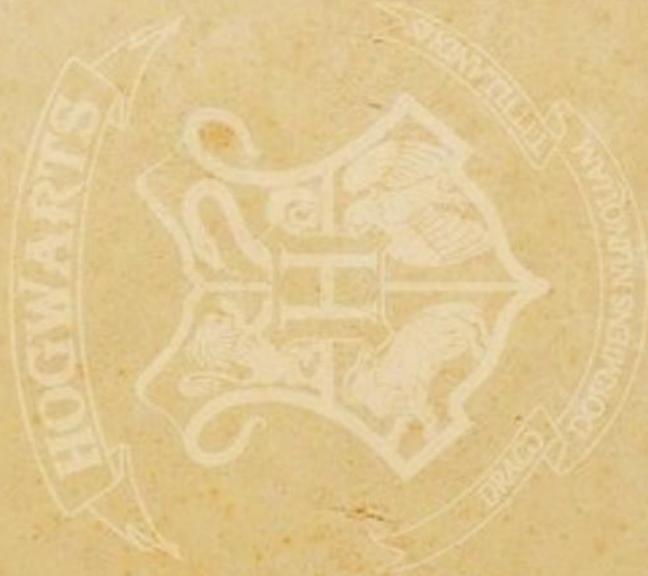
# De Merobius

Ingredientes:



# Sucus Dra

Ingredientes:



De Merobius

Ingredientes:



Capítulo 9



Capítulo 12





Capítulo 10

Bocão do  
Morto-Vivo

Ingredientes:



Capítulo 11

B Seedmage

Ingredientes:





Capítulo 13

Receita da **Reineta**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 

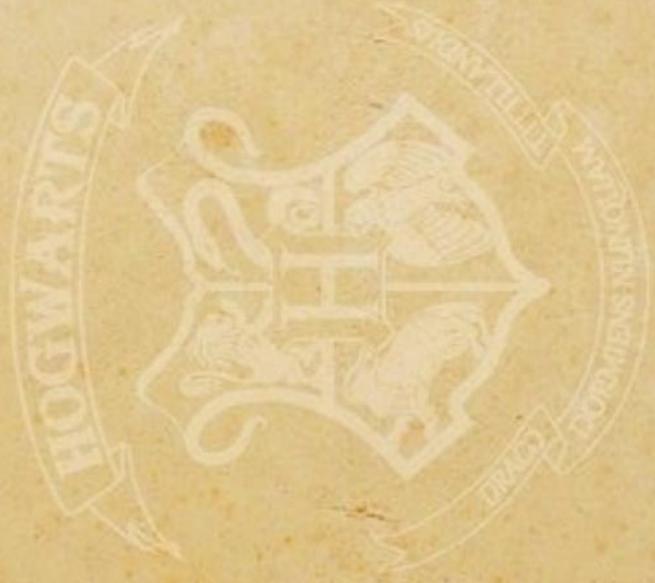
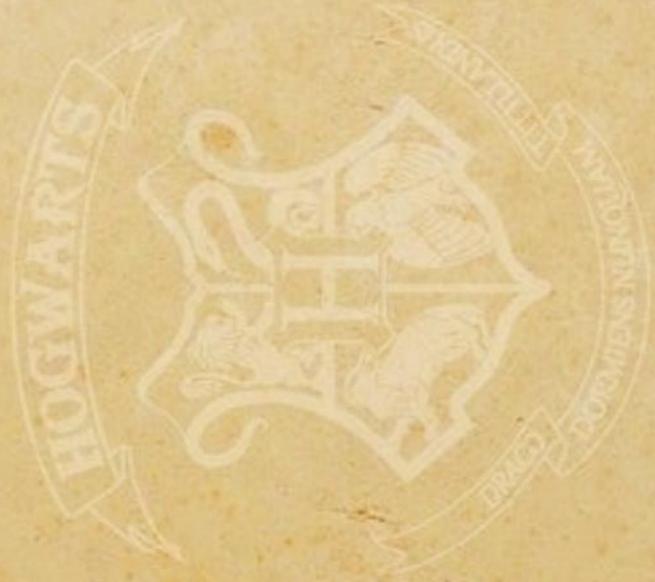
Capítulo 16



Confractus **Refram**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 





Capítulo 14

**Sucus Orci**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

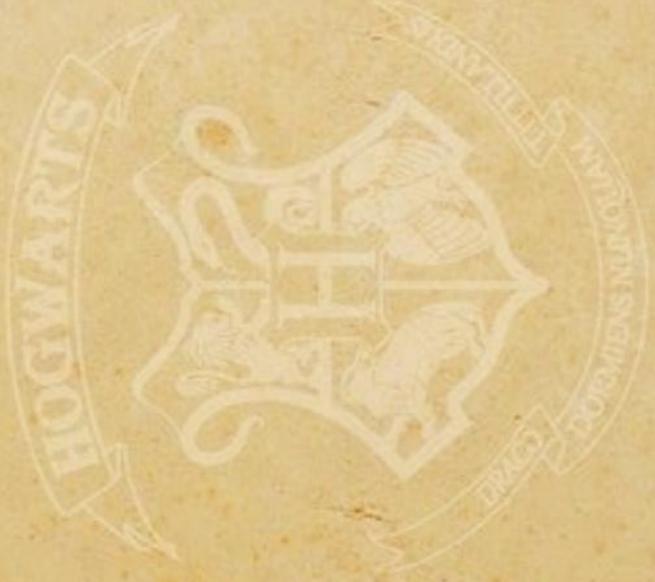


Capítulo 15

**De Merobius**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 

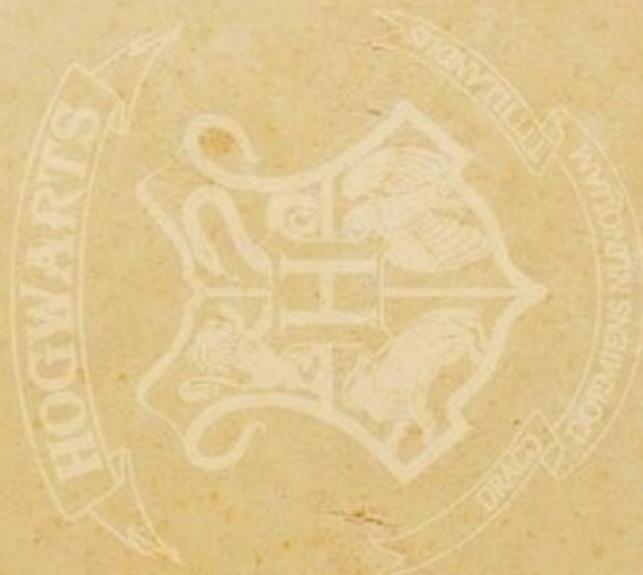


**Sucus Dra**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 

Capítulo 20

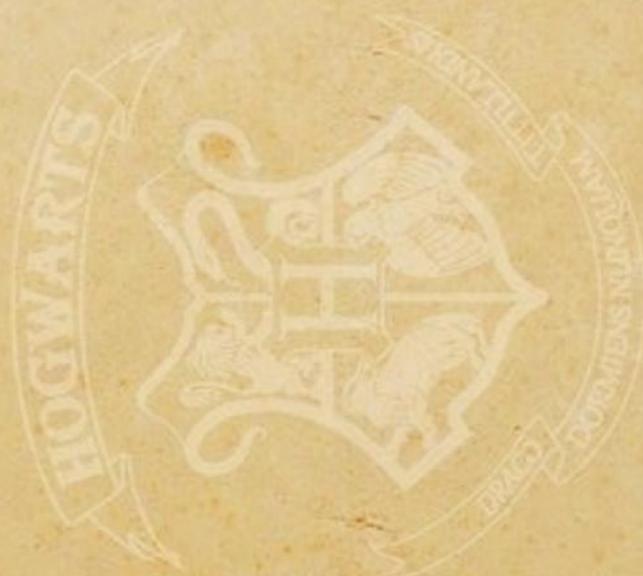


**De Merobius**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 

Capítulo 17



**Receita do**  
**Porto Negro**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



**Receita de**  
**Breadmage**

Ingredientes:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



## **CARTAS DO JOGO**

As cartas utilizadas no jogo EletroWizard são de 3 categorias.

- 1) Cartas de Coleção: Relíquias da Morte
- 2) Cartas de Desafio: Feitiços e Poções
- 3) Cartas de Charadas: Herbologia, Astronomia e Enigma

As cartas de Coleção são destinadas a serem conquistadas durante a partida, conforme objetivo geral do jogo.

As cartas de Desafio, devem ser embaralhadas e servem para direcionar o jogador para um capítulo de um dos livros disponibilizados no jogo, onde o estudante terá que solucionar um problema sobre o conteúdo de eletrostática.

As cartas de Charadas são perguntas de conteúdo.

A seguir estão disponíveis para impressão as cartas de todas as categorias, estas podem ser acessadas por meio do link <<https://encurtador.com.br/fjyG9>>.

## Poções



Desafio

### Capítulo 1

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 1

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Estou nos carros e em seu celular, da energia química saíu para energia elétrica gerar.

Pilhas e baterias



## Poções



Desafio

### Capítulo 2

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 2

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Nas condições ambientes sou isolante elétrico, mas quando aquecido passo a conduzir a eletricidade.

Ar



## Poções



Desafio

### Capítulo 3

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 3

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou um processo e tenho a capacidade de cargas elétricas transferir. Em corpos esfregados um ao outro no final vão repelir.

Eletização por atrito



## Astronomia



Quem sou eu?

Estou em tudo no Universo, pequenino de se ver, me divido em três partes estou numa mesa e em você.

Átomo



## Enigma



Quem sou eu?

Tenho muitas transformações e tipos, estou em todo lugar, inclusive em seu celular.

Energia elétrica



## Poções



Desafio

### Capítulo 11

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

De carga elétrica me livre, essa não possuo não. No núcleo eu me encontro não me toque com a mão.

Nêutron



## Enigma



Quem sou eu?

Sou utilizado em aparelhos elétricos, pois pouca resistência elétrica tenho. Em geral sou de metal.

Condutor elétrico



## Poções



Desafio

### Capítulo 12

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou limpa e sustentável, uma área tenho que inundar, um pesar para o ambiente, para energia elétrica gerar.

Hidroelétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Da corrente elétrica não gosto, em mim passar não posso deixar. Em geral sou de madeira, plástico ou borracha.

Isolante elétrico



## Poções



Desafio

### Capítulo 13

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 11

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou tu?

São dois os estados que um corpo pode ficar, um está em equilíbrio, noutro elétrons podem faltar ou sobrar.

Neutro e Eletrizado



## Astronomia

Quem sou tu?

Os metais são do meu grupo, nem adianta reclamar, a corrente passa fácil, condutividade de invtjar.

Condutores



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 12

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou tu?

Dois corpos que tem cargas de sinais opostos, juntos sempre estarão, é a famosa lei de Coulomb, força de...?

Atração



## Astronomia

Quem sou tu?

Se temos sinais iguais, perto de minha não chega não, Coulomb já anunciou, força de...?

Repulsão



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 13

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou tu?

No interior de um condutor, potencial não temos não, propriedade bem dita pra não levar choque em dia de chuva no avião.

Blindagem Eletrostática



## Astronomia

Quem sou tu?

Tenho no meu time, madeira, plástico e borracha, resistência é nosso lema, corrente elétrica vá de vagar tenha paciência.

Isolantes



## Enigma



Quem sou eu?

Sou sempre positivo, do igual vou me afastar, me arranja um negativo que eu vou me agarrar.

Próton



## Poções



Desafio

### Capítulo 21

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 21

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

Um tipo de energia que curte agitar, me aproveito da maré para energia elétrica gerar.

Energia maremotriz



## Poções



Desafio

### Capítulo 22

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 22

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

Sou um processo cujas cargas vou influenciar, me aproximo e me afasto como mágica posso eletrizar.

Elettrização por Indução



## Poções



Desafio

### Capítulo 23

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 23

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Sirvo para dificultar a passagem de corrente elétrica.

Resistores elétricos



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou utilizado em dispositivos com o objetivo de transformar energia elétrica em energia térmica.

Resistores elétricos



## Enigma



Quem sou eu?

Sou um dispositivo utilizado para medir a intensidade de corrente e tensão elétrica.

Multímetro



## Herbologia



Quem sou eu?

Apareço no circuito quando ligado aos terminais de uma pilha ou bateria.

Corrente elétrica



## Astronomia



Quem sou eu?

Quando muito intensa perigosa sou, mas quando estou calma apenas um pequeno choque dou.

Corrente elétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Dizem que no magnetismo sozinho não existo.

Monopolo Magnético



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou como um pedágio, quando passado por mim algo tem que ser deixado.

Resistores elétricos



## Astronomia



Quem sou eu?

Não sou nem o inicial nem o final, mas sim apenas a diferença entre um e outro terminal.

Tensão elétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Observei um experimento de interação entre uma corrente elétrica e a agulha da bússola.

Hans Christian Oersted



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 20

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Aprofundando-se no modelo de átomo proposto por Rutherford, conseguiu complementá-lo o Cientista...?

Niels Bohr



## Astronomia



Quem sou eu?

Se você gosta de sinuca, esse cientista pode ajudar, o seu modelo atômico é o Bola de Bilhar.

John Dalton



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou um estudioso sabido, dizem vindo da Grécia. Atritando âmbar em pele descobri como a eletricidade era.

Tales de Mileto



## Enigma



Quem sou eu?

Estou disponível nas residências em 110V ou 220V.

Tensão elétrica



## Poções



Desafio

### Capítulo 20

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Poções



Desafio

### Capítulo 10

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 10

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou bipolar, se por um lado sou positivo pelo outro sou negativo.

Pilhas



## Poções



Desafio

### Capítulo 4

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 4

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Gosto de raios e fico em  
lugares alto para atraí-los.

Para-raios



## Poções



Desafio

### Capítulo 5

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 5

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Atuo nas cargas elétricas  
quando estão dentro de  
campo elétrico. Fico mais  
fraca conforme a  
distância aumenta.

Força elétrica



## Poções



Desafio

### Capítulo 6

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 6

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou conhecida como uma  
Lei, descrevo a interação  
entre cargas elétricas em  
repouso.

Lei de Coulomb



## Astronomia



Quem sou eu?

Com o quadrado da distância minha força diminuirá, se aumentar a quantidade de carga isso pode compensar.

Força Elétrica



## Enigma



Quem sou eu?

O meu oposto me atrai, já do meu igual me afasto.

Cargas elétricas



## Poções



Desafio

### Capítulo 14

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou a unidade de qualquer força inclusive a elétrica, levo o nome de um Físico famoso e esperto.

Newton



## Enigma



Quem sou eu?

Quando estou no céu sou admirado, mas quando desço na terra sou temido e energizado.

Raio



## Poções



Desafio

### Capítulo 15

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

Estou na última camada, de Valência ela é chamada, tenho papel importante, para a corrente elétrica ser formada.

Elétron Livre



## Enigma



Quem sou eu?

Já fui entendida como fluido, em específico divida em fluido vítreo e resinoso.

Eletricidade



## Poções



Desafio

### Capítulo 16

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 14

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

Sou um tipo de metal, estou por toda sua casa, minha principal característica é preço bom e resistência baixa.

Cobre



## Astronomia

Quem sou eu?

De uma estrela ven, minha força, que com painéis posso captar, sou limpa e renovável, sou a energia...?

Solar



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 15

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

Sou dita renovável, de grãos e plantas posso tirar a energia elétrica que vai pro seu celular.

Biomassa



## Astronomia

Quem sou eu?

Usina binacional, uma das maiores que há. Pertence também ao Brasil, represa o rio Paraná.

Itaipu



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 16

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

Não tenho carga elétrica, mas sirvo pra fissionar, na energia atômica sou a chave pra energia gerar.

Nêutron



## Astronomia

Quem sou eu?

No núcleo de todo átomo, colados vamos estar, ainda que com mesmo sinal a força nuclear forte vai nos juntar.

Prótons



## Enigma



Quem sou eu?

Um processo bem simples,  
um no outro tem que  
encostar, quando formos  
separados eletrizados  
vamos está.

Eletrização por contato



## Poções



Desafio

### Capítulo 24

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 24

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

Feito de fios enrolados,  
energia cinética vou  
coletar, e como resultado  
elétrica vou liberar.

Gerador



## Poções



Desafio

### Capítulo 25

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 25

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

Gerador é meu outro  
nome, no processo inverso  
tenho que mudar, com a  
energia elétrica e outra  
posso transformar.

Motor



## Poções



Desafio

### Capítulo 26

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 26

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Estou nos postes das casas, minha função é proteger, quando a corrente muito intensa fica, logo caio e tudo desliga.

Disjuntores ou chave



## Astronomia



Quem sou eu?

Minha unidade de medida é dada em Ohm ( $\Omega$ ).

Resistência elétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Eu sou uma consequência de quando a corrente elétrica passar, fazendo o condutor rapidamente esquentar.

Efeito Joule



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou utilizado para armazenar energia elétrica, e descarrega-lá rapidamente.

Capacitor



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou um dispositivo que em caso de acidente não deixa queimar os aparelhos eletrônicos.

Fusível



## Enigma



Quem sou eu?

Uma propriedade, de cada material, juntamente com área e comprimento influencia na Resistência final.

Resistividade



## Herbologia



Quem sou eu?

Estou relacionada com a variação de energia num determinado intervalo de tempo.

Potência



## Astronomia



Quem sou eu?

Minha função é a de transformar a intensidade da tensão elétrica para acessibilidade das residências.

Transformadores elétricos



## Enigma



Quem sou eu?

Um dia um cientista por si foi engaiolado, o objetivo era medir campo nulo e foi provado.

Michael Faraday



## Poções



Desafio

### Capítulo 7

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 7

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Posso entrar ou sair de  
uma carga elétrica  
dependendo de seu sinal.

Linhas de campo elétrico



## Poções



Desafio

### Capítulo 8

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 8

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou dado pelo quociente de  
"F/q" e medido em  
Newton/ Coulomb.

Campo elétrico



## Poções



Desafio

### Capítulo 9

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 9

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

As cargas elétricas dentro  
de mim são perturbadas,  
podendo serem atraídas ou  
repulsadas.

Campo elétrico



## Astronomia



Quem sou eu?

Incrível como eu uso o vento pra gerar, a energia elétrica, depois de aerogeradores enormes movimentar

Energia Eólica



## Enigma



Quem sou eu?

Fiquei conhecido por elaborar a ideia de eletricidade como fluido vítreo e resinoso.

Charles Du Fay



## Poções



Desafio

### Capítulo 17

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

Meu princípio é bem simples, algum combustível queimar. Aproveito esse calor água posso ferver, o vapor que vai subindo pode uma turbina girar, no final do processo energia elétrica vai gerar

Termoelétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Sou negativo e não gosto de conversar, por ser indivisível me chamam de elementar.

Elétron



## Poções



Desafio

### Capítulo 18

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Astronomia



Quem sou eu?

Sou uma região que envolve o núcleo do atômico, elétrons em suas órbitas elípticas saltando e pulando meio cômico.

Eletrosfera



## Enigma



Quem sou eu?

Transformo outros tipos de energia na elétrica, utilizando o princípio da indução.

Gerador elétrico



## Poções



Desafio

### Capítulo 19

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 17

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

A existência de qualquer carga é a condição para me criar, mais intenso ou menos intenso vai depender da distância que está.

Campo Elétrico



## Astronomia

Quem sou eu?

De cargas positivas saio, nas negativas tu vou entrar, se ocorre interação, de uma pra outra vou me deslocar.

Linhas de Campo



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 18

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

Produzida por reações químicas nucleares que acarreta a transformação em energia elétrica para eletrônicos como celulares.

Energia química



## Astronomia

Quem sou eu?

Sou tão desprezível que efeitos não vou causar, mas provo a existência do campo elétrico em algum lugar.

Carga de prova



## Feitiços

Desafio

### Capítulo 19

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia

Quem sou eu?

É a maior hidrelétrica do mundo, sempre coisa de chinês. O seu nome tem parte do corpo, só que lá eles tem três.

Três Gargantas



## Astronomia

Quem sou eu?

Um modelo atômico, foi o Thomson que concebeu, leva nome de um doce mas Rutherford com ele desapareceu.

Pudim de passas



## Enigma



Quem sou eu?

A partir de átomos pesados, energia posso gerar. Partir o núcleo do átomo é o que me caracteriza.

Usina/ energia nuclear



## Poções



Desafio

### Capítulo 27

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 27

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

Sou própria de toda matéria, nada nasce sem eu está. Tenho dupla natureza é como gosto de me portar.

Carga elétrica



## Poções



Desafio

### Capítulo 28

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 28

Livro Padrão de Feitiços



## Enigma



Quem sou eu?

O meu nome é conhecido, na Física eternizei. Através de um balança de medir força, que eu mesmo criei.

Charles Augustin de Coulomb



## Poções



Desafio

### Capítulo 29

Livro Estudos Avançados no Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 29

Livro Padrão de Feitiços



## Herbologia



Quem sou eu?

Posso ser tanto contínua quanto alternada.

Corrente elétrica



## Astronomia



Quem sou eu?

Já fui muito utilizada, hoje um pouco esquecida, A agulha era minha amiga.

Bússola



## Enigma



Quem sou eu?

Os elementos de circuito se arranjam de várias formas seguidos uns dos outros a tensão se particiona.

Circuito Série



## Herbologia



Quem sou eu?

Sou induzido em torno de um fio quando passado por ele uma corrente elétrica.

Campo magnético



## Astronomia



Quem sou eu?

Estou ao redor de todo planeta, no entanto sou mais intenso nos polos.

Campo magnético



## Enigma



Quem sou eu?

Elementos lado a lado o circuito é desse jeito, a tensão é igual pra todos a corrente dá-se um jeito.

Circuito Paralelo



## Herbologia



Quem sou eu?

Tenho a função de rotacionar meu eixo, onde principio de funcionamento é o da indução magnética.

Motor elétrico



## Astronomia



Quem sou eu?

Apareço em regiões do espaço onde há uma variação de fluxo magnético.

F.e.m. Induzida



## Enigma



Quem sou eu?

A linearidade, minha característica principal, pode ser observada nos pisca-pisca de natal.

Circuito Série



## Herbologia



Quem sou eu?

O campo magnético que  
crio tende a se opor ao  
meu originador.

Corrente elétrica induzida



## Astronomia



Quem sou eu?

Monopolo não posso ter,  
pois mesmo quando me  
dividem, um dipolo volto  
a ser.

Ímãs



## Enigma



Quem sou eu?

Na regra da mão direita  
sou muito utilizado,  
dedão aponta a corrente  
na palma da mão saio de  
lado.

Energia elétrica



## Enigma



Quem sou eu?

Um instrumento de  
medir força elétrica, foi o  
Coulomb quem criou,  
precisa e elegante o ramo  
da eletrostática ajudou.

Balança de Torção/Coulomb



## Poções



Desafio

### Capítulo 30

Livro Estudos Avançados no  
Preparo de Poções



## Feitiços



Desafio

### Capítulo 30

Livro Padrão de Feitiços



## QUESTÕES DOS LIVROS DO JOGO ELETROWIZARD

A seguir estão disponíveis as questões utilizadas nos livros de desafios disponíveis no produto educacional desta intervenção

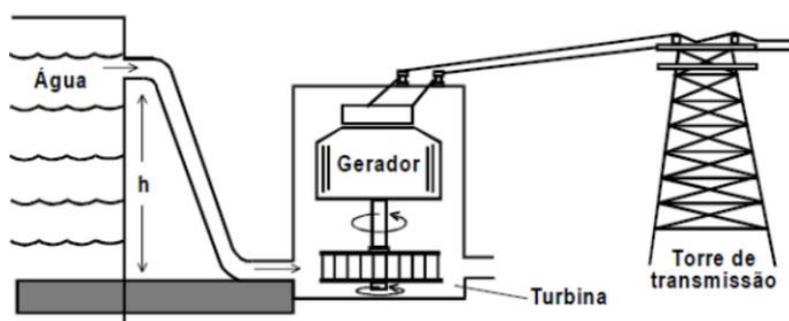
### PERGUNTAS DESAFIOS DO LIVRO DE FEITIÇO

#### Desafio 1

(Enem) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica

II. potencial gravitacional em cinética



Analisando o esquema acima, é possível identificar que elas se encontram, RESPECTIVAMENTE, entre:

- I – a água no nível  $h$  e a turbina, II – o gerador e a torre de distribuição.
- I – a água no nível  $h$  e a turbina, II – a turbina e o gerador.
- I – a turbina e o gerador, II – a turbina e o gerador.
- I – a turbina e o gerador, II – a água no nível  $h$  e a turbina.
- I – o gerador e a torre de distribuição, II – a água no nível  $h$  e a turbina.

#### Desafio 2

(UFR-RJ - Adaptada) Segundo o princípio da atração e repulsão, corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal se repelem e com sinais contrários se atraem. O módulo da força de atração ou repulsão mencionado acima é calculado através da lei de Coulomb. Sobre esta força é correto afirmar que ela é:

- é proporcional à massa que elas possuem;
- independe da distância entre elas;
- é diretamente proporcional ao produto entre as cargas;
- é diretamente proporcional à distância entre as cargas;

e) a constante eletrostática  $K$  é a mesma para qualquer meio material.

### Desafio 3

(IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Âmbar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

- positivamente, pois ganhou prótons.
- positivamente, pois perdeu elétrons.
- negativamente, pois ganhou elétrons.
- negativamente, pois perdeu prótons.
- com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.

### Desafio 4

Duas partículas de cargas elétricas  $Q_1 = 4,0 \cdot 10^{-16} \text{ C}$  e  $Q_2 = 6,0 \cdot 10^{-16} \text{ C}$  estão separadas no vácuo por uma distância de  $3,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ . Sendo  $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ , a intensidade da força de interação entre elas, em Newtons, é de:

- $1,2 \cdot 10^{-5}$

- b)  $1,8 \cdot 10^{-4}$
- c)  $2,0 \cdot 10^{-4}$
- d)  $2,4 \cdot 10^{-4}$
- e)  $3,0 \cdot 10^{-3}$

### **Desafio 5**

(Ifsc 2012)

#### **Como funciona a Máquina de Xerox**

Quando se inicia a operação em uma máquina de Xerox, acende-se uma lâmpada, que varre todo o documento a ser copiado. A imagem é projetada por meio de espelhos e lentes sobre a superfície de um tambor fotossensível, que é um cilindro de alumínio revestido de um material fotocondutor.

Os fotocondutores são materiais com propriedade isolante no escuro. Mas, quando expostos à luz, são condutores. Assim, quando a imagem refletida nos espelhos chega ao tambor, as cargas superficiais do cilindro se alteram: as áreas claras do documento eliminam as cargas elétricas que estão sobre a superfície do cilindro e as áreas escuras as preservam.

Forma-se, então, uma imagem latente, que ainda precisa ser revelada. Para isso, o cilindro é revestido por uma fina tinta de pó, o tonalizador, ou toner, que adere à imagem latente formada sobre o tambor. Em seguida, toda a imagem passa para as fibras do papel, através de pressão e calor. E, assim, chega-se à cópia final.

**Fonte: Revista Globo Ciência, dez. 1996, p. 18.**

O texto acima se refere a uma aplicação do fenômeno de eletrização, pois é graças a ele que o toner adere ao cilindro metálico mencionado. O processo de eletrização pode ocorrer de três formas distintas: atrito, indução e contato, mas todos os processos têm algo em comum. É CORRETO afirmar que o comum destes processos é:

- a) Deixar o corpo eletrizado, com um desequilíbrio entre o número de cargas elétricas positivas e negativas.
- b) Deixar o corpo eletrizado, com um equilíbrio entre o número de cargas elétricas positivas e negativas.
- c) Arrancar as cargas positivas do corpo eletrizado.
- d) Deixar o corpo eletrizado com uma corrente elétrica negativa.
- e) Deixar o corpo eletrizado com um campo magnético.

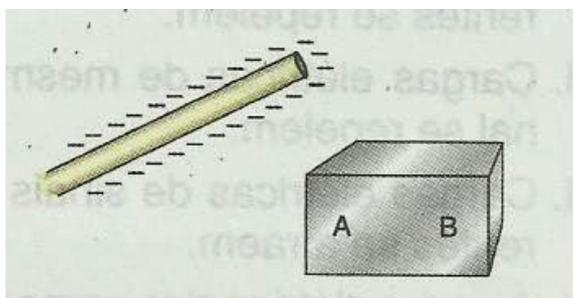
**Desafio 6**

Duas partículas eletricamente carregadas com  $+8,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  são colocadas no vácuo a uma distância de 30cm, onde  $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ . A força de interação entre essas cargas é:

- de repulsão e igual a 6,4N.
- de repulsão e igual a 1,6N.
- de atração e igual a 6,4N
- de atração e igual a 1,6N
- impossível de ser determinada.

**Desafio 7**

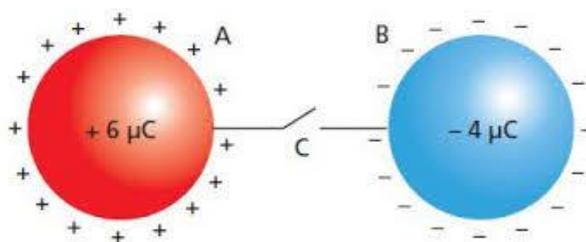
(UFU) Uma barra eletrizada negativamente é colocada próxima de um corpo metálico AB (não eletrizado). Podemos afirmar que:



- não haverá movimento de elétrons livres no corpo AB.
- os elétrons livres do corpo AB deslocam-se para a extremidade A.
- o sinal da carga que aparece em B é positivo.
- ocorreu no corpo metálico a indução eletrostática.

**Desafio 8**

(PUC) Duas esferas condutoras de iguais dimensões, A e B, estão eletricamente carregadas com indica a figura, sendo unidas por um fio condutor no qual há uma chave C inicialmente aberta. Quando a chave é fechada, passam elétrons...



- a) de A para B e a nova carga de A é  $+2C$
- b) de A para B e a nova carga de B é  $-1C$
- c) de B para A e a nova carga de A é  $+1C$
- d) de B para A e a nova carga de B é  $-1C$
- e) de B para A e a nova carga de A é  $+2C$

### Desafio 9

Os corpos eletrizados por atrito, contato e indução ficam carregados respectivamente com cargas de sinais:

- a) Iguais, iguais e iguais;
- b) Iguais, iguais e contrários;
- c) Contrários, contrários e iguais;
- d) Contrários, iguais e iguais;
- e) Contrários, iguais e contrários.

### Desafio 10

(ENEM) Em 1990 transcorreu o cinquentenário da descoberta dos "chuveiros penetrantes" nos raios cósmicos, uma contribuição da física brasileira que alcançou repercussão internacional.

(O Estado de São Paulo, 21/10/90, p. 30)

No estudo dos raios cósmicos são observadas partículas chamadas píons. Considere um píon com carga elétrica  $+e$  se desintegrando (isto é, se dividindo) em duas outras partículas: um múon com carga elétrica  $+e$  e um neutrino. De acordo com o princípio de conservação da carga, o neutrino deverá ter carga elétrica:

- a)  $+e$
- b)  $-e$
- c)  $+2e$
- d)  $-2e$
- e) Nula

### Desafio 11

(UFTM) A indução eletrostática consiste no fenômeno da separação de cargas em um corpo condutor (induzido), devido à proximidade de outro corpo eletrizado (indutor).

Preparando-se para uma prova de física, um estudante anota em seu resumo os passos a serem seguidos para eletrizar um corpo neutro por indução, e a conclusão a respeito da carga adquirida por ele.

Passos a serem seguidos:

I. Aproximar o indutor do induzido, sem tocá-lo.

II. Conectar o induzido à Terra.

III. Afastar o indutor.

IV. Desconectar o induzido da Terra.

Conclusão: No final do processo, o induzido terá adquirido cargas de sinais iguais às do indutor.

Ao mostrar o resumo para seu professor, ouviu dele que, para ficar correto, ele deverá

- a) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está correta
- b) inverter o passo I com II e que sua conclusão está correta
- c) inverter o passo I com II e que sua conclusão está errada
- d) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está errada
- e) inverter o passo II com III e que sua conclusão está errada.

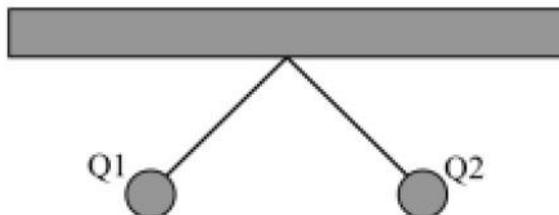
### Desafio 12

(UFGO) Um corpo possui carga elétrica de  $1,6 \text{ mC}$ . Sabendo-se que a carga elétrica fundamental é  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , pode-se afirmar que no corpo há uma falta de:

- a)  $10^{18}$  prótons.
- b)  $10^{13}$  elétrons.
- c)  $10^{19}$  prótons.
- d)  $10^{19}$  elétrons.

### Desafio 13

(UNI-BH/05) A figura mostra dois pêndulos em equilíbrio constituídos por duas esferas metálicas, carregadas, penduradas por dois fios isolantes:



Na situação indicada na figura, pode-se afirmar com certeza:

- a) As duas esferas estão carregadas positivamente.
- b) As duas esferas estão carregadas negativamente.
- c) As esferas estão carregadas com cargas de sinais contrários.
- d) Pelo diagrama, não é possível determinar os sinais de Q1 e Q2.

#### **Desafio 14**

(Enem PPL 2021) A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil. Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica.

Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

- a) A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.
- b) A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.
- c) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.
- d) A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina. Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas.
- e) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para aquecer água, transformando-se novamente em energia química, quando a água é decomposta em hidrogênio e oxigênio, gerando energia elétrica.

#### **Desafio 15**

(Enem 2015) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de  $1\,000$ , que o carro solar possua massa de  $200$  kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de  $9,0\text{m}^2$  e rendimento de  $30\%$ .

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de  $108$  km/h é um valor mais próximo de

- a)  $1,0$  s.
- b)  $4,0$  s.
- c)  $10$  s.
- d)  $33$  s.
- e)  $300$  s.

### Desafio 16

(Enem PPL 2018) Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é

- a) entrar no carro.
- b) entrar na barraca.
- c) entrar no quiosque.
- d) abrir um guarda-chuva.
- e) ficar embaixo da árvore.

### Desafio 17

(Enem PPL 2016) No nosso dia a dia deparamo-nos com muitas tarefas pequenas e problemas que demandam pouca energia para serem resolvidos e, por isso, não consideramos a eficiência energética de nossas ações. No global, isso significa desperdiçar muito calor que poderia ainda ser usado como fonte de energia para outros processos. Em ambientes industriais, esse reaproveitamento é feito por um processo chamado de cogeração. A figura a seguir ilustra um exemplo de cogeração na produção de energia elétrica.



Em relação ao processo secundário de aproveitamento de energia ilustrado na figura, a perda global de energia é reduzida por meio da transformação de energia

- a) térmica em mecânica.
- b) mecânica em térmica.
- c) química em térmica.
- d) química em mecânica.
- e) elétrica em luminosa.

### Desafio 18

(Enem 2010) Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

- a) Termelétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- b) Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- c) Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
- d) Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- e) Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

### **Desafio 19**

(Enem PPL 2016) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

- a) campo magnético da Terra.
- b) corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- c) resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- d) campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- e) força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

### **Desafio 20**

(Enem PPL 2014) Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Disponível em: <http://naveastro.com>. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)

- carga elétrica.
- campo elétrico.
- corrente elétrica.
- capacitância elétrica.
- condutividade elétrica.

## PERGUNTAS DESAFIO DO LIVRO DE POÇÕES

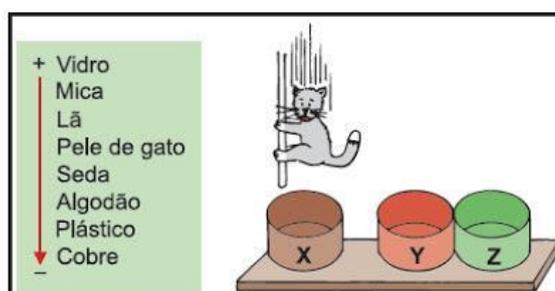
### Desafio 1

(UECE 97.1) A matéria, em seu estado normal, não manifesta propriedades elétricas. No atual estágio de conhecimentos da estrutura atômica, isso nos permite concluir que a matéria:

- é constituída somente de nêutrons.
- possui maior número de nêutrons que de prótons.
- possui quantidades iguais de prótons e elétrons.
- é constituída somente de prótons.

### Desafio 2

(UECE 93.2) – A série triboelétrica a seguir é uma lista de substâncias, de modo que cada uma se eletriza com carga positiva quando atritada com qualquer outra substância que a segue na lista: Um gato escorrega para baixo em uma vara de plástico e cai dentro de uma cuba metálica, x, que repousa sobre uma placa isolante. Duas outras cubas idênticas, y e z, apoiadas na placa, estão em contato com entre si, mas nenhuma faz contato com x. Quando o gato cai em x, a placa se quebra e todas as cubas caem, separadas, sobre o soalho isolado. O gato abandona a cuba x e foge.



Ao final deste processo:

- a) x adquire carga positiva, y negativa e z positiva.
- b) x adquire carga negativa, y positiva e z negativa.
- c) somente x adquire carga positiva.
- d) x, y e z têm cargas positivas.

### Desafio 3

(UECE 88.1) – Um corpo tem  $2 \cdot 10^{18}$  elétrons e  $4 \cdot 10^{18}$  prótons. Dado que a carga elétrica de um elétron (ou de um próton) vale, em módulo,  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, podemos afirmar que o corpo está carregado com uma carga elétrica de:

- a)  $-0,32$  C
- b)  $0,32$  C
- c)  $0,64$  C
- d)  $-0,64$  C

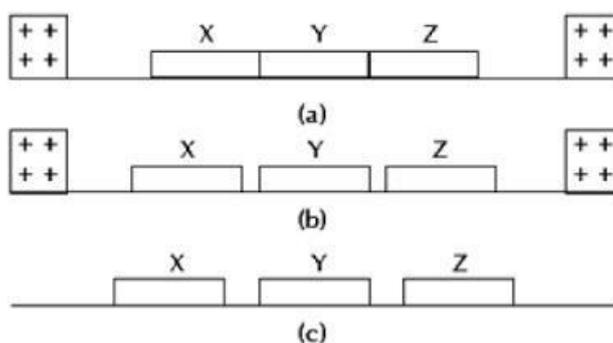
### Desafio 4

(UECE 2011.1.F1) – Um condutor elétrico metálico, de formato irregular e isolado está carregado com uma carga positiva total  $+Q$ . Pode-se afirmar corretamente que a carga  $+Q$

- a) é a somatória das cargas dos prótons que compõem o condutor.
- b) está distribuída uniformemente por toda a superfície externa do condutor.
- c) está distribuída uniformemente por todo o condutor, exceto pela sua superfície.
- d) é o saldo do balanço entre as cargas dos prótons e dos elétrons que compõem o condutor.

### Desafio 5

(UECE 98.1) – Observe as três situações seguintes.



Em (a), três blocos metálicos, X, Y e Z, alinhados, ficam em contato entre si e apoiados sobre uma mesa isolante; dois objetos com fortes cargas positivas, são postos um de cada lado e muito próximos dos blocos. Em (b), os blocos são separados com uma barra isolante e descarregada mantendo os dois objetos carregados em suas respectivas posições. Finalmente, em (c), os objetos carregados são retirados. As cargas esperadas, na última situação (figura c) são:

- a) X positiva, Y negativa e Z positiva.
- b) X negativa, Y positiva e Z negativa.
- c) X negativa, Y neutra e Z negativa.
- d) X, Y e Z, positivas.

### **Desafio 6**

(CESGRANRIO) – A lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- I. às cargas das partículas;
- II. às massas das partículas;
- III. ao quadrado da distância entre as partículas;
- IV. à distância entre as partículas.

Das afirmações acima:

- a) somente I é correta;
- b) somente I e III são corretas;
- c) somente II e III são corretas;
- d) somente II é correta;
- e) somente I e IV são corretas.

### **Desafio 7**

De acordo com a lei de Coulomb, a força eletrostática entre duas cargas puntiformes em repouso é:

- a) inversamente proporcional ao produto do módulo das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.
- b) diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

- c) diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas e ao quadrado da distância entre elas.
- d) uma grandeza escalar, pois é completamente descrita somente por seu módulo.
- e) uma força de contato e de natureza elétrica.

### Desafio 8

Duas esferas elétricas condutoras e idênticas de cargas elétricas iguais a  $+2,0\text{ C}$  e  $-3,0\text{ C}$  tocam-se, transferindo elétrons entre si. A carga elétrica remanescente em cada esfera após o contato será igual a:

- a)  $5,0\text{ C}$
- b)  $0,5\text{ C}$
- c)  $-0,5\text{ C}$
- d)  $-1,0\text{ C}$
- e)  $0\text{ C}$

### Desafio 9

(Enem) Na avaliação da eficiência de usinas quanto à produção e aos impactos ambientais, utilizam-se vários critérios, tais como: razão entre produção efetiva anual de energia elétrica e potência instalada ou razão entre potência instalada e área inundada pelo reservatório. No quadro seguinte, esses parâmetros são aplicados às duas maiores hidrelétricas do mundo: Itaipu, no Brasil, e Três Gargantas, na China.

parâmetros	Itaipu	Três Gargantas
potência instalada	12.600 MW	18.200 MW
produção efetiva de energia elétrica	93 bilhões de kWh/ano	84 bilhões de kWh/ano
área inundada pelo reservatório	1.400 km <sup>2</sup>	1.000 km <sup>2</sup>

Internet: <www.itaipu.gov.br>.

Com base nessas informações, avalie as afirmativas que se seguem.

- I - A energia elétrica gerada anualmente e a capacidade nominal máxima de geração da hidrelétrica de Itaipu são maiores que as da hidrelétrica de Três Gargantas.
- II - Itaipu é mais eficiente que Três Gargantas no uso da potência instalada na produção de energia elétrica.
- III - A razão entre potência instalada e área inundada pelo reservatório é mais favorável na hidrelétrica Três Gargantas do que em Itaipu.

É correto apenas o que se afirma em:

I.

II.

III.

I e III.

II e III.

### **Desafio 10**

(Fatec-SP) Uma pequena esfera metálica está eletrizada com carga de  $8,0 \times 10^{-8}$  C. Colocando-a em contato com outra idêntica, mas eletricamente neutra, o número de elétrons que passa de uma esfera para a outra é:

(Dado: carga elementar  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C)

a)  $4,0 \times 10^{12}$

b)  $4,0 \times 10^{11}$

c)  $4,0 \times 10^{10}$

d)  $2,5 \times 10^{12}$

e)  $2,5 \times 10^{11}$

### **Desafio 11**

A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem  $4.000$  °C. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radiativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até  $370$  °C sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

Depreende-se das informações acima que as usinas geotérmicas:

a) utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.

b) funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.

- c) podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.
- d) assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.
- e) transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

### **Desafio 12**

(FEI-SP) Atrita-se um bastão de vidro com um pano de lã inicialmente neutros. Pode-se afirmar que:

- a) só a lã fica eletrizada.
- b) só o bastão fica eletrizado.
- c) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- d) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos.
- e) n.d.a.

### **Desafio 13**

(UFU) Uma barra eletrizada negativamente é colocada próxima de um corpo metálico AB (não eletrizado). Podemos afirmar que

- a) não haverá movimento de elétrons livres no corpo AB.
- b) os elétrons livres do corpo AB deslocam-se para a extremidade A.
- c) o sinal da carga que aparece em B é positivo.
- d) ocorreu no corpo metálico a indução eletrostática.
- e) após a separação de cargas, a carga total do corpo é não nula.

### **Desafio 14**

(ACAFE) Alguns fenômenos naturais relacionados com a eletricidade estática estão presentes em nosso cotidiano, por exemplo, o choque que uma pessoa recebe ao tocar a maçaneta da porta de um automóvel, em um dia seco no inverno. Além disso, a eletrostática tem uma aplicação importante em várias atividades humanas, como o filtro eletrostático para redução da poluição industrial e o processo xerográfico para fotocópias. Com relação à eletrização de um corpo, é correto afirmar que:

- a) Um corpo eletricamente neutro que perde elétrons fica eletrizado positivamente.
- b) Um corpo eletricamente neutro não tem cargas elétricas.
- c) Um dos processos de eletrização consiste em retirar prótons do corpo.
- d) Um corpo eletricamente neutro não pode ser atraído por um corpo eletrizado.
- e) Friccionando-se dois corpos constituídos do mesmo material, um se eletriza positivamente e o outro negativamente

### **Desafio 15**

(Enem 2011) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

### **Desafio 16**

(UFSC) O princípio da conservação da carga elétrica estabelece que:

- a) as cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.

- b) cargas elétricas de sinais opostos se atraem.
- c) a soma das cargas elétricas é constante em um sistema eletricamente isolado.
- d) a soma das cargas elétricas positivas e negativas é diferente de zero em um sistema eletricamente neutro.
- e) os elétrons livres se atraem.

### **Desafio 17**

(Enem 2009) A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais. Ricardo. B. e Campanili, M. Almanaque Brasil Socioambiental. Instituto Socioambiental. São Paulo, 2007 (adaptado) Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se:

- a) a poluição da água por metais da usina.
- b) a destruição do habitat de animais terrestres.
- c) o aumento expressivo na liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.
- d) o consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.
- e) o aprofundamento no leito do rio, com a menor deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.

### **Desafio 18**

(Fatec-SP) Uma pequena esfera metálica está eletrizada com carga de  $8,0 \times 10^{-8} \text{ C}$ . Colocando-a em contato com outra idêntica, mas eletricamente neutra, o número de elétrons que passa de uma esfera para a outra é:

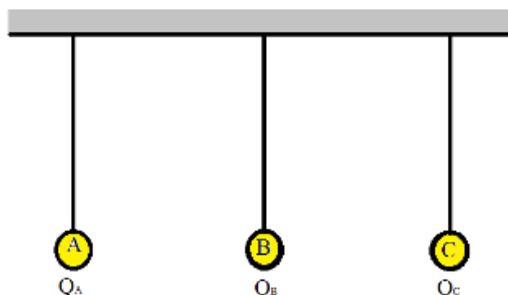
(Dado: carga elementar  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

- a)  $4,0 \times 10^{12}$
- b)  $4,0 \times 10^{11}$

- c)  $4,0 \times 10^{10}$
- d)  $2,5 \times 10^{12}$
- e)  $2,5 \times 10^{11}$

### Desafio 19

(UNI-RIO) Três esferas idênticas, muito leves, estão penduradas por fios perfeitamente isolantes, em um ambiente seco, conforme mostra a figura. Em determinado instante, a esfera A ( $Q_A = 20\mu\text{C}$ ) toca a esfera B ( $Q_B = -2\mu\text{C}$ ); após alguns instantes, afasta-se e toca na esfera C ( $Q_C = -6\mu\text{C}$ ), retornando à posição inicial.



Três esferas idênticas carregadas eletricamente penduradas por fios isolantes

Após os contatos descritos, as cargas das esferas A, B e C são, respectivamente, iguais a (em  $\mu\text{C}$ ):

- a)  $Q_A = 1,5$   $Q_B = 9,0$   $Q_C = 1,5$
- b)  $Q_A = 1,5$   $Q_B = 11$   $Q_C = 9,0$
- c)  $Q_A = 2,0$   $Q_B = -2,0$   $Q_C = -6,0$
- d)  $Q_A = 9,0$   $Q_B = 9,0$   $Q_C = 9,0$
- e)  $Q_A = 9,0$   $Q_B = 9,0$   $Q_C = 1,5$

### Desafio 20

(PUC-SP) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada abaixo e analise as afirmativas que se seguem.



I - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por atrito.

II - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por indução.

III - O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que flui de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas

- a) I, II e III.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) apenas I.

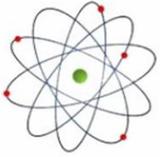
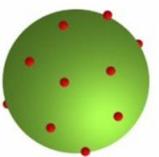
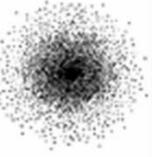
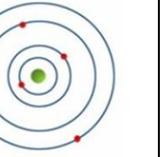
## Apêndice D

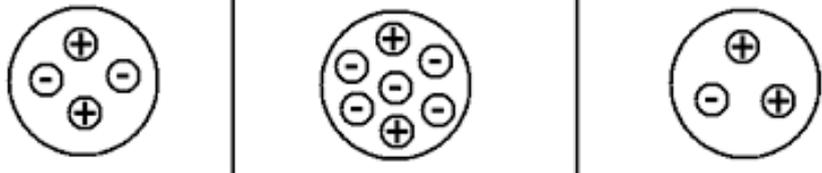
### Quiz de Conteúdo

A seguir, disponibiliza-se as questões utilizadas durante as aulas da intervenção pedagógica, nos momentos destinados ao *Quiz* de Conteúdo, etapa do percurso de aulas denominada de ‘Game’. As questões estão separadas de maneira que seguem a sequência dos encontros.

<b>Encontro 1 – Eletricidade: Fonte e Tipos de Energia</b>	
<b>Quiz 1</b>	<p>A respeito da geração de energia elétrica por meio das hidroelétricas, marque a alternativa correta.</p> <p>a) A água deve ser armazenada o mais distante possível das turbinas para que possa existir a possibilidade de alta velocidade com força suficiente para girar as turbinas.</p> <p>b) A água gira as turbinas para que, por meio do fenômeno da indução eletromagnética, a energia elétrica possa ser gerada.</p> <p>c) Quanto mais alta for a barragem da hidroelétrica, menor será a energia potencial gravitacional e maior será a velocidade dada à água para girar as turbinas.</p> <p>d) No Brasil, as únicas formas de geração de energia são as hidroelétricas e as termoelétricas.</p> <p>e) Todas as alternativas estão incorretas.</p>
<b>Quiz 2</b>	<p>Apesar de um relativo declínio nas últimas décadas, esse recurso natural continua sendo a mais importante fonte de energia da atualidade. Trata-se de uma fonte não renovável e que atua na produção de eletricidade, combustíveis e na constituição de matérias-primas para inúmeros produtos, como a borracha sintética e o plástico.</p> <p>A descrição acima refere-se:</p> <p>a) ao gás natural</p> <p>b) ao xisto betuminoso</p> <p>c) à água</p> <p>d) ao petróleo</p> <p>e) ao carvão mineral</p>

<p><b>Quiz 3</b></p>	<p>Enumere a segunda coluna a partir da primeira, classificando corretamente as diferentes fontes de energia existentes.</p> <table border="1" data-bbox="483 327 1259 808"> <thead> <tr> <th data-bbox="483 327 871 423">Coluna 01</th> <th data-bbox="871 327 1259 423">Coluna 02</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="483 423 871 519"><b>(1) Fontes renováveis</b></td> <td data-bbox="871 423 1259 519"> <input type="checkbox"/> Carvão Mineral  <input type="checkbox"/> Energia Eólica </td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 519 871 808"><b>(2) Fontes não renováveis</b></td> <td data-bbox="871 519 1259 808"> <input type="checkbox"/> Energia Solar  <input type="checkbox"/> Petróleo  <input type="checkbox"/> Energia Geotérmica  <input type="checkbox"/> Energia Atômica  <input type="checkbox"/> Energia Marémotriz </td> </tr> </tbody> </table> <p>a) 2-1-1-2-1-1-1  b) 2-2-1-1-2-1-1  c) 2-1-2-1-2-1-1  d) 2-1-1-1-1-2-1  e) 1-2-2-2-1-1-1</p>	Coluna 01	Coluna 02	<b>(1) Fontes renováveis</b>	<input type="checkbox"/> Carvão Mineral <input type="checkbox"/> Energia Eólica	<b>(2) Fontes não renováveis</b>	<input type="checkbox"/> Energia Solar <input type="checkbox"/> Petróleo <input type="checkbox"/> Energia Geotérmica <input type="checkbox"/> Energia Atômica <input type="checkbox"/> Energia Marémotriz
Coluna 01	Coluna 02						
<b>(1) Fontes renováveis</b>	<input type="checkbox"/> Carvão Mineral <input type="checkbox"/> Energia Eólica						
<b>(2) Fontes não renováveis</b>	<input type="checkbox"/> Energia Solar <input type="checkbox"/> Petróleo <input type="checkbox"/> Energia Geotérmica <input type="checkbox"/> Energia Atômica <input type="checkbox"/> Energia Marémotriz						
<p><b>Quiz 4</b></p>	<p>O Brasil é um dos países que apresentam os maiores potenciais hidrelétricos do mundo, o que justifica, em partes, o fato de esse tipo de energia ser bastante utilizado no país. As usinas hidrelétricas são bastante elogiadas por serem consideradas ambientalmente mais corretas do que outras alternativas de produção de energia, mas vale lembrar que não existem formas 100% limpas de realizar esse processo.</p> <p>Assinale a alternativa que indica, respectivamente, uma vantagem e uma desvantagem das hidroelétricas.</p> <p>a) não emitem poluentes na atmosfera; porém não são muito eficientes.  b) são ambientalmente corretas; porém interferem diretamente no efeito estufa.  c) a produção pode ser controlada; porém os custos são muito elevados.  d) ocupam pequenas áreas; porém interferem no curso dos rios.  e) a construção é rápida; porém duram pouco tempo.</p>						

<p><b>Quiz 5</b></p>	<p>“No ano passado, 45,8% da energia usada pelos brasileiros veio de fontes renováveis (...). É a matriz mais equilibrada entre as nações mais populosas ou ricas do planeta. A média mundial de uso de energias renováveis é de 12,7%; essa média cai para 6,2% entre os 30 países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui os Estados Unidos e as mais ricas nações do globo”.</p> <p><b>MONTÓIA, P. Brasil: Energia múltipla. Planeta Sustentável. Disponível em: <a href="http://planetasustentavel.abril.com.br">http://planetasustentavel.abril.com.br</a>. Acesso em: 05 jun. 2015.</b></p> <p>Os recursos naturais renováveis e não renováveis, respectivamente, mais utilizados como fontes de energia no Brasil são:</p> <p>a) gás natural e carvão mineral – petróleo e etanol  b) ventos e luz solar – gás natural e hidroeletricidade  c) água e biomassa – petróleo e gás natural  d) átomo e etanol – carvão vegetal e gás de xisto  e) energia atômica e hidrelétrica – petróleo e carvão mineral</p>
<p><b>Encontro 2 – Teorias Atômicas e Carga Elétrica</b></p>	
<p><b>Quiz 1</b></p>	<p>Na ordem em que se apresentam as imagens, quais delas representam os átomos de Thomson (Pudim de Passas) e o Átomo de Niels-Bohr, respectivamente?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>I</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>II</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>III</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>IV</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>V</p>  </div> </div> <p>a) I e II  b) II e III  c) II e V  d) III e IV  e) I e III</p>

<p><b>Quiz 2</b></p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>De acordo com a imagem, pode-se afirmar que:</p> <p>a) O corpo I é um corpo eletrizado pois possui mesma quantidade de carga positiva e negativa.</p> <p>b) O corpo I é neutro pois possui mesma quantidade de carga positiva e negativa.</p> <p>c) O corpo II está eletrizado positivamente.</p> <p>d) O corpo III está eletrizado negativamente.</p> <p>e) O corpo II e III estão eletrizados com cargas de mesma natureza.</p>
<p><b>Quiz 3</b></p>	<p>A respeito da condutividade elétrica e térmica dos materiais, marque a alternativa correta:</p> <p>a) Somente os metais podem conduzir eletricidade e calor.</p> <p>b) Em hipótese alguma, um dielétrico pode conduzir corrente elétrica ou calor.</p> <p>c) Os metais destacam-se como bons condutores elétricos porque possuem excesso de elétrons em sua estrutura atômica.</p> <p>d) Os materiais que são isolantes elétricos possuem alta condutividade elétrica.</p> <p>e) A borracha é um exemplo de bom condutor de eletricidade.</p>
<p><b>Quiz 4</b></p>	<p>Ao longo dos anos, as características atômicas foram sendo desvendadas pelos cientistas. Foi um processo de descoberta no qual as opiniões anteriores não poderiam ser desprezadas, ou seja, apesar de serem ideias ultrapassadas, fizeram parte do histórico de descoberta das características atômicas.</p> <p>Vários foram os colaboradores para o modelo atômico atual, dentre eles Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Abaixo você tem a relação de algumas características atômicas, especifique o cientista responsável por cada uma destas teorias, respectivamente:</p>

	<p>I. O átomo é comparado a uma bola de bilhar: uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra.</p> <p>II. O átomo é comparado a um pudim de ameixas: uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela.</p> <p>III. Átomo em que os elétrons se organizam na forma de camadas ao redor do núcleo.</p> <p>III. Átomo que apresenta um núcleo carregado positivamente e ao seu redor gira elétrons com carga negativa.</p> <p>a) Rutherford, Dalton, Bohr, Thomson.</p> <p>b) Thomson, Bohr, Rutherford, Dalton</p> <p>c) Dalton, Bohr, Rutherford, Bohr.</p> <p>d) Bohr, Dalton, Thomson, Rutherford.</p> <p>e) Dalton, Thomson, Bohr, Rutherford.</p>																										
<p><i>Quiz 5</i></p>	<p>(IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.</p> <table border="1" data-bbox="624 1039 1112 1890"> <tr><td>Pele de coelho</td><td></td></tr> <tr><td>Vidro</td><td></td></tr> <tr><td>Cabelo humano</td><td></td></tr> <tr><td>Mica</td><td></td></tr> <tr><td>Lã</td><td>+</td></tr> <tr><td>Pele de gato</td><td>↑</td></tr> <tr><td>Seda</td><td></td></tr> <tr><td>Algodão</td><td></td></tr> <tr><td>Âmbar</td><td>↓</td></tr> <tr><td>Ebonite</td><td>-</td></tr> <tr><td>Poliéster</td><td></td></tr> <tr><td>Isopor</td><td></td></tr> <tr><td>Plástico</td><td></td></tr> </table> <p>Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a</p>	Pele de coelho		Vidro		Cabelo humano		Mica		Lã	+	Pele de gato	↑	Seda		Algodão		Âmbar	↓	Ebonite	-	Poliéster		Isopor		Plástico	
Pele de coelho																											
Vidro																											
Cabelo humano																											
Mica																											
Lã	+																										
Pele de gato	↑																										
Seda																											
Algodão																											
Âmbar	↓																										
Ebonite	-																										
Poliéster																											
Isopor																											
Plástico																											

	<p>lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:</p> <p>a) positivamente, pois ganhou prótons.</p> <p>b) positivamente, pois perdeu elétrons.</p> <p>c) negativamente, pois ganhou elétrons.</p> <p>d) negativamente, pois perdeu prótons.</p> <p>e) com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.</p>
<b>Encontro 3 – Quantização, Quantidade e Conservação da Carga Elétrica</b>	
<b>Quiz 1</b>	<p>Dizer que a carga elétrica é quantizada significa que ela:</p> <p>a) só pode ser positiva</p> <p>b) não pode ser criada nem destruída</p> <p>c) pode ser isolada em qualquer quantidade</p> <p>d) só pode existir como múltipla de uma quantidade mínima definida</p> <p>e) pode ser positiva ou negativa</p>
<b>Quiz 2</b>	<p>Um corpo está inicialmente neutro, por alguma razão lhe foi removido apenas 1 elétron. Esse corpo continua neutro? Qual o sinal de sua carga? Qual a quantidade de carga que lhe foi removida?</p> <p>a) Não, Positivo, <math>-1,6 \times 10^{-19}</math></p> <p>b) Sim, Positivo, <math>-1,6 \times 10^{-19}</math></p> <p>c) Não, Negativo, <math>+1,6 \times 10^{-19}</math></p> <p>d) Sim, Negativo, <math>+1,6 \times 10^{-19}</math></p> <p>e) Não, Positivo, <math>-1,6 \times 10^{-19}</math></p>
<b>Quiz 3</b>	<p>Durante um processo de eletrização, um corpo recebe uma quantidade de <math>2,0 \cdot 10^{15}</math> elétrons, tornando-se eletricamente carregado, com carga elétrica de:</p> <p>a) <math>3,2 \cdot 10^{-4}</math> C</p> <p>b) <math>1,6 \cdot 10^{-18}</math> C</p> <p>c) <math>3,2 \cdot 10^{-5}</math> C</p> <p>d) <math>0,32 \cdot 10^{-5}</math> C</p> <p>e) <math>320 \cdot 10^{-1}</math> C</p>

<b>Quiz 4</b>	<p>(FGV) Deseja-se eletrizar um objeto metálico, inicialmente neutro, pelos processos de eletrização conhecidos, e obter uma quantidade de carga negativa de <math>3,2 \mu\text{C}</math>. Sabendo-se que a carga elementar vale <math>1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}</math>, para se conseguir a eletrização desejada, será preciso</p> <p>a) retirar do objeto 20 trilhões de prótons.  b) retirar do objeto 20 trilhões de elétrons.  c) acrescentar ao objeto 20 trilhões de elétrons.  d) acrescentar ao objeto cerca de 51 trilhões de elétrons.  e) retirar do objeto cerca de 51 trilhões de prótons</p>
<b>Quiz 5</b>	<p>(UNESP) Em 1990 transcorreu o cinquentenário da descoberta dos “chuveiros penetrantes” nos raios cósmicos, uma contribuição da física brasileira que alcançou repercussão internacional.</p> <p><b>(O Estado de São Paulo, 21/10/90, p. 30)</b></p> <p>No estudo dos raios cósmicos são observadas partículas chamadas píons. Considere um pión com carga elétrica <math>+e</math> se desintegrando (isto é, se dividindo) em duas outras partículas: um múon com carga elétrica <math>+e</math> e um neutrino. De acordo com o princípio de conservação da carga, o neutrino deverá ter carga elétrica:</p> <p>a) <math>+e</math>  b) <math>-e</math>  c) <math>+2e</math>  d) <math>-2e</math>  e) nula</p>
<b>Encontro 4 – Processos de Eletrização</b>	
<b>Quiz 1</b>	<p>Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre.</p> <p>a) O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.  b) Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.</p>

	<p>c) As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.</p> <p>d) As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.</p> <p>e) Todas as alternativas estão incorretas.</p>
<b>Quiz 2</b>	<p>Um exemplo da ocorrência da eletrização por indução pode ser encontrado em:</p> <p>a) quando tomamos um choque ao encostar em outra pessoa</p> <p>b) quando uma descarga elétrica é formada entre uma nuvem e o solo</p> <p>c) quando as nuvens ficam carregadas pelo atrito entre as partículas</p> <p>d) quando pequenas faíscas formam-se ao tirarmos uma blusa de frio pesada</p> <p>e) quando um raio desce pelo para-raios de um prédio</p>
<b>Quiz 3</b>	<p>(Mackenzie) Uma esfera metálica eletrizada, com carga elétrica igual a <math>-20,0 \mu\text{C}</math>, é colocada em contato com outra esfera idêntica eletricamente neutra. Em seguida, encosta-se a esfera em outra também idêntica eletrizada com carga elétrica igual a <math>50,0 \mu\text{C}</math>. Após esse procedimento, as esferas são separadas.</p> <p>A carga elétrica armazenada na esfera, no final desse processo, é igual a:</p> <p>a) <math>20,0 \mu\text{C}</math></p> <p>b) <math>30,0 \mu\text{C}</math></p> <p>c) <math>40,0 \mu\text{C}</math></p> <p>d) <math>50,0 \mu\text{C}</math></p> <p>e) <math>60,0 \mu\text{C}</math></p>
<b>Quiz 4</b>	<p>Analise:</p> <p>Um condutor A, eletrizado positivamente e colocado em contato com outro condutor B, inicialmente neutro. B se eletriza positiva ou negativamente? Durante a eletrização de B ocorre uma movimentação de elétrons ou de prótons? De A para B ou de B para A?</p> <p>a) Positivamente, com fluxo de Prótons, de B para A</p> <p>b) Negativamente, com fluxo de Prótons, de B para A</p>

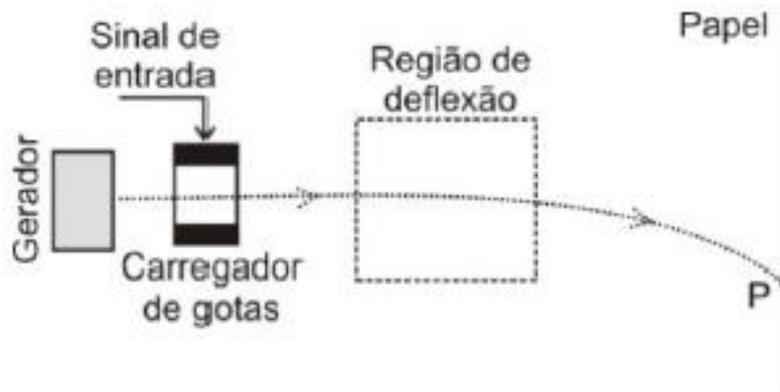
	<p>c) Positivamente, com fluxo de Elétrons, de A para B</p> <p>d) Negativamente, com fluxo de Elétrons, de A para B</p> <p>e) Positivamente, com fluxo de Elétrons, de B para A</p>
<b>Quiz 5</b>	<p>(UFTM) A indução eletrostática consiste no fenômeno da separação de cargas em um corpo condutor (induzido), devido à proximidade de outro corpo eletrizado (indutor).</p> <p>Preparando-se para uma prova de física, um estudante anota em seu resumo os passos a serem seguidos para eletrizar um corpo neutro por indução, e a conclusão a respeito da carga adquirida por ele.</p> <p><b>Passos a serem seguidos:</b></p> <p>I. Aproximar o indutor do induzido, sem tocá-lo.</p> <p>II. Conectar o induzido à Terra.</p> <p>III. Afastar o indutor.</p> <p>IV. Desconectar o induzido da Terra.</p> <p><b>Conclusão:</b></p> <p><b>No final do processo, o induzido terá adquirido cargas de sinais iguais às do indutor.</b></p> <p>Ao mostrar o resumo para seu professor, ouviu dele que, para ficar correto, ele deverá</p> <p>a) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está correta</p> <p>b) inverter o passo I com II e que sua conclusão está correta</p> <p>c) inverter o passo I com II e que sua conclusão está errada</p> <p>d) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está errada</p> <p>e) inverter o passo II com III e que sua conclusão está errada.</p>
<b>Encontro 5 – Força Elétrica</b>	
<b>Quiz 1</b>	<p>(UDESC 2015/2) Uma das principais contribuições para os estudos sobre eletricidade foi a da definição precisa da natureza da força elétrica realizada, principalmente, pelos trabalhos de Charles Augustin de Coulomb (1736-1806). Coulomb realizou diversos experimentos para determinar a força elétrica existente entre objetos carregados, resumindo suas</p>

	<p>conclusões em uma relação que conhecemos atualmente como Lei de Coulomb.</p> <p>Considerando a Lei de Coulomb, assinale a alternativa correta.</p> <p>a) força elétrica entre dois corpos eletricamente carregados é diretamente proporcional ao produto das cargas e ao quadrado da distância entre estes corpos.</p> <p>b) a força elétrica entre dois corpos eletricamente carregados é inversamente proporcional ao produto das cargas e diretamente proporcional ao quadrado da distância entre estes corpos.</p> <p>c) a força elétrica entre dois corpos eletricamente carregados é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre estes corpos.</p> <p>d) a força elétrica entre dois corpos eletricamente carregados é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional a distância entre estes corpos.</p> <p>e) a força elétrica entre dois corpos eletricamente carregados é diretamente proporcional a distância entre estes corpos e inversamente proporcional ao produto das cargas.</p>
<b>Quiz 2</b>	<p>Duas cargas elétricas puntiformes e idênticas, de 1,0 mC cada, são espaçadas em 0,5 m, no vácuo. Determine o módulo da força elétrica entre essas duas cargas.</p> <p>a) <math>6,4 \cdot 10^4</math> N</p> <p>b) <math>3,6 \cdot 10^4</math> N</p> <p>c) <math>7,2 \cdot 10^3</math> N</p> <p>d) <math>1,2 \cdot 10^5</math> N</p>
<b>Quiz 3</b>	<p>(Unespar 2015) Considere duas cargas puntiformes com quantidade de carga iguais a <math>q_1 = +2 \times 10^{-6} \text{ C}</math> e <math>q_2 = -6 \times 10^{-4} \text{ C}</math>, separadas por uma distância de 2 metros. Qual alternativa apresenta a Força Elétrica que estas partículas exerceriam entre si?</p> <p>Dados: as cargas estão no vácuo e a constante <math>K = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2</math>.</p> <p>a) <math>f = 2,7 \text{ n}</math>;</p> <p>b) <math>f = 27 \text{ n}</math>;</p>

	<p>c) <math>f = 2,7 \times 10^2 \text{ n}</math>;</p> <p>d) <math>f = 2,7 \times 10^{-2} \text{ n}</math>;</p> <p>e) <math>f = 2,7 \times 10^{-3} \text{ n}</math>.</p>
<b>Quiz 4</b>	<p>Duas partículas de carga elétrica <math>Q</math> são separadas no vácuo por uma distância <math>d</math>. Dobrando-se essa distância, o módulo da força elétrica <math>F</math> que uma dessas cargas exerce sobre a outra passará a ser:</p> <p>a) <math>2F</math></p> <p>b) <math>F/2</math></p> <p>c) <math>F/4</math></p> <p>d) <math>4F</math></p>
<b>Quiz 5</b>	<p>(UEG) Duas cargas elétricas puntiformes positivas <math>Q_1</math> e <math>Q_2</math>, no vácuo interagem mutuamente através de uma força cuja intensidade varia com a distância entre elas, segundo o diagrama abaixo.</p> <div style="text-align: center;"> <p>O gráfico mostra a força elétrica <math>F</math> (em <math>10^{-2} \text{ N}</math>) no eixo vertical e a distância <math>d</math> (em <math>\text{m}</math>) no eixo horizontal. A curva é uma hipérbola que passa pelos pontos <math>(0,5, 32,4)</math> e <math>(1,5, 3,6)</math>.</p> </div> <p>A carga <math>Q_2</math> é o quádruplo de <math>Q_1</math>. O valor de <math>Q_2</math> é</p> <p>a) <math>1,5 \mu\text{C}</math></p> <p>b) <math>2,25 \mu\text{C}</math></p> <p>c) <math>2,5 \mu\text{C}</math></p> <p>d) <math>4,5 \mu\text{C}</math></p> <p>e) <math>6,0 \mu\text{C}</math></p>
<b>Encontro 6 – Campo Elétrico</b>	
<b>Quiz 1</b>	<p>Leia as afirmativas abaixo e julgue-as quanto a (C) certas ou (E) erradas e, em seguida, marque a alternativa correta.</p>

	<p>I – O campo elétrico gerado numa região do espaço depende exclusivamente da carga fonte e do meio.</p> <p>II – Em torno de uma carga sempre haverá um campo elétrico.</p> <p>III – Se o campo elétrico de uma região não variar com o decorrer do tempo, ele será chamado de campo eletrostático.</p> <p>a) CEC b) CCE c) EEC d) EEE e) CCC</p>
<b>Quiz 2</b>	<p>Assinale a alternativa verdadeira sobre as propriedades das linhas de força do campo elétrico:</p> <p>a) O campo elétrico é uma grandeza escalar que pode ser escrita tanto em V/m quanto em N/C.</p> <p>b) As linhas de força do campo elétrico são fechadas, adentram as cargas positivas e emergem das cargas negativas.</p> <p>c) As linhas de força do campo elétrico são abertas, emergem das cargas positivas e adentram as cargas negativas.</p> <p>d) O campo elétrico depende exclusivamente do módulo da carga que o produz.</p>
<b>Quiz 3</b>	<p>O campo elétrico criado por uma carga pontual, no vácuo, tem intensidade igual a <math>9 \cdot 10^{-1}</math> N/C. Calcule a que distância <math>d</math> se refere o valor desse campo. (dados: <math>Q = -4</math> pC e <math>k_0 = 9 \cdot 10^9</math> unidades SI).</p> <p>a) 0,02 m b) 0,2 m c) 0,4 m d) 0,6 m e) 0,002 m</p>
<b>Quiz 4</b>	<p>Na figura abaixo temos o esquema de uma impressora jato de tinta que mostra o caminho percorrido por uma gota de tinta eletrizada</p>

negativamente, numa região onde há um campo elétrico uniforme. A gota é desviada para baixo e atinge o papel numa posição P.



O vetor campo elétrico responsável pela deflexão nessa região é:

- a)  $\uparrow$
- b)  $\downarrow$
- c)  $\rightarrow$
- d)  $\leftarrow$

### Quiz 5

(UECE – 2016) Precipitador eletrostático é um equipamento que pode ser utilizado para remoção de pequenas partículas presentes nos gases de exaustão em chaminés industriais. O princípio básico de funcionamento do equipamento é a ionização dessas partículas, seguida de remoção pelo uso de um campo elétrico na região de passagem delas. Suponha que uma delas tenha massa  $m$ , adquira uma carga de valor  $q$  e fique submetida a um campo elétrico de módulo  $E$ . A força elétrica sobre essa partícula é dada por

- a)  $mqE$ .
- b)  $mE/qb$ .
- c)  $q/E$ .
- d)  $qE$ .

## Apêndice E

### Teste Somativo

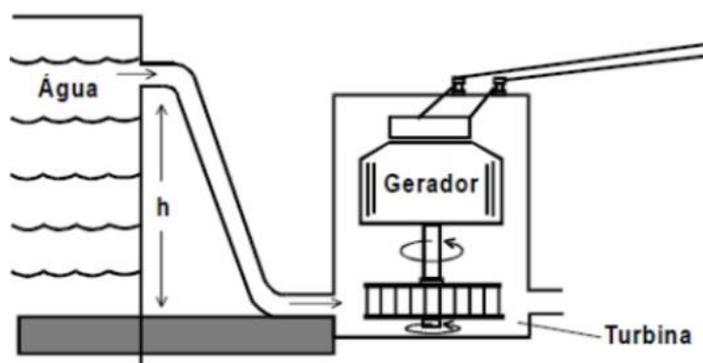
A seguir, disponibiliza-se as questões utilizadas no teste somativo aplicado nesta intervenção pedagógica.

#### Questões

1) (Enem) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica

II. potencial gravitacional em cinética



Analisando o esquema acima, é possível identificar que elas se encontram, RESPECTIVAMENTE, entre:

- I – a água no nível h e a turbina, II – o gerador e a torre de distribuição.
- I – a água no nível h e a turbina, II – a turbina e o gerador.
- I – a turbina e o gerador, II – a turbina e o gerador.
- I – a turbina e o gerador, II – a água no nível h e a turbina.
- I – o gerador e a torre de distribuição, II – a água no nível h e a turbina.

2) (IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	+
Pele de gato	↑
Seda	
Algodão	
Âmbar	↓
Ebonite	-
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

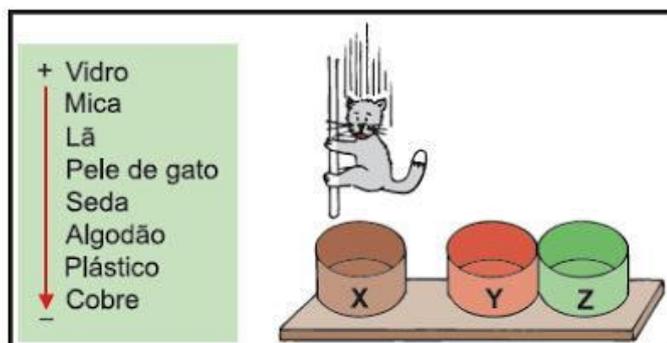
- positivamente, pois ganhou prótons.
- positivamente, pois perdeu elétrons.
- negativamente, pois ganhou elétrons.
- negativamente, pois perdeu prótons.
- com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.

3) (UECE 97.1) A matéria, em seu estado normal, não manifesta propriedades elétricas. No atual estágio de conhecimentos da estrutura atômica, isso nos permite concluir que a matéria:

- é constituída somente de nêutrons.
- possui maior número de nêutrons que de prótons.

- c) possui quantidades iguais de prótons e elétrons.  
 d) é constituída somente de prótons.

**4) (UECE 93.2)** A série triboelétrica a seguir é uma lista de substâncias, de modo que cada uma se eletriza com carga positiva quando atritada com qualquer outra substância que a segue na lista: Um gato escorrega para baixo em uma vara de plástico e cai dentro de uma cuba metálica, x, que repousa sobre uma placa isolante. Duas outras cubas idênticas, y e z, apoiadas na placa, estão em contato com entre si, mas nenhuma faz contato com x. Quando o gato cai em x, a placa se quebra e todas as cubas caem, separadas, sobre o soalho isolado. O gato abandona a cuba x e foge.



Ao final deste processo:

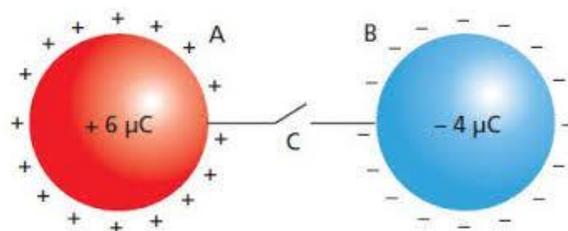
- a) x adquire carga positiva, y negativa e z positiva.  
 b) x adquire carga negativa, y positiva e z negativa.  
 c) somente x adquire carga positiva.  
 d) x, y e z têm cargas positivas.

**5) (UECE 2011.1.F1)** Um condutor elétrico metálico, de formato irregular e isolado está carregado com uma carga positiva total  $+Q$ . Pode-se afirmar corretamente que a carga  $+Q$

- a) é a somatória das cargas dos prótons que compõem o condutor.

- b) está distribuída uniformemente por toda a superfície externa do condutor.  
 c) está distribuída uniformemente por todo o condutor, exceto pela sua superfície.  
 d) é o saldo do balanço entre as cargas dos prótons e dos elétrons que compõem o condutor.

**6) (PUC)** Duas esferas condutoras de iguais dimensões, A e B, estão eletricamente carregadas com indica a figura, sendo unidas por um fio condutor no qual há uma chave C inicialmente aberta. Quando a chave é fechada, passam elétrons...



- a) de A para B e a nova carga de A é  $+2C$   
 b) de A para B e a nova carga de B é  $-1C$   
 c) de B para A e a nova carga de A é  $+1C$   
 d) de B para A e a nova carga de B é  $-1C$   
 e) de B para A e a nova carga de A é  $+2C$

**7) (IFSC 2012)**

#### Como funciona a Máquina de Xerox

Quando se inicia a operação em uma máquina de Xerox, acende-se uma lâmpada, que varre todo o documento a ser copiado. A imagem é

projetada por meio de espelhos e lentes sobre a superfície de um tambor fotossensível, que é um cilindro de alumínio revestido de um material fotocondutor.

Os fotocondutores são materiais com propriedade isolante no escuro. Mas, quando expostos à luz, são condutores. Assim, quando a imagem refletida nos espelhos chega ao tambor, as cargas superficiais do cilindro se alteram: as áreas claras do documento eliminam as cargas elétricas que estão sobre a superfície do cilindro e as áreas escuras as preservam.

Forma-se, então, uma imagem latente, que ainda precisa ser revelada. Para isso, o cilindro é revestido por uma fina tinta de pó, o tonalizador, ou toner, que adere à imagem latente formada sobre o tambor. Em seguida, toda a imagem passa para as fibras do papel, através de pressão e calor. E, assim, chega-se à cópia final.

**Fonte: Revista Globo Ciência, dez. 1996, p. 18.**

O texto acima se refere a uma aplicação do fenômeno de eletrização, pois é graças a ele que o toner adere ao cilindro metálico mencionado. O processo de eletrização pode ocorrer de três formas distintas: atrito, indução e contato, mas todos os processos têm algo em comum. É CORRETO afirmar que o comum destes processos é:

- Deixar o corpo eletrizado, com um desequilíbrio entre o número de cargas elétricas positivas e negativas.
- Deixar o corpo eletrizado, com um equilíbrio entre o número de cargas elétricas positivas e negativas.
- Arrancar as cargas positivas do corpo eletrizado.

- Deixar o corpo eletrizado com uma corrente elétrica negativa.
- Deixar o corpo eletrizado com um campo magnético.

**8) (ENEM)** Em 1990 transcorreu o cinquentenário da descoberta dos "chuveiros penetrantes" nos raios cósmicos, uma contribuição da física brasileira que alcançou repercussão internacional.

(O Estado de São Paulo, 21/10/90, p. 30)

No estudo dos raios cósmicos são observadas partículas chamadas píons. Considere um píon com carga elétrica  $+e$  se desintegrando (isto é, se dividindo) em duas outras partículas: um múon com carga elétrica  $+e$  e um neutrino. De acordo com o princípio de conservação da carga, o neutrino deverá ter carga elétrica:

- $+e$
- $-e$
- $+2e$
- $-2e$
- nula

**9) (UFTM)** A indução eletrostática consiste no fenômeno da separação de cargas em um corpo condutor (induzido), devido à proximidade de outro corpo eletrizado (indutor).

Preparando-se para uma prova de física, um estudante anota em seu resumo os passos a serem seguidos para eletrizar um corpo neutro por indução, e a conclusão a respeito da carga adquirida por ele.

Passos a serem seguidos:

- Aproximar o indutor do induzido, sem tocá-lo.

II. Conectar o induzido à Terra.

III. Afastar o indutor.

IV. Desconectar o induzido da Terra.

**Conclusão: No final do processo, o induzido terá adquirido cargas de sinais iguais às do indutor.**

Ao mostrar o resumo para seu professor, ouviu dele que, para ficar correto, ele deverá

- a) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está correta
- b) inverter o passo I com II e que sua conclusão está correta
- c) inverter o passo I com II e que sua conclusão está errada
- d) inverter o passo III com IV e que sua conclusão está errada
- e) inverter o passo II com III e que sua conclusão está errada.

**10) (Enem PPL 2021)** A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil. Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica. Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

- a) A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.

b) A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.

c) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.

d) A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina. Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas.

e) A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para aquecer água, transformando-se novamente em energia química, quando a água é decomposta em hidrogênio e oxigênio, gerando energia elétrica.

**11) (Enem PPL 2018)** Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é

- a) entrar no carro.
- b) entrar na barraca.
- c) entrar no quiosque.
- d) abrir um guarda-chuva.
- e) ficar embaixo da árvore.

**12) (Enem PPL 2016)** Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas

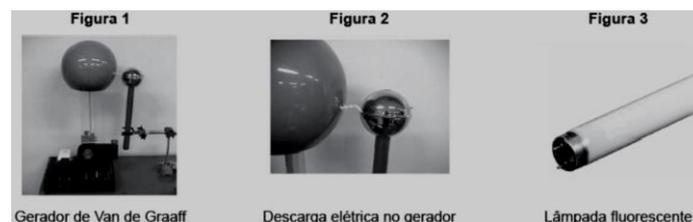
elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

- campo magnético da Terra.
- corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

**13) (Enem PPL 2014)** Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer

entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.



**Disponível em:** <http://naveastro.com>. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)

- carga elétrica.
- campo elétrico.
- corrente elétrica.
- capacitância elétrica.
- condutividade elétrica.

**14) (CESGRANRIO)** A lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- às cargas das partículas;
- às massas das partículas;
- ao quadrado da distância entre as partículas;
- à distância entre as partículas.

Das afirmações acima:

- somente I é correta;
- somente I e III são corretas;
- somente II e III são corretas;
- somente II é correta;
- somente I e IV são corretas.

**15)** De acordo com a lei de Coulomb, a força eletrostática entre duas cargas puntiformes em repouso é:

- a) inversamente proporcional ao produto do módulo das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.
- b) diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.
- c) diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas e ao quadrado da distância entre elas.
- d) uma grandeza escalar, pois é completamente descrita somente por seu módulo.
- e) uma força de contato e de natureza elétrica.

**16) (FEI-SP)** Atrita-se um bastão de vidro com um pano de lã inicialmente neutros. Pode-se afirmar que:

- a) só a lã fica eletrizada.
- b) só o bastão fica eletrizado.
- c) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- d) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos.
- e) n.d.a.

**17) (ACAFE)** Alguns fenômenos naturais relacionados com a eletricidade estática estão presentes em nosso cotidiano, por exemplo, o choque que uma pessoa recebe ao tocar a maçaneta da porta de um automóvel, em um dia seco no inverno. Além disso, a eletrostática tem uma aplicação importante em várias atividades

humanas, como o filtro eletrostático para redução da poluição industrial e o processo xerográfico para fotocópias. Com relação à eletrização de um corpo, é correto afirmar que:

- a) Um corpo eletricamente neutro que perde elétrons fica eletrizado positivamente.
- b) Um corpo eletricamente neutro não tem cargas elétricas.
- c) Um dos processos de eletrização consiste em retirar prótons do corpo.
- d) Um corpo eletricamente neutro não pode ser atraído por um corpo eletrizado.
- e) Friccionando-se dois corpos constituídos do mesmo material, um se eletriza positivamente e o outro negativamente

**18) (UFMS)** O princípio da conservação da carga elétrica estabelece que:

- a) as cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.
- b) cargas elétricas de sinais opostos se atraem.
- c) a soma das cargas elétricas é constante em um sistema eletricamente isolado.
- d) a soma das cargas elétricas positivas e negativas é diferente de zero em um sistema eletricamente neutro.
- e) os elétrons livres se atraem.

**19) (Enem 2011)** Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%),

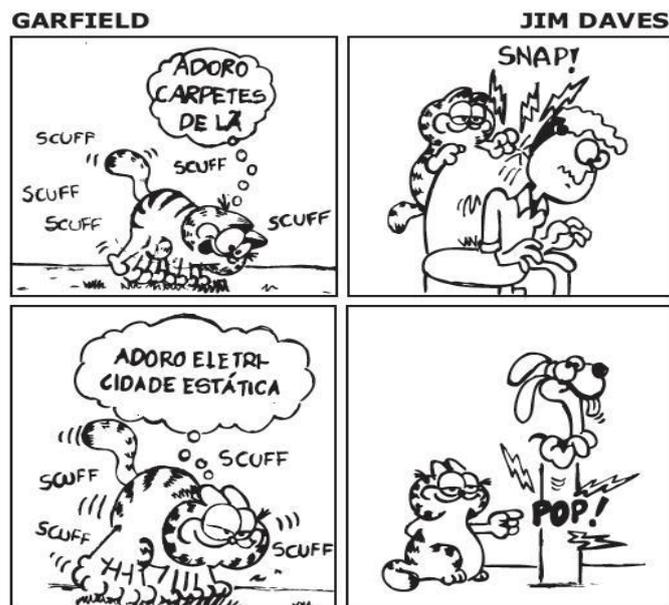
derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas.

**MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).**

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

**20) (PUC-SP)** Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada abaixo e analise as afirmativas que se seguem.



Folha de S. Paulo

I - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por atrito.

II - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por indução.

III - O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que flui de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas

- I, II e III.
- I e II.
- I e III.
- II e III.
- apenas I.