

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



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CLEOMAR DA COSTA LIMA

**ELETRO TRILHA: Jogo educacional como recurso didático para o ensino e  
aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade**

TERESINA - PI  
NOVEMBRO - 2019

CLEOMAR DA COSTA LIMA

**ELETRO TRILHA: Jogo educacional como recurso didático para o ensino e aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

TERESINA - PI  
NOVEMBRO - 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
DE CLEOMAR DA COSTA LIMA**

Às oito e trinta horas do dia vinte e dois de novembro de dois mil e dezenove, reuniu-se na sala 228 Bloco 03 CCN - Departamento de Física do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, no Campus Ministro Petrônio Portella, a Comissão Julgadora da dissertação intitulado "**ELETRO TRILHA: JOGO EDUCACIONAL COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE**" do aluno Cleomar da Costa Lima, composta pelos professores Francisco Ferreira Barbosa Filho (orientador, UFPI), Antônio Macedo Filho (UESPI) e Janete Batista de Brito (UESPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 22 de novembro de 2019.

Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho	
Profª. Janete Batista de Brito	
Prof. Antônio Macedo Filho	

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

L732e      Lima, Cleomar da Costa.  
              Eletro trilha : jogo educacional como recurso didático para o ensino e aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade / Cleomar da Costa Lima. – 2019.  
              186 f.

              Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.  
              “Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho”.

              1. Eletricidade. 2. Ensino de Física. 3. Jogo Educacional.  
              4. Sequência de Ensino Investigativa. 5. Sócio-interacionista.  
              I. Título.

CDD 530.7

Dedico à minha mãe Salvelina Fernandes da Costa Lima, ao meu pai Manoel Sousa Lima, ao meu filho Arthur Emmanuel Alves Lima, que veio ao mundo intensificando minha vida, alegrando meus dias e me trazendo a esperança de ser um homem melhor e à minha esposa Yara Alves da Silva.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, acima de tudo, por esta realização em minha vida.

À minha família: ao meu Pai Manoel e minha mãe Salvelina pela educação proporcionada; aos meus irmãos Francisco da Luz, Martins, Luís e Cleonilda pelo apoio e sempre me incentivaram a estudar; à minha esposa Yara e meu filho Arthur pelo companheirismo e torcida pelo meu sucesso.

Ao professor Dr. Renato Germano Reis Nunes pelas orientações dadas nos início desse trabalho e ao Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho pela paciência, competência e dedicação em dar continuidade às orientações constantes e precisa na realização desta pesquisa.

À Universidade Federal do Piauí – UFPI pela oportunidade e acolhimento no curso Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Aos professores do programa de pós-graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFPI pelos ensinamentos oportunizados.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro durante parte do curso por meio de bolsas.

À SBF (Sociedade Brasileira de Física) pela oportunidade concedida e pela gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) possibilitando a capacitação de professores em nível nacional.

À escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio pelo acolhimento e apoio durante a aplicação do produto educacional, em especial aos alunos das duas turmas terceira série A e terceira série B pela disposição e empenho em participar deste estudo.

Aos meus amigos e colegas de turma pelo compartilhamento de experiências e conhecimentos durante nossa jornada e momentos alegres e prazerosos que vivemos juntos.

Infiro que se a vida é um desafio, jogá-la é um privilégio. Se é um construto humano, produzi-la é jogar com a realidade.

Marcos Germânio de Azevedo melo

## RESUMO

### **ELETRO TRILHA: Jogo educacional como recurso didático para o ensino e aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade**

CLEOMAR DA COSTA LIMA

Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO FERREIRA BARBOSA FILHO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) 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

Este trabalho trata do desenvolvimento e aplicação de um jogo educacional utilizado como recurso didático para o Ensino de Física no Ensino Médio. A proposta tem como objetivo geral desenvolver um jogo educacional como recurso didático que possibilite a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem de conceitos básicos de Eletricidade. O problema que este estudo procurou responder foi: Que benefícios a utilização de um jogo educacional pode proporcionar aos alunos da terceira série do Ensino Médio da escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio? O jogo de tabuleiro tem o título de Eletro trilha, o desenvolvimento e implementação desse produto educacional está fundamentada na Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky, com enfoque direcionado ao método da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), alinhado ao ensino por investigação, sendo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa. A experiência pedagógica ocorreu em duas turmas do turno matutino dessa escola pública da rede estadual na cidade de Coelho Neto, no estado do Maranhão. Os dados foram obtidos por meio da aplicação de questionários, sendo um pré-teste para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, um pós-teste para consolidar a aplicação do jogo e um questionário de opinião para avaliar os potenciais lúdicos e pedagógicos do jogo. A aplicação do jogo ocorreu a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que aborda conteúdos básicos de Eletricidade para o Ensino Médio e abrange como foi feita a construção do jogo Eletro trilha, os materiais utilizados e suas regras adotadas. Verificou-se que o jogo de tabuleiro favorece o trabalho em equipe e que teve uma aceitação pela maioria dos alunos, principalmente pela sua ludicidade, deixando as aulas mais divertidas e despertando a curiosidade dos alunos. Assim, o jogo educacional Eletro trilha mostrou ser um recurso lúdico que proporcionou uma aprendizagem mediada pelo professor/pesquisador, despertou interesse nos alunos e deixou as aulas mais prazerosas.

**Palavras Chave:** Ensino de Física. Jogo Educacional. Eletricidade. Sociointeracionista. Sequência de Ensino Investigativa.

## ABSTRACT

ELETRO TRILHA: Educational game as a teaching resource for teaching and learning the basics of electricity

COSTA LIMA CLEOMAR

Supervisor: Prof. Dr. FRANCISCO FERREIRA BARBOSA FILHO

This work deals with the development and application of an educational game used as a didactic resource for Physics Teaching in High School. The purpose of the proposal is to develop an educational game as a didactic resource that enables the active participation of the student in the process of teaching and learning basic concepts of Electricity. The problem that this study sought to answer was: What benefits can the use of an educational game provide for students in the third grade of the high school? The board game is entitled Electro Trail, the development and implementation of this educational product is based on Lev Vygotsky's Socio-interactionist Theory with a focus on the Problem-Based Learning (ABRP) method aligned with research teaching, applied in nature, with a qualitative approach. The pedagogical experience occurred in two classes of the morning shift of this state school public school in the city of Coelho Neto in the state of Maranhão. The data were obtained through the application of questionnaires, being a pre-test to verify the students' previous knowledge, a post-test to consolidate the application of the game and an opinion questionnaire to evaluate the playful and pedagogical potentials of the game. The application of the game took place from an Investigative Teaching Sequence (SEI) that addresses basic content of Electricity for High School and covers how was made the construction of the game Electro trail, the materials used and its adopted rules. It was found that the board game favors teamwork and was accepted by most students, especially for its playfulness, makes the classes more fun and arouses the curiosity of students. Thus, the educational game Electro trail is a playful resource that provided a learning mediated by the teacher / researcher, aroused interest in students and made the lessons more enjoyable.

**Keywords:** Physics Teaching. Educational game. Electricity. Social interactionist. Research Teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quando o ar está seco, pedacinhos de papel podem ser atraídos pelo pente .....	52
Figura 2 – Dois bastões carregados com cargas de mesmo sinal se repelem em (a) e dois bastões carregados com cargas de sinais opostos se atraem (b).....	54
Figura 3 - Balança de torção para medida da força entre duas cargas $q_1$ e $q_2$ .....	56
Figura 4 – Forças elétricas para um par de cargas.....	57
Figura 5 – Linhas de força para uma carga puntiforme (a) positiva; (b) negativa; (c) um par de cargas puntiforme iguais e opostas .....	59
Figura 6 - Sentido convencional da corrente elétrica .....	63
Figura 7 – Circuito onde a força eletromotriz $\varepsilon$ realiza trabalho e mantém uma corrente $i$ constante .....	66
Figura 8 – Circuito com uma fonte real de força eletromotriz $\varepsilon$ e resistência interna $r$ .....	67
Figura 9 – Resistores ligados em série são atravessados pela mesma corrente.....	68
Figura 10 – Resistores em paralelo são submetidos a mesma diferença de potencial.....	69
Figura 11 – Tabuleiro do jogo Eletro trilha.....	73
Figura 12 – Montagem das cartas para o jogo.....	73
Figura 13 – Copo, dado e botões usados no jogo .....	73
Figura 14 – Molde da caixa do jogo Eletro trilha.....	74
Figura 15 – Aplicação do questionário pré-teste nas turmas A e B .....	89
Figura 16 – Respostas dos alunos A21 da turma A à questão 3 do pré-teste .....	92
Figura 17 – Respostas dos alunos A19 da turma B à questão 3 do pré-teste .....	92
Figura 18 – Respostas à questão 7 dos alunos A25 e A31, respectivamente, da turma A .....	94
Figura 19 – Resposta à questão 7 dos alunos A24 e A26, respectivamente, da turma B .....	94
Figura 20 – Respostas dos alunos A12 da turma A à questão 10 do pré-teste .....	95
Figura 21 – Respostas dos alunos A5 da turma B à questão 10 do pré-teste .....	96
Figura 22 – Respostas dos alunos A18 da turma B à questão 10 do pré-teste .....	96
Figura 23 – Alunos observando a explicação das regras do jogo na turma B.....	97
Figura 24 – Soluções apresentadas pela equipe 2 da turma A ao problema do caso .....	98
Figura 25 – Soluções apresentadas pela equipe 2 da turma A ao problema do caso.....	98
Figura 26 – Alunos interagindo durante a aplicação do caso 1 do jogo na turma A.....	99
Figura 27 – Solução apresentada pela equipe 3 da turma B ao problema do caso 1 .....	99
Figura 28 – Solução apresentada pela equipe 4 da turma B ao problema do caso 1 .....	99
Figura 29 – Aplicação do jogo na turma B e alunos discutindo o caso 1.....	100

Figura 30 – Soluções apresentada pela equipe 1 da turma ao problema do caso 2.....	102
Figura 31 – Soluções apresentada pela equipe 7 da turma ao problema do caso 2 .....	102
Figura 32 – Aplicação do caso 2 na turma A .....	102
Figura 33 – Solução apresentada pela equipe 2 da turma B ao problema do caso 2.....	103
Figura 34 – Solução apresentada pela equipe 4 da turma B ao problema do caso 2.....	103
Figura 35 – Aplicação do caso 2 na turma B e alunos discutino o problema.....	104
Figura 36 – Circuito para o problema do caso 3 .....	105
Figura 37 – Solução apresentada pela equipe 4 da turma a ao problema do caso 3.....	105
Figura 38 – Solução apresentada pela equipe 8 da turma a ao problema do caso 3.....	106
Figura 39 – Aplicação do caso 3 na turma A e equipes interagindo .....	106
Figura 40 – Solução apresentada pela equipe 5 da turma A ao problema do caso 3 .....	106
Figura 41 – Solução apresentada pela equipe 6 da turma B ao problema do caso 3 .....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Habilidades operatórias .....	27
Quadro 2 – Habilidades proporcionadas pelos jogos educacionais.....	27
Quadro 3 – Estágios da ABRP .....	32
Quadro 4 – Mudanças provocadas pela ABRP no papel do aluno.....	33
Quadro 5 – Tipos de funções dos problemas abertos .....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Acertos dos estudantes na aplicação dos casos 1, 2 e 3 .....	108
Gráfico 2 – Quantitativo de certo por questão do questionário pós-teste.....	108
Gráfico 3 – Médias de acerto nos questionários pré-teste e pós-teste .....	116
Gráfico 4 – Respostas da turma A à questão 1 do questionário de opinião .....	117
Gráfico 5 – Respostas da turma B à questão 1 do questionário de opinião.....	108
Gráfico 6 – Respostas da turma A à questão 2 do questionário de opinião .....	108
Gráfico 7 – Respostas da turma B à questão 2 do questionário de opinião.....	116
Gráfico 8 – Respostas da turma A à questão 3 do questionário de opinião .....	118
Gráfico 9 – Respostas da turma B à questão 3 do questionário de opinião.....	118
Gráfico 10 – Respostas da turma A à questão 4 do questionário de opinião .....	119
Gráfico 11 – Respostas da turma B à questão 4 do questionário de opinião.....	117
Gráfico 12 – Respostas da turma A à questão 5 do questionário de opinião .....	120
Gráfico 13 – Respostas da turma B à questão 5 do questionário de opinião.....	120
Gráfico 14 – Respostas da turma A à questão 6 do questionário de opinião .....	121
Gráfico 15 – Respostas da turma B à questão 6 do questionário de opinião.....	121
Gráfico 16 – Respostas da turma A à questão 7 do questionário de opinião .....	121
Gráfico 17 – Respostas da turma B à questão 7 do questionário de opinião.....	121
Gráfico 18 – Respostas da turma A à questão 8 do questionário de opinião .....	123
Gráfico 19 – Respostas da turma B à questão 8 do questionário de opinião.....	123
Gráfico 20 – Respostas da turma A à questão 9 do questionário de opinião .....	123
Gráfico 21 – Respostas da turma B à questão 9 do questionário de opinião.....	123

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Apresentação da estrutura física da escola .....	82
Tabela 2 – Desempenho dos alunos da turma A na aplicação do pré-teste.....	89
Tabela 3 – Desempenho dos alunos da turma B na aplicação do pré-teste.....	90
Tabela 4 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 1.....	100
Tabela 5 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 2.....	104
Tabela 6 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 3.....	107

## LISTA DE SIGLAS

ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

AC – Alfabetização Científica

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PPP – Projeto Político Pedagógico

PUCRJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

PVC – Policloreto de Vinila

RPG – *Role – Playing Game*

SBF – Sociedade Brasileira de Física

SEI – Sequência de Ensino Investigativa

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFPI – Universidade Federal do Piauí

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	ESTUDOS ANTERIORES .....	24
2.1	A importância dos jogos como recursos didáticos.....	24
2.2	O jogo didático no ensino de Física.....	25
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	30
3.1	Aprendizagem baseada na resolução de problemas.....	30
3.1.1	O ensino e a aprendizagem das ciências numa abordagem da aprendizagem baseada na resolução de problemas.....	31
3.1.2	Utilização da aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino e na aprendizagem de Física .....	34
3.2	Teoria Sociointeracionista de Vygotsky .....	35
3.2.1	A construção do conhecimento na perspectiva de Vygotsky .....	37
3.2.2	Os signos e os instrumentos no ensino por investigação .....	38
3.2.3	A mediação .....	40
3.3	Ensino de Física por investigação.....	41
3.4	Sequência de Ensino Investigativa - SEI.....	43
3.4.1	O planejamento e interações didáticas das Sequências de Ensino Investigativa .....	44
3.4.2	Problematização no Ensino de Física .....	45
3.4.3	Problemas não experimentais .....	46
3.4.4	Caracterizando uma Sequência de Ensino Investigativa .....	47
3.4.5	Avaliação de uma SEI.....	49
3.4.6	Atividades que levam à contextualização social numa SEI.....	49
4	CONTEÚDOS DE FÍSICA ABORDADOS .....	51
4.1	Eletrostática .....	51
4.1.1	A carga elétrica .....	51
4.1.2	Condutores e isolantes .....	55
4.1.3	Lei de Coulomb .....	56
4.1.4	Campo elétrico.....	58
4.1.5	Linhas de campo .....	58

4.1.6	Energia potencial elétrica.....	60
4.1.7	Potencial elétrico e diferença de potencial elétrico .....	60
4.2	Eletrodinâmica.....	62
4.2.1	Corrente elétrica.....	62
4.2.2	Resistência elétrica .....	64
4.2.3	Lei de Ohm .....	65
4.2.4	Circuitos elétricos .....	65
4.2.5	Resistência interna .....	67
4.2.6	Resistências em série .....	67
4.2.5	Resistências em paralelo.....	68
5	DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	70
5.1	Elaboração do jogo Eletro Trilha.....	70
5.2	Confecção do jogo Eletro trilha .....	71
5.3	Conteúdos que o jogo eletro trilha contempla .....	74
5.4	Regras do jogo .....	75
5.5	O papel do professor no jogo.....	77
6	METODOLOGIA.....	78
6.1	Caracterização do estudo .....	78
6.2	Campo da pesquisa .....	80
6.2.1	Breve histórico da escola .....	81
6.2.2	Estrutura organizacional .....	82
6.3	Sujeitos da pesquisa .....	84
6.4	Instrumento de coleta de dados.....	84
6.5	A proposta de ensino-aprendizagem.....	86
7	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA .....	88
7.1	Análise do pré-teste .....	88
7.2	Relato das aplicações do jogo.....	96
7.2.1	Análise da aplicação do caso 1 .....	97
7.2.2	Análise da aplicação do caso 2 .....	101
7.2.3	Análise da aplicação do caso 3 .....	104

7.3	Avaliação dos estudantes .....	108
7.3.1	Análise do pós-teste .....	108
7.4	Comparação de desempenho nos testes .....	115
7.5	Avaliação da proposta didática .....	117
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	127
	REFERÊNCIAS .....	131
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	138
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE .....	178
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE .....	180
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO .....	184

## 1 INTRODUÇÃO

Fazer com que os alunos tenham motivação nas aulas de Física não é uma tarefa fácil. Boa parte dos alunos demonstra muitas dificuldades em aprender conteúdos de Física, principalmente de Eletricidade que abrange uma variedade de fenômenos. Para nós professores de Física, temos constantemente o convívio com diversas situações nas escolas e é uma missão difícil ensinar Física, sobretudo em escolas que não oferecem condições adequadas, como laboratórios de informática e de Ciências.

Há mais de cinco anos sou professor de Física no Ensino Médio na Rede Pública, e venho percebendo as dificuldades em aprendizagem dos alunos nas aulas dessa disciplina. A maioria dos alunos não faz questionamentos e não tem uma participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Boa parte dos alunos da terceira série do Ensino Médio tem dificuldades em compreender conteúdos de Eletricidade, utilizar equações e não se interessa pelas aulas de Física. Observando as dificuldades vivenciadas pelos alunos, percebemos que eles não conseguem fazer uso do conhecimento de eletricidade em seu cotidiano. Tal percepção surgiu durante as aulas em algumas turmas de terceira série do Ensino Médio e constatou-se que não está havendo uma aprendizagem efetiva pelos estudantes. A partir dessas constatações, surgiu o desejo em desenvolver um jogo como produto educacional que pudesse amenizar essas dificuldades.

Esta pesquisa tem como problema: Que benefícios a utilização de um jogo educacional pode proporcionar aos alunos da terceira série do Ensino Médio da escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio?

A busca da resposta deste problema será o alvo da pesquisa e o jogo foi escolhido como o principal elemento desse estudo, pois se trata de um instrumento lúdico e pedagógico para mediar a aprendizagem. Segundo os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 229), “o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e não só, mas também por isso, vazios de significado”. Percebemos que o ensino de Física está pautado na teoria e abstração, com resolução de exercícios, com poucos questionamentos científicos, com muitas resoluções envolvendo cálculos matemáticos, sem qualquer interpretação dos resultados por muitos alunos. Para Russo (2017), os conhecimentos de Ciências adquiridos na educação básica são insuficientes para a aplicação em seu cotidiano e desenvolver atividades que possibilitem o aprendizado satisfatório do aluno é o grande desafio a ser enfrentado.

A compreensão da maioria dos conteúdos de Física exige boa base matemática dos alunos e muita base conceitual das grandezas físicas envolvidas, principalmente conteúdos relacionados à Eletricidade. Além disso, de acordo com Favaretto (2017), o desinteresse dos alunos por essa disciplina está geralmente marcado pelo fato dos conteúdos discutidos em sala de aula estarem muito distante do cotidiano dos alunos. Portanto, reconhecendo as dificuldades para se ministrar conteúdos de Eletricidade na terceira série do Ensino Médio, optou-se por pensar em uma forma de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem neste nível de ensino. Buscando possibilidades para minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos na disciplina Física, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro, que aborda conteúdos de Eletricidade e procura facilitar a compreensão dos conteúdos e a apropriação desses conhecimentos pelos alunos de forma investigativa, motivadora e até mesmo divertida.

Percebida a problemática existente no processo de ensino de Física no Ensino Médio, foram propostos os objetivos para o desenvolvimento deste estudo. As considerações mencionadas nos possibilitaram delinear como objetivo geral deste trabalho: desenvolver um jogo educacional como recurso didático que possibilite a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem de conceitos básicos de Eletricidade. Para tanto, o estudo tem como objetivos específicos: verificar o conhecimento prévio dos alunos de turmas de 3ª Série do Ensino Médio da escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio acerca de conteúdos básicos de Eletricidade; abordar conteúdos de Eletricidade a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), tendo o jogo educacional como recurso didático e o professor como mediador; e avaliar os potenciais lúdicos e pedagógicos do jogo educacional quanto à aprendizagem mediada pelo professor.

O jogo de tabuleiro tem o título de “Eletro trilha”, o desenvolvimento e implementação desse produto está fundamentada na Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky com enfoque direcionado à metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), alinhada ao Ensino por Investigação. Segundo Fagundes e Pinheiro (2014), desenvolver melhorias no ensino de ciências é uma necessidade que deve ter o professor como mediador, ativador do conhecimento. Assim, o professor tem o papel de guiar os alunos nos processos envolvidos na construção de seus conhecimentos, principalmente, quando consideramos atividades representativas e investigativas de ensino que fomentem a curiosidade e a interação em sala de aula. Nesse sentido, o jogo educacional e a SEI que foram desenvolvidos neste trabalho utilizaram estratégias de ensino voltadas à aprendizagem.

Para Carvalho (2013), numa sequência de ensino que tenha por objetivo levar o aluno a construir um dado conceito, deve iniciar por atividades manipulativas. Portanto, o jogo Eletro

trilha aborda problemas que devem ser solucionados e a passagem da ação manipulativa para a construção intelectual do conteúdo foi feita com ajuda do professor/pesquisador que foi o mediador da aprendizagem ao levar o aluno a planejar ações utilizando esse instrumento para a aquisição de conhecimentos a partir da interação e do trabalho em equipe.

Consideramos como uma alternativa viável e interessante a utilização dos jogos didáticos, pois este material pode preencher muitas lacunas deixadas pelo processo de transmissão e recepção de conhecimentos (CAMPOS, 2003). Dessa forma, o jogo didático é um recurso pedagógico que pode propiciar ao aluno a construção de seus próprios conhecimentos num trabalho em equipe de forma colaborativa, onde deve haver a socialização de conhecimentos do senso comum e sua utilização para a construção de conhecimentos científicos.

Tornar o ensino e aprendizagem de Física mais atraentes e dinâmicos é uma tarefa muito desafiadora, haja vista as dificuldades para encontrar caminhos para dinamizar as aulas de Física. Ricardo (2010, p, 32) no diz que: “A ideia de um ensino de Física contextualizado está cada vez mais presente no discurso dos professores e educadores, o que não significa, necessariamente, que seja uma prática corrente nas escolas”. Muitos alunos não veem significado em aprender Física na escola, principalmente quando não conseguem perceber a relação entre o conteúdo ensinado com seu cotidiano, uma vez que deve ser imprescindível levar em consideração o mundo vivencial, como ponto de partida, para ensinar Física.

Este trabalho foi motivado nas dificuldades de aprendizagem em Eletricidade encontrada pelos alunos ao percebermos que os livros didáticos e as aulas expositivas com quadro e pincel não são atrativas, visto que muitos alunos utilizam o livro somente para copiar e resolver exercícios sem fazer as leituras de textos sugeridas. Em virtude disso, surgiu o desejo de construir um material que pudesse contribuir para o ensino de Física, em especial ao ensino de Eletricidade, que pudesse deixar as aulas mais dinâmicas e atrativas, oportunizando aulas mais interessantes, desafiando o discente a tentar solucionar problemas de formas diferentes e divertidas.

No início da terceira série do Ensino Médio, os conteúdos introdutórios de eletricidade devem ser bem fixados pelos alunos, pois serão pré-requisitos para os conteúdos seguintes. Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, p. 76), “para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos de eletrodinâmica e do eletromagnetismo”. Nessa perspectiva, a compreensão dos conceitos de Eletricidade é indispensável para fazer uso

adequado, eficiente e seguro de alguns aparelhos eletrônicos e ainda propiciar o conhecimento da fenomenologia dessa unidade em várias situações reais.

Muitos dos temas estudados pelas Ciências estão ligados ao cotidiano dos estudantes, mesmo assim, “os professores ainda encontram grande dificuldade em despertar a curiosidade e construir o conhecimento de forma dinâmica e prática” (BRAGA; MATOS, 2013, P. 2). Assim, no ensino de Física, verificamos um enfoque exagerado das aplicações de equações, sem dar significado aos conceitos, dando à aprendizagem uma conotação mecânica. (MELO, 2015). Diante dos problemas educacionais apresentados no ensino de Física, escolheu-se o jogo como elemento principal desta pesquisa por se tratar de um instrumento lúdico e pedagógico que possibilitou a construção de conhecimentos por meio da mediação feita pelo professor/pesquisador e da investigação feita pelos alunos.

O jogo Eletro trilha foi planejado e desenvolvido a fim de ser utilizado no ensino de Física, para que o aluno possa interagir, desenvolver habilidades e autonomia durante a resolução de problemas propostos. Trata-se de um jogo investigativo que contempla três casos nos quais são abordados conteúdos relacionados à eletricidade, os alunos se tornam investigadores para observar e analisar alguns fenômenos elétricos, desvendando como eles acontecem, identificando as grandezas físicas envolvidas a fim de possibilitar aplicações de conceitos no cotidiano. Assim, com base nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, percebemos que os jogos contribuem bastante para a apropriação do conhecimento, permitindo que os alunos melhorem as relações interpessoais, trabalhem em equipe de forma cooperativa e competitiva (BRASIL, 2008).

O presente trabalho está inserido num contexto que investiga o uso de jogos como recurso auxiliar à aprendizagem de Física em especial aos conteúdos de eletricidade bem como as dificuldades conceituais dos alunos no estudo desses conteúdos. Para Bonfá *et al* (2009, p.3), “embora tenha aspectos muito relevantes no processo de ensino-aprendizagem, o jogo deve ser proposto e avaliado de forma cuidadosa, para que tenha uma finalidade pedagógica”. Pensar na implementação de um jogo educacional no ensino de Física foi uma forma de contribuir para que as aulas fossem mais dinâmicas e interativas, nas quais o prazer e a satisfação, o ensino e aprendizagem possam atuar juntos e, dessa forma, oferecer uma metodologia inovadora para nossos alunos.

Com relação à metodologia, este estudo é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa pois envolveu métodos qualitativos. Foi utilizado como fonte de pesquisa, as observações em sala de aula, questionários a partir da aplicação do material educacional estruturado na área de eletricidade, envolvendo duas turmas da terceira série do Ensino Médio

de uma escola pública estadual do Maranhão no município de Coelho Neto. Portanto, especificamente sobre o Produto Educacional, partindo da necessidade de abordar tópicos de eletricidade, foi elaborada uma proposta de material didático para o ensino dessa unidade, o qual foi implementado por meio de uma SEI.

Quanto à avaliação da aplicação do jogo a partir da SEI, frente aos objetivos da pesquisa, foram levadas em consideração as observações feitas pelo professor/pesquisador e pelos alunos. Para melhor identificar os pontos da aplicação dessa proposta, foram aplicados questionários que foram respondidos pelos alunos com o intuito de possibilitar a avaliação dos potenciais lúdicos e dos mecanismos pedagógicos utilizados.

Além da presente introdução onde se narram as razões que justificam a pesquisa e o problema investigado, a dissertação aqui apresentada encontra-se distribuída em 8 capítulos que descrevem cada etapa, sendo estruturado da seguinte forma:

O capítulo 2, apresenta uma revisão da literatura, realizada no período de março de 2017 a agosto de 2018, baseada em livros didáticos e paradidático, em artigos científicos publicados em diversos periódicos, principalmente na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, sobre trabalhos relacionados a jogos didáticos aplicados no ensino de Ciências, onde alguns abordam aspectos referentes ao ensino de Física no Brasil, dando ênfase ao ensino investigativo.

No capítulo 3, apresentamos a metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de problemas (ABRP), abordando seu conceito e aspectos relacionados à sua origem, dando ênfase ao Ensino e a Aprendizagem de Ciências nessa abordagem. Além disso, são apresentadas a teoria sóciointeracionista de Vygotsky, as características e as etapas de uma Sequência de Ensino Investigativa.

O capítulo 4 apresenta os conteúdos que foram abordados pelo jogo educacional Eletro trilha a partir da Sequência de Ensino Investigativa.

No capítulo 5 é apresentado a descrição do produto educacional, bem como foi realizado sua elaboração, materiais utilizados na sua construção, elementos que o compõem e suas regras.

No capítulo 6 apresentamos a descrição da metodologia empregada na realização da pesquisa e são apresentados também a escola e os sujeitos da pesquisa.

O capítulo 7 destina-se a descrição da aplicação da proposta didática, bem como do questionário pré-teste, do jogo didático Eletro trilha a partir da Sequência de Ensino Investigativo. São relatados as observações e o desenvolvimento da prática pedagógica. Além disso, é apresentada a avaliação dos estudantes e da proposta didática, discorrendo sobre a

análise de dados obtidos relativos à utilização do jogo Eletro trilha em sala de aula e dos questionários pós-teste e de opinião.

O último capítulo, destina-se à apresentação de algumas considerações conclusivas abordando reflexões sobre a utilização de jogos didáticos no ensino de Física, retornando ao problema da pesquisa, enfatizando os objetivos da pesquisa e algumas contribuições conferidas.

## 2 ESTUDOS ANTERIORES

### 2.1 A importância dos jogos como recursos didáticos

Neste capítulo apresentamos estudos que norteiam o desenvolvimento e a implementação do jogo Eletro trilha, que é o produto educacional desta dissertação, assim como a SEI, mostrando aspectos conceituais e os principais desafios que surgem ao trabalhar temas relacionados à Eletricidade no Ensino Médio. Há aqui uma preocupação de refletir sobre a complexidade metodológica pois “o aluno precisa interagir em todo o processo educacional, isto é, necessita refletir sobre sua ação, atuando sempre como um ser pensante”. (MELO, 20015 p. 21). Apesar disso, ainda predomina um ensino de Física conservador onde muitos professores acreditam na força do conteúdo sem levar em consideração a força do poder de reflexão que cada aluno carrega.

Esta revisão foi baseada em vários trabalhos, principalmente em artigos publicados nos periódicos brasileiros: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e dissertações do Mestrado Profissional em Ensino de Física. Tanto os periódicos quanto as dissertações consultadas estão relacionados com jogos educacionais no ensino de ciências; com SEI; ensino de Eletricidade; teorias da aprendizagem de Vygotsky; ou com o método da ABRP. Com base nos PCNEM e em estratégias de ensino apresentadas por vários autores, constatamos que é possível estruturar um material didático que visa a aprendizagem de Física com envolvimento ativo dos alunos em sala de aula, sendo o professor, o principal mediador dessa aprendizagem.

Pensar na utilização de um jogo no ensino de Física foi uma forma de contribuir para o ensino desse componente curricular de forma interativa que pudesse provocar o prazer e a satisfação, de modo que o ensino e a aprendizagem possam atuar juntos e oferecer assim um sentido inovador à educação. Melo (2015) compreende que o jogo apresenta possibilidades de relacionar componentes curriculares e oferece um contexto em que a prática interdisciplinar conduz a atividade docente em sala de aula. Nessa perspectiva “a ideia de usar jogos como ferramentas ativas no processo de ensino e aprendizagem vem se fortalecendo nos últimos anos, com inúmeros grupos de trabalhos espalhados pelo mundo e inúmeros encontros focados nessa área”. (ALMEIDA, 2016 p. 8).

De acordo com Grando (2000), a necessidade do homem em desenvolver as atividades lúdicas, propicia a criação de diversos jogos e brincadeiras que podem oferecer o prazer e

diversão. Quando um estudante interage com um determinado instrumento, muitas vezes sente-se estimulado a buscar respostas de como utilizar aquele instrumento, estar cultivando uma curiosidade e buscar aprender algo novo ou aplicar conhecimentos já adquiridos. Assim, a ludicidade despertada por um jogo educacional, por exemplo, é acompanhada por uma visão crítica, onde, utilizando de conhecimentos prévios, seja do senso comum ou da Ciência, o estudante tenta explicar o que acontece com aquele instrumento.

## 2.2 O jogo didático no ensino de Física

De acordo com Antunes (1998), a palavra jogo tem origem latina, *jocu*, que quer dizer gracejo, e na concepção etimológica, expressa uma maneira de brincar, de se divertir e passar o tempo, mas regida por regras que necessitam ser verificadas. Platão (427 – 348) mencionava que as primeiras atividades das crianças deveriam estar voltadas à utilização de “jogos educativos, praticados em comum pelos dois sexos, sob a vigilância e em jardins de crianças”. Huizinga (2008, p. 21) fala sobre a importância do jogo ao afirmar que “nele se verificam todas características lúdicas: ordem, tensão, movimento, mudança, solenidade, ritmo, entusiasmo”.

Melo (2011) e Ribeiro, (2008) aproveitam para ressaltar que a utilização de jogos nas aulas de Física oportuniza, ao aluno, ocasiões interessantes ao ensino de Ciências, pois o discente é desafiado, formula perguntas, tenta soluções diferenciadas, reconsidera algumas situações, reflete e reformula suas atitudes, vive relações diversificadas, isto é, presencia etapas de resoluções de problemas. Assim, o elemento lúdico presente no jogo, deve ser utilizado na interação entre o aluno e o conhecimento, a fim de proporcionar a formação de novos conceitos e o desenvolvimento de novas habilidades que contribuirão para uma aprendizagem futura.

Por que utilizar jogos no ensino de Física? Existe alguma relação de proximidade entre o jogo e a Física? Melo (2015) ressalta a importância do jogo na educação, onde não contempla repetições mecânicas, mas sim, o exercício da inteligência. A proposta de desenvolver um jogo educacional de tabuleiro para trabalhar conceitos básicos de eletricidade no Ensino Médio foi inspirada inicialmente e em alguns trabalhos já apresentados e publicados em diversos periódicos brasileiros, em especial o jogo Célula Adentro<sup>1</sup> que é um jogo de tabuleiro voltado para o ensino de Biologia em que são trabalhados diferentes casos sobre a Célula.

---

<sup>1</sup> O jogo Célula Adentro foi desenvolvido no Instituto Oswaldo Cruz, por um grupo composto de cientistas, pesquisadores da área de ensino, professores dos ensinos médio e superior e estudantes de pós-graduação. Disponível em: <<http://celulaadentro.ioc.fiocruz.br/jogo/sobre>>. Acesso em: 02 out. 2018.

Os estudos de Campos (2003) apontam que o jogo didático se constitui em um importante recurso para o professor ao desenvolver a habilidade de resolução de problemas, favorecer a apropriação de conceitos e atender às características da adolescência. Para Vygotsky (1992), o lúdico influencia o desenvolvimento da criança. Portanto, o jogo ajuda o aluno a aprender a agir, a despertar a curiosidade, a adquirir iniciativa, autoconfiança, proporcionando o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração. Para Gomes (2001), o jogo educacional pode ser utilizado para atingir determinados objetivos pedagógicos, sendo uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem. Os jogos educativos vêm sendo muito utilizados no ensino de Ciências, visto que as práticas tradicionais não estão provocando tanta curiosidade entre os alunos.

Nesse contexto, a relação professor/aluno, conteúdo escolar e materiais didáticos dão as contribuições para a compreensão dos processos envolvidos na construção de conhecimentos pelos alunos. De acordo com Pereira, Fusinato e Neves (2000), o jogo educativo é um material didático muito importante que o professor pode ter à sua disposição e, quando aliado a outras práticas pedagógicas como trabalhos em equipe e monitorias, revela um grande potencial. Os estudos de Carvalho (2017) e Melo (2015) mostram que a utilização de jogos no ensino de Ciências tem-se revelado como um interessante recurso pedagógico que pode auxiliar professores do Ensino Fundamental e Médio em sala de aula. Dessa forma podemos considerar o jogo educacional um excelente instrumento que pode ser usado para ensinar Física por meio de investigação.

Pereira, Fusinato e Neves (2000, p. 17) entendem que: “com base nas características que definem os jogos, que o aspecto afetivo se manifesta na liberdade de sua prática, essa, inserida num sistema que define por meio de regras que são multáveis, no entanto, são aceitas espontaneamente”. Dessa forma, podemos trabalhar os jogos educacionais de várias maneiras em sala de aula, como por exemplos: Para abordar conteúdos; para realizar atividades avaliativas; e revisar conteúdos para a prova.

Para um trabalho sobre estratégias para o ensino de Física por investigação, os jogos didáticos estão entre as diversas possibilidades discutidas. Levando em conta as dificuldades na realização de outras atividades, como na realização de experimentos investigativos, o jogo de tabuleiro tem se mostrado como uma modalidade de recurso didático necessária para a promoção de um ensino dinâmico e criativo. Schwarz (2006), também menciona que a produção e a prática de jogos são muito importantes, não só para a aprendizagem dos

estudantes, mas também a dos professores, onde esses instrumentos de aprendizagem são uma ferramenta valiosa, pois promovem o prazer de aprender e mobilizam o desejo de conhecer.

Jogos ou brincadeiras ou brinquedos pedagógicos são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar uma aprendizagem significativa, estimular a criação de um novo conhecimento e despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória: uma aptidão ou capacidade cognitiva e apreciativa específica, que possibilita a compreensão e a intervenção do indivíduo nos fenômenos sociais e culturais e que ajude a construir conexões. (ANTUNES, 1998, p. 38).

Essas habilidades são essenciais na vida de um estudante, principalmente no que diz respeito à sua inteligência. Outras habilidades que contribuem muito para o aprendizado de Física são decifrar e comparar, desenvolvidas ao trabalhar a capacidade lógico-matemática. O quadro 1 mostra as habilidades operatórias que podem ser desenvolvidas no estudante e devem ser ajustadas ao planejamento do professor, ao desenvolvimento do jogo e às especificidades dos conteúdos trabalhos.

**Quadro 1 – Habilidades operatórias.**

<b>Ensino Fundamental</b>	<b>Ensino Médio</b>
Enumerar	Refletir
Transferir	Criar
Demonstrar	Conceituar
Debater	Interagir
Deduzir	Especificar
Analisar	Ajuizar
Julgar/Avaliar	Discriminar
Interpretar	Revisar
Provar	Descobrir
Concluir	Levantar Hipóteses
Sintetizar	

Fonte: Antunes, adaptado (1998, p. 38).

O quadro 1 apresenta várias habilidades que podem ser desenvolvidas concomitantemente, mas é interessante que o professor faça orientações necessárias e as direcione ao trabalhar as regras e fundamentos. Melo (2015) salienta ainda que os jogos desenvolvem algumas inteligências e de forma sistematizada elas são apresentadas no seguinte esquema.

**Quadro 2 - Habilidades proporcionadas pelos jogos educacionais.**

<b>Inteligência</b>	<b>Onde se manifesta</b>
Inteligência Linguística	No vocabulário, na gramática e na memória verbal
Inteligência Lógico – Matemática	Na concentração, operação e pensamento lógico
Inteligência Espacial	Orientação espacial e temporal e criatividade
Inteligência Musical	Percepção, discriminação e compreensão de sons
Inteligência Corporal	Coordenação visual motora e tátil.
Inteligência Naturalista	Momentos de curiosidade descoberta e interação
Inteligência Pictórica	Conhecimento de objetos cores forma e tamanho
Inteligência Pessoal	Na percepção do corpo e no relacionamento social

Fonte: Melo, adaptado (2015).

Podemos observar que cada uma das inteligências apresentadas está relacionada ao desenvolvimento pessoal do indivíduo que deve compor algumas habilidades, o que ressalta a importância da utilização dos jogos num trabalho que envolve atividades lúdicas, ao integrar um ensino prático e concreto. Segundo Almeida (1987, p. 22), para um jogo educacional “seus objetivos são a estimulação das relações cognitivas, afetivas, verbais, psicomotoras, sociais, a mediação socializadora do conhecimento e a provocação para uma reação ativa, crítica dos alunos”. Dessa forma, jogo educativo pode ser entendido como um importante instrumento que o professor pode utilizar no seu planejamento pedagógico, onde pode ainda apresentar conhecimento científico a partir das regras, cartas, pista ou outros elementos.

Na pesquisa realizada a partir dos materiais consultados constatou-se que nas últimas décadas alguns jogos de tabuleiro que podem ser utilizados em sala de aula, foram desenvolvidos no ensino de Ciências, principalmente nas áreas de Biologia e Física para o Ensino Médio e em Ciências para o Ensino Fundamental. Um jogo educativo é mais um material didático de apoio que o professor pode ter à sua disposição (Pereira, 2009). O jogo Conhecendo a Física é um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas onde são abordados os conteúdos mecânica, termodinâmica, óptica, hidrostática, ondulatória e eletromagnetismo. (PEREIRA; FUSIANATO; NEVES, 2000).

Outro jogo é Kronus. Trata-se de um jogo com viés investigativo e de caráter pedagógico, onde há pontos de interrogação em algumas casas do percurso dos peões, que correspondem às perguntas a serem respondidas pelo jogador. (BRAGA; MATOS, 2013). Esse jogo foi desenvolvido para deixar as aulas de Biologia mais interessantes e aborda vários conceitos trabalhados nas aulas de Genética. Já o jogo Onde está Osama é um jogo que pode ser aplicado tanto a alunos do Ensino Médio quanto a alunos do Ensino Superior para a

aprendizagem do conceito de soma vetorial. Segundo Fragelli e Mendes (2012), essa atividade consiste em um jogo desenvolvido para provocar o máximo de engajamento dos alunos com o conteúdo ministrado a fim de deixar as aulas mais interessantes e despertar a curiosidade dos alunos.

É apresentado também o jogo de tabuleiro Vila da Dica, onde é feita uma abordagem da Física do cotidiano em uma amostra itinerante do Museu de Ciências da DICA - Diversão com Ciência e Arte da Universidade Federal de Uberlândia, em Minas Gerais. Esse jogo é colaborativo e procura envolver a Física no cotidiano, sendo que o fator principal de seu desenvolvimento foi promover uma atividade onde os visitantes do museu pudessem ter contato com os outros em uma discussão participativa sobre Física. (BOMFÁ, *et al.*, 2019). O jogo educativo Viajando pelo Universo foi idealizado para atuar como um organizador prévio no ensino de Física, em especial, do conceito de Mecânica em assuntos de Gravitação Universal – Leis de Kepler. (MELO, 2011). O jogo Força e Movimento é apresentado como uma ferramenta que trabalha conteúdos de Dinâmica na 2ª série regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA), buscando uma motivação para a aprendizagem dos alunos em Física. (BERNARDES; GIACOMINI, 2006).

Outros jogos também já foram desenvolvidos em forma de produtos educacionais para a Física, como o Jogo de tabuleiro para o Ensino de Física que foi desenvolvido envolvendo conceitos relacionados ao cotidiano dos alunos. Nesse jogo são trabalhados conteúdos de mecânica, termodinâmica, ondulatória, óptica e eletromagnetismo. Além disso ele contempla cinco casos: casa, parque de diversões, supermercado, lojas de som e luz, centro automotivo e centro esportivo. Segundo Favaretto (2017), esse jogo promoveu a discussão de conceitos físicos, associada ao trabalho em grupo e observou-se que a interação entre os alunos e o diálogo foi frequente em sala de aula na utilização desta metodologia.

Outro jogo que merece destaque no ensino de Física é o Jogo educacional para o ensino básico de Relatividade Galileana que é um jogo virtual do tipo *role-playing game* (RPG), que pode ser utilizado pelos professores como atividade extraclasse. De acordo com Almeida (2016), os jogos desse tipo são necessariamente em primeira pessoa, o que estimula o aluno a ser a figura principal, e são baseados em uma estrutura de missões ou problemas, geralmente designadas como questões. Para esse autor, essas características são muito parecidas com às das atividades investigativas, que se baseiam no protagonismo do aluno na construção do conhecimento e na estrutura de perguntas guias.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, iremos discorrer sobre a natureza complexa da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), sua origem e história bem como suas características mais relevantes. Além disso, abordaremos seu conceito, os modelos curriculares orientados para essa metodologia e aspectos relacionados ao Ensino e a Aprendizagem das Ciências alinhados a essa metodologia. Ainda neste capítulo, serão apresentados a teoria Sociointeracionista de Vygotsky que norteou essa pesquisa, e o conceito de uma sequência de ensino investigativa (SEI), bem como as suas etapas que orientaram a produção e aplicação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa. Iremos mostrar como uma SEI pode ser desenvolvida e aplicada, detalhando seu planejamento e as interações didáticas proporcionadas por suas atividades.

#### 3.1 Aprendizagem baseada na resolução de problemas

Os primeiros indícios da metodologia ABRP remontam à 1920, de acordo com os estudos de David *et al.* (1999), com Célestin Freinet, professor e pedagogo francês que lutou na Primeira Guerra Mundial em 1914 e regressou com graves feridas, pois os gases que eram tóxicos do campo de batalha danificaram seus pulmões para o resto de sua vida. Essa incapacidade levou-o a comprometer com a perspectiva do ensino tradicional expositivo onde ele necessitava constantemente ensinar conteúdos aos alunos, e a procurar por uma nova metodologia para ensinar, que melhor se adequasse às suas novas necessidades físicas. Dessa forma, David (1999) ressalta que Célestin Freinet desenvolveu um sistema onde os alunos davam conta de sua própria aprendizagem, foram motivados a serem criativos e cooperativos. Esses aspectos foram primordiais para o surgimento da ABRP que levou quase meio século para ser reinventada, pois segundo David *et al.* (1999), muitas das ideias de Célestin Freinet eram revolucionárias para a época em que predominava o ensino tradicional.

Existem também outros registros da ABRP que são relatados por Delisle (2000) e por Hill e Smith (2005), ao afirmarem que se trata de uma perspectiva de ensino e aprendizagem por descobertas. Os estudos de Alexandre (1996) apontam que o modelo de aprendizagem por descobertas é uma maneira de um aluno aprender algo por si mesmo, graças a seus próprios esforços e méritos. Dessa forma, para Pozo e Crespo (1998), o aluno deverá ser instigado a investigar e procurar suas próprias respostas ou soluções. Assim, o professor não irá introduzir conceitos nem dar instruções para solucionar problemas, mas criará condições favoráveis para

solucioná-los, ou seja, terá o papel de um guia ou mediador que promoverá estratégias para a aprendizagem (ALEIXANDRE, 19996).

As origens mais recentes da ABRP e o uso de seu termo deram-se com os estudos de autores “que apontam o crédito para a introdução e o desenvolvimento da ABRP à Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, em Hamilton, em Ontário, Canadá, em 1969 (CARVALHO, C. 2009 P. 22). Segundo Borochovicus e Tortella (2014), havia o desejo de melhorar a forma como a medicina estava sendo ensinada em McMaster, assim seu reitor John Evans selecionou quatro jovens médicos para formar um comitê de educação com intuito de permitir que seus estudantes de medicina tivessem habilidades de resolver problemas e juntar, avaliar, interpretar e aplicar uma grande quantidade de informações que trouxessem melhores respostas aos pacientes. Atrie (2009) menciona que os jovens médicos saíram em busca de inspiração e o modelo que mais os agradou foi o método de estudo de caso da Harvard Business School, nos Estados Unidos, onde havia o envolvimento de grupos discutindo casos práticos.

Essa metodologia, conforme Savin-Baden e Major (2004), seguiu também a outros continentes sendo que a mesma chegou à Europa em 1974 pela Escola Médica da Universidade Maastricht, na Holanda e pela Escola Médica da Universidade de Manchester, na Inglaterra. Sousa & Dourado (2015) mencionam que a ABRP é um método de aprendizagem que, nos últimos anos, tem conquistado espaço em inúmeras instituições educacionais de ensino nos cursos de graduação e de pós-graduação e no ensino básico em diversa disciplinas. Esses são os vestígios mais difundidos da ABRP, mas acreditamos que existem outros percursos dessa metodologia que utilizaram algo parecido em outras regiões e outras épocas.

### **3.1.1 O ensino e a aprendizagem das ciências numa abordagem da aprendizagem baseada na resolução de problemas**

A definição de ABRP varia de autor para autor, e muitas delas se complementam dando contribuições para vários estudos. Para Levin (2001), a ABRP trata-se de um método instrucional que estimula os estudantes a pôr em prática seu próprio pensamento de forma crítica, competências de resolução de problemas do cotidiano, pode ser uma ferramenta para alimentar os tipos de aprendizagem ativa. Davis e Harden (1999), ressaltam que a ABRP é um método de ensino que abrange um conjunto de métodos de ensino que está à disposição dos professores, compreendem também que se trata de uma aprendizagem ativa encorajada e centrada num problema. No entendimento de Delisle (2000), a ABRP é uma técnica que cria condições de aprendizagem ao mostrar aos estudantes uma situação que gera um problema que

precisa ser resolvido, sendo que este pode apresentar diversas soluções. Já Esteves (2005) define-a como sendo um percurso da vida real, mencionando que é um processo que enfatiza a aprendizagem centrada no aluno, pois este deve ter um papel fundamental na busca de pistas e estratégias na resolução de problemas.

A partir dos anos 70, houve uma rápida divulgação da ABRP pelo mundo, devido principalmente às suas características mais atrativas, como a capacidade de pensar criticamente, capacidade de resolver problemas do mundo real e de trabalhar em equipe (CARVALHO, 2009). Neste sentido, “cada problema é condutor de uma série de aprendizagens e raramente ou nunca há recurso, por parte do professor, ao método expositivo CARVALHO, 2009 p. 25). Assim a ABRP atrelada a um recurso didático, pode ser utilizada pelo professor para melhorar a aprendizagem dos alunos, principalmente daqueles menos desenvolvidos e busca propiciar neles a capacidade de pensar criticamente diante de algum fenômeno ou situação problema.

Carvalho (2009), entende que os problemas ativam o conhecimento prévio dos alunos, especulam hipótese, explicações e imaginam soluções múltiplas para resolverem, sendo que muitas vezes precisam procurar novos conhecimentos para fazer relações aos que já possuem, possibilitando a redefinição destes para ser usado na resolução dos problemas.

De acordo com Leite & Esteve (2005), para solucionar um problema com enfoque na ABRP, essa metodologia é englobada em quatro estágios, Quadro 3.

**Quadro 3 – Estágios da ABRP.**

<b>Estágios</b>	<b>Em que consiste</b>
Primeiro estágio	Seleção do contexto do problema e organização dos materiais utilizados
Segundo Estágio	Alunos se deparam com o contexto problemático e planejam estratégias para buscar soluções
Terceiro estágio	Os alunos põem em prática as estratégias e analisam as fontes consultadas
Quarto estágio	Síntese e reflexão das solução formulada ao problema proposto

Fonte: Leite & Esteve, adaptado (2005).

Acreditamos que a ABRP seja uma metodologia inovadora que pode resgatar no aluno o interesse e motivação pelos temas que estão sendo trabalhados nas disciplinas, sendo que o problema é muito relevante para os alunos iniciarem um processo de ensino e aprendizagem. “São cada vez menos alunos que encontram relevância e contexto para atividades na sala de

aula nas suas vidas, ou seja, que encontram experiências de aprendizagem que façam sentido para eles nos modelos curriculares mais tradicionais” (CARVALHO, 2009 p. 37). Nesse sentido, o ponto de partida para a aprendizagem numa abordagem ABRP deverá ser sempre situações problemas que despertem nos alunos o desejo de investigar e solucionar problemas do cotidiano de forma cada vez mais eficiente e autônoma.

Boa parte dos professores adota em suas aulas um modelo clássico de ensino, em que o principal transmissor de conhecimento é o professor, ensinando seus alunos de forma expositiva e muito rigorosa. Essa visão básica de ensino, sofre grandes alterações, com a implementação da ABRP, o que pode levar a algumas relutâncias e preocupações por parte dos professores que desejam utilizá-la (CARVALHO 2009). Com o uso dessa metodologia, os professores, encorajam os estudantes a interagir com seus colegas em sala de aula, reforçam os conhecimentos adquiridos e os apoiam durante as dificuldades encontradas.

Para Savin-Baden e Major (2004), a inclusão da ABRP no processo de ensino e aprendizagem provoca algumas alterações significativas no papel dos alunos as quais são representadas no Quadro 4, de acordo com Lambros (2004).

**Quadro 4 - Mudanças provocadas pela ABRP no papel do aluno.**

<b>Aluno no ensino tradicional</b>	<b>Aluno na ABRP</b>
Ouvinte passivo	Interveniente ativo
Evita emitir opiniões	Opina espontaneamente Expõe e argumenta sua posição
Valoriza a memorização	Valoriza as suas lacunas conceituais Valoriza a compreensão dos conteúdos
Compete	Coopera, colabora e partilha
Aprendizagem centrada no professor	Aprendizagem independente ou em equipe
Aprendizagem por transmissão-recepção	Aprendizagem auto direcionada
Professor e manuais vistos como exclusivos de conhecimento Procura a resposta correta	Fontes de conhecimento variadas Procura soluções múltiplas

Fonte: Lambros, (2004).

Nesta perspectiva, a ABRP possui grandes possibilidades de ser bem-sucedida na Educação não só em Ciências, mas também em outras áreas do conhecimento, pois diversos autores já testaram a sua importância no desenvolvimento de competências de resolução de problemas (CARVALHO, 2009). Portanto, por meio do uso consistente dessa metodologia, os alunos aprenderão tornar-se menos dependentes e serem mais investigadores para buscar

soluções de problemas, a fim de que não fiquem esperando tudo pronto, vindo do professor. Desta forma, tornam-se mais preparados, confiantes e buscam suas próprias respostas.

### **3.1.2 Utilização da aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino e na aprendizagem de Física**

A motivação dessa pesquisa é também conhecer os efeitos da ABRP, visto que essa metodologia vem sendo muito utilizada no Ensino de Ciências e em várias áreas do conhecimento, quebrando vários paradigmas do ensino tradicional<sup>2</sup>. À medida que a ABRP foi se difundindo nas Faculdades de Medicina para outros ramos do conhecimento, iniciaram estudos da sua aplicação em outras áreas, principalmente, nas Ciências Físico-Químicas (Carvalho, 2009). Nessa perspectiva, essa metodologia é destacada de acordo com Pozo (1998, p. 180):

Ensinar os alunos a resolver problemas supõe dotá-los da capacidade de aprender a aprender, no sentido de habituá-los por encontrar por eles mesmos respostas às perguntas que os inquietam ou que precisam responder ao invés de esperar uma resposta já elaborada e transmitida pelo livro-texto ou pelo professor.

Portanto cabe ao professor ser o mediador entre a linguagem que o aluno adquire no dia a dia e a linguagem científica. Para Freire (1999), o educador precisa saber que ensinar não é apenas transferir conhecimento ao aluno, mas também, criar as possibilidades para sua produção ou a sua construção. Isso nos faz refletir sobre os modelos tradicionais de ensino que considera o conhecimento como um conjunto de informações transferidas ao aluno, mas que há o desafio de descobrir novos meios ou ferramentas que permitam ensinar de acordo com o que a sociedade moderna demanda.

Para criar um ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento investigativo dos alunos, buscou-se apoio nesse pressuposto teórico que é a ABRP. Em síntese, a Metodologia da Problematização tem uma orientação geral como todo método, caminhando por etapas distintas e encadeadas a partir de um problema detectado na realidade (BERBEL, 1998).

---

<sup>2</sup> No ensino tradicional o professor privilegia aula expositiva tornado assim o aluno um memorizador de conteúdos que geralmente não fazem parte do seu cotidiano, ou seja, um ser passível, sem fazer questionamentos e por que não dizer incapaz de agir e pensar criticamente.

OLIVEIRA. J. S. **Ensino tradicional, novo fazer pedagógico e suas influências na educação de jovens e adultos**. Campina Grande, p. 5 – 25, 2011.

Para Carvalho (2009), os problemas abertos apresentam situações complexas, favorecem a aplicação de conteúdos e possuem soluções variáveis, enquanto os problemas fechados apresentam situações replicáveis, favorecem a memorização de conteúdos e possuem solução única. Os problemas abertos podem ter três funções diferentes para o professor quando estiver trabalhando determinado tema, ou seja, de acordo com o momento do processo de ensino e aprendizagem em que em que são administrados (LEITE; ESTEVES, 2006), de acordo com o Quadro 5.

**Quadro 5. Tipos de funções dos problemas abertos.**

<b>Momento de aplicação no processo de ensino e aprendizagem</b>	<b>Função do problema</b>
No início do processo	Estabelecimento de pontos de partida para as aprendizagens
Durante o processo	Ampliação dos conhecimentos aprendidos
No final do processo	Aplicação das aprendizagens realizadas

Fonte: Leite e Esteve (2006).

Nos problemas abertos o professor pode avaliar o nível de compreensão atingido pelos alunos em relação aos temas trabalhados, o que possibilita recuperar o nível de atenção daqueles que não acompanham as explicações durante as aulas. Podemos perceber que a primeira função dos problemas abertos, demanda os conhecimentos prévios que podem ser explorados em atividades práticas que não exigem habilidade especial para ser executadas. Durante o processo, o aluno será instigado a desenvolver seu pensamento criativo e argumentativo, e no final do processo, a situação problemática provocará o aluno a rever conceitos e produção de ideias.

O professor de Física tem a possibilidade de recorrer aos problemas abertos que são geralmente comparados aos que existem na vida cotidiana dos alunos. Para Pozo e Crespo (1998), os problemas abertos não visam uma solução exclusiva, ajudam os alunos a expressarem suas ideias e a refletirem sobre elas. Portanto, também é possível em sala de aula, utilizar o ensino por investigação atrelado à ABRP como forma de proporcionar e oferecer aos estudantes, oportunidades de elaborar estratégias e planos de ação para resolver problemas de Física.

### **3.2 Teoria Sociointeracionista de Vygotsky**

Aqui apuraremos a relação existente entre a teoria sócio interacionista de Lev Vygotsky, uma pedagogia centrada no aluno e no professor, mediante a importância de instrumentos

pedagógicos e de signos no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, traz uma discussão à perspectiva de Vygotsky como o desenvolvimento e aprendizagem do aluno estão ligados num contexto social.

Em todos os níveis de escolaridade, teremos como referências para compreender melhor os processos de ensino e aprendizagem, as teorias de aprendizagem de Vygotsky. Todos os ensinamentos que podemos retirar das pesquisas e teorias vygotkianas são muito relevantes para nos orientar para a produção de novos conhecimentos pelos alunos. Vygotsky se destacou também pelo estudo do social e, para Carvalho (2013), ele tem uma grande importância para o processo de ensino e aprendizagem quando trata do embasamento de práticas de ensino de Ciências por investigação.

Moreira (2011), ressalta a importância da visão de Vygotsky sobre o aprendizado do aluno, como algo que está ligado à sua realidade social e cultural. Dessa forma a realidade na qual o aluno está inserido constitui um fator determinante no processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, “a aprendizagem só pode ocorrer se existir pelo menos três pontos no processo de ensino e aprendizagem: o afetivo, o cognitivo e o social” (RUSSO, 2017 p. 20). É muito importante para o professor, a partir desses três eixos, produzir sua abordagem pedagógica, e direcionar a aprendizagem, e relacionando a mesma às práticas em sala de aula, de modo que haja uma interação acerca dos conceitos estudados e com o que é vivenciado pelo aluno.

Para Machado e Santos (2015), o sujeito constrói seu conhecimento com base na experiência com o mundo físico, ao interagir com ele, e precisa estar preparado para fazer uso dos aspectos linguísticos. Assim, o sóciointeracionismo implica a previsão de práticas educativas diversificadas que proporcionem atividades dinâmicas com ludicidade e estimulem a cognição.

Kohl (1990), ressalta que a relação entre os processos de desenvolvimento e de aprendizagem são centrais no pensamento de Vygotsky. De acordo com Vygotsky (1984), o ensino está fundamentado em dois temas. O primeiro e o mais importante é que “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais”. O segundo está pautado no fato de os processos sociais e psicológicos humanos “se firmarem por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que mediam a interação entre os indivíduos e entre este e o mundo físico”.

Vygotsky procura explicar como o conhecimento produzido pelo homem é relevante a partir da interação social. As mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais onde a discussão e aceitação do conhecimento veio modificar toda interação professor/aluno em sala de aula (Vygotsky, 1984). Quando o professor leva um problema para

a sala de aula para ser solucionado pelos alunos a partir do uso de algum recurso lúdico, os alunos saem de sua zona de conforto e passam a interagir e socializar informações e produzirão novos conhecimentos.

### **3.2.1 A construção do conhecimento na perspectiva de Vygotsky**

Na visão de Vygotsky, “todo produto mental, principalmente o conhecimento, é inerente a uma autoconstrução do próprio sujeito, que adquire dados oferecidos pelos outros ou pelos fenômenos do meio natural e social” (DÍAZ, 2011 p. 46). Dessa forma, o meio externo, ou seja, o meio ambiente e o meio social são muito importantes para a construção do conhecimento de um indivíduo e oferece condições para o seu desenvolvimento.

Kohl (2012), ressalta que para Vygotsky, sob a perspectiva da teoria sócio interacionista, a aprendizagem ocorre através da interação social, onde através das relações os sujeitos trocam ideias, leituras e experiências que culminarão na produção de conhecimentos. Assim, o desenvolvimento de uma pessoa é significativamente proporcionado pelas interações sociais e, na sala de aula, as trocas de experiências levam os alunos a instigarem situações que propiciam novas descobertas e novos conhecimentos.

Díaz (2011) destaca a importância que Vygotsky dava aos novos aprendizados a partir da relação consciente que o aprendiz estabelece entre o que já sabe e o que quer saber. Portanto, para ocorrer a aprendizagem, a interação social deve acontecer dentro de uma zona que estabelece o desenvolvimento atual e o nível de desenvolvimento que o indivíduo vai adquirir dentro de um potencial mais elevado. Isso caracteriza a zona de desenvolvimento proximal, dentro da qual a interação social deve acontecer para que ocorra a aprendizagem.

De acordo com Carvalho (2013, p. 4), a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é conceituada como:

Distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver um problema sem ajuda, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de um problema sob orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro.

Dessa forma, podemos perceber que, para um aluno em sala de aula, o seu desenvolvimento real o torna capaz de resolver situações utilizando seu próprio conhecimento de forma dinâmica e autônoma como algo já consolidado, enquanto o seu desenvolvimento potencial está relacionado com a sua capacidade de resolver problemas graças aos conhecimentos e habilidades que ele pode desenvolver com a orientação do professor ou de um

colega. A partir do conceito de zona de desenvolvimento proximal, podemos compreender por que os alunos se sentem encorajados em atividades em grupos, visto que eles têm oportunidade de trocar ideias e ajudar-se mutuamente.

De acordo com Holman (2013, p. 97), para Vygotsky, as atividades dos seres humanos, em todos os estágios do desenvolvimento e organização, são produtos sociais e precisam ser vistas como desenvolvimento históricos, não como mero desenvolvimentos interpessoais. Portanto, para Vygotsky a construção do conhecimento de um sujeito acontece a partir de dados oferecidos pelos outros ou pelo que ele vivencia no meio natural.

Dessa forma, para Vygotsky (2003, p. 118), “o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas”. Nessa perspectiva, Vygotsky relaciona a posição interacionista entre o meio e o sujeito e pressupõe também a sua formação psicológica que nos ajuda a compreender melhor a relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento.

### **3.2.2 Os signos e os instrumentos no ensino por investigação**

Moreira (2011) relata a visão de Vygotsky sobre a aprendizagem como algo que está ligado à realidade social e cultural do aluno e para isso ele deve utilizar-se de signos que possuem significado e são utilizados para compreender o meio em que estão envolvidos e são determinantes do processo de aprendizado. Entre os artefatos sociais e culturalmente construídos, o mais importante é a linguagem e sua utilização provoca a transformação do funcionamento da mente e não apenas um meio facilitador dos processos mentais que já existem (VYGOTSKY, 1984). Dentre os signos, a linguagem tem um importante papel de mediação na internalização das funções mentais superiores (LURIA, 1988). A linguagem verbal<sup>3</sup> é bastante útil na mediação do conhecimento em sala de aula numa atividade investigativa realizada em equipe.

É importante ressaltar que “a linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções” (CARVALHO, A. 2013 p. 7). Para explicar a importância da linguagem no desenvolvimento científico, Lemke (1997) faz referência a Vygotsky (1984) e

---

<sup>3</sup> A linguagem verbal utiliza palavras para estabelecer a comunicação, sendo utilizadas tanto na escrita como na oralidade. Disponível em: <<https://www.normaculta.com.br/tipos-de-linguagem-linguagem-verbal-e-nao-verbal/>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

entende que é preciso levar os alunos da linguagem cotidiana à linguagem científica e essa transformação, para a construção de significados aceitos pela comunidade científica, tem um papel importante na construção de conceitos. Para Vygotsky, as formas iniciais de conhecimento, que seria o acesso do sujeito aos objetos de conhecimento, se dá de forma mediática, possibilitada pelos sistemas semióticos, destacando-se o papel da linguagem (VYGOTSKY, 1996).

Moreira (1984) destaca que para Vygotsky uma pessoa só adquire cultura, linguagem e desenvolve o raciocínio se estiver inserido no meio com os outros. A aquisição da linguagem surge a partir da interação entre pelo menos dois indivíduos, pondo a mediação como o fator primordial no desenvolvimento desse processo (MACHADO & SANTOS, 2015). Portanto, o meio social e a interação entre as pessoas culminam num fator determinante para a construção do conhecimento.

De acordo com Machado e Santos (2015), uma das linhas que influenciam e inspiram a concepção de linguagem é o interacionismo social que é uma corrente que considera que o indivíduo tenha um papel ativo na construção do conhecimento por meio da participação (mediação) do outro. Por meio da linguagem, ocorre a comunicação em sala de aula entre os alunos e professor e situações imaginárias têm significado, forma e produz novos sentidos.

Além da linguagem, os instrumentos possuem um papel muito importante na construção do conhecimento. Diaz (2011, p. 58), nos diz que para Vygotsky, “em todo o desenvolvimento humano os sujeitos utilizam instrumentos que lhe permitem atuar sobre a realidade natural e social para explorá-la em seu proveito individual e coletivo e, ao mesmo tempo, transformam-se a si mesmo”. Os instrumentos são utilizados em atividades mediadas para orientar o comportamento humano na internalização das funções psicológicas (VYGOTSKY, 1978).

Os instrumentos são elaborados para um objetivo específico, possuem finalidades específicas, além do modo de ser desenvolvido e utilizado, sendo, dessa forma, um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e a sua realidade (OLIVEIRA, 1992). Para Vygotsky (2002), o papel do instrumento é de condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; e, como ele é orientado externamente, deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Nessa perspectiva, o jogo educacional de tabuleiro é considerado um instrumento, pois é desenvolvido para facilitar determinados objetivos e atuar como mediador e facilitador da aprendizagem dos alunos, ampliando possibilidades de intervenções feitas pelo professor.

### 3.2.3 A mediação

De acordo com Oliveira (1997; p. 27), “a relação entre aluno e realidade está ligada a uma mediação que provém, basicamente, de dois meios: por instrumentos e por signos”. Portanto, para a mediação ser consolidada em uma atividade em sala de aula, ela necessita do instrumento e do signo que são dois elementos básicos que constitui esse processo.

Conforme Fagundes e Pinheiro (2014, p. 16), “desenvolver melhorias na atividade educacional é uma necessidade que deve ter o professor como mediador, ativador do conhecimento”. Dessa forma, a prática de ensinar e aprender está ligada à interação entre aluno/aluno e principalmente, entre professor e aluno. Na apropriação do conhecimento geralmente existe uma mediação, os instrumentos e situações, de forma direta ou indireta (quando utilizam “signos” através dos quais anunciam sua presença), contribuem para essa autoconstrução (DÍAZ, 2011).

Dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem é um processo mediante o qual o indivíduo adquire informações, conhecimentos, habilidades por meio de relações com o meio e da ajuda proporcionada pelos outros. Para Vygotsky, a mediação propicia um aprendizado de alta qualidade e com grande potencialidade temporal e aplicativa, pelo que ele o denomina bom aprendizado, a mediação em sala de aula implica ajuda, implica um esforço por parte do professor que media, como por parte do aluno que é mediado (DÍAZ 2011).

Assim o aluno tem a capacidade de aprender coisas novas e isso depende dos conhecimentos que já possui, ou seja, dos conhecimentos prévios. É importante também que o professor tenha o papel de auxiliar o aluno a fim de que ele possa sistematizar e absorver os novos conhecimentos adquiridos. Carvalho (2013) valor muito o papel do professor na construção do novo conhecimento dentro de uma proposta sociointeracionista, pois orienta seus alunos potencializando a construção de novos conhecimentos.

Nesse sentido Moreira (2011), ressalta a importância que o professor possui ao relacionar o conhecimento já construído pelo aluno com mediações pedagógicas, gerando um avanço no processo de ensino e aprendizagem por meio da aprendizagem que o aluno pode adquirir pela interação social. Carvalho (2017, p. 4) afirma que:

A interação social não se define apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula.

Moreira (2011) descreve que a utilização das relações socioculturais relacionando os signos, deve haver uma ligação deles aos conceitos ensinados na escola com a finalidade de promover um prazer no aluno em interiorizar o conteúdo e proporcionar o desenvolvimento cognitivo desses conceitos. Para Moreira (1999), os processos mentais superiores só podem ser entendidos se entendermos os instrumentos e signos que os mediam.

Diante da importância para o ensino, vale mencionar que “desde o momento em que o desenvolvimento das funções superiores exige a interiorização de instrumentos e signos em contextos de interação, a aprendizagem se converte em condição para o desenvolvimento potencial do sujeito” (RIVIERE, 1987, p .96). Dessa forma, podemos relacionar o ensino por investigação à teoria sociointeracionista de Vygotsky por meio da interação social, da utilização de signos e de instrumentos que oferece uma representação de significados e contribuem para o entendimento do aluno acerca do que está sendo ensinado pelo professor, constituindo uma parte significativa no processo de ensino e aprendizagem.

### **3.3 Ensino de Física por investigação**

O ensino de Física pelas características de seu conteúdo, requer dos professores estratégias pedagógicas que oportunizem aos alunos a aprendizagem. As aulas expositivas são muito utilizadas pelos professores de Física que repetem automaticamente os conteúdos e muitos alunos ficam na sala de aula transcrevendo os cálculos de forma passiva. Contudo, durante o processo de ensino-aprendizagem é importante que os alunos compreendam o conteúdo, possam ser instigados a fazer indagações e fazer análises críticas do que está vivenciando em sala de aula.

De acordo com Azevedo (2004, p. 13):

O ensino de Física por investigação possui uma abordagem no ensino de Ciências que fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com base nas evidências e a interação. Usa processo da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a fazer ciência.

Dessa forma, o ensino de Física por investigação revela-se útil para a aprendizagem, visto que as atividades investigativas na maioria das vezes “iniciam-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que conduz os alunos no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático”. (CARVALHO 2013 p. 9). Além disso, numa atividade

investigativa, os alunos não se limitam ao ensino simplesmente lúdico, mas são inseridos num processo que procura a construção de hipóteses e análise de indícios para a obtenção da solução.

De início, as atividades investigativas dizem respeito a situações problemas que irão conduzir todo o processo. É necessário após a resolução do problema, uma atividade de organização do conhecimento produzido pelos alunos. (CARVALHO, A. 2013). Portanto, o ensino por investigação precisa acontecer em um ambiente em que o professor possa conduzir a aprendizagem dos estudantes e fazer a mediação para que eles possam adquirir novos conhecimentos, visto que o aluno não deve ser considerado um agente passivo, mas sim, o agente principal do processo de ensino e aprendizagem.

Para Azevedo (2004), a utilização de atividades investigativas como ponto de partida a fim de ampliar o entendimento de conceitos é uma maneira de levar o estudante a participar do seu processo de aprendizagem. O professor como o principal mediador da aprendizagem nesse processo, deve possibilitar a aplicação do conhecimento dos alunos adquiridos em suas vivências, sendo o guia e orientador das atividades.

Os professores ao lançarem os problemas, devem fazer com que os alunos os considerem como desafios, no entanto, precisam ser bem organizados, assim terão maiores chances de serem solucionados. De acordo com Carvalho (2013 p. 10), “vários são os tipos de problemas que se pode organizar para iniciar uma SEI, [...]. Outras vezes o problema pode ser proposto com base em outros meios como figura de jornal ou internet, texto ou mesmo ideias que os alunos já dominam: são os problemas não experimentais”. Assim, o problema escolhido e o material utilizados que servirá de suporte para os alunos, devem ser bem estruturados, porque um depende do outro a fim de oportunizar aos alunos fazerem levantamentos e discussões entre si e com o professor.

Um jogo educacional é um excelente instrumento que pode ser utilizado numa atividade investigativa e as interações determinadas proporcionam torná-la atrativa para o aluno que desenvolve habilidades norteadoras durante a implementação desse tipo de atividade. De acordo com Sasseron (2015, p. 57):

Trata-se de habilidades vinculadas à construção de entendimento sobre temas das Ciências que podem estar em processo em sala de aula e evidenciam o papel ativo dos estudantes na busca pelo entendimento dos temas curriculares das Ciências. Esses indicadores referem-se ao uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

A investigação em sala de aula precisa apresentar condições para que os alunos deem soluções aos problemas e procurem relações entre grandezas observadas em algum fenômeno

apresentado por meio do uso de raciocínios, análises e comparações. Para Sasseron (2015), o ensino por investigação requer que o professor ponha em prática habilidades que propiciem os alunos a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição e com os conhecimentos já existentes.

O ensino por investigação tem se revelado muito interessante para os alunos em sala de aula e é importante também o papel do professor como um guia que vai fazer um elo entre a linguagem comum que o aluno já possui com a linguagem científica que deve ser construída e aprimorada. Isso só é possível “devido a uma sequência de ensino investigativo bem planejada para que haja discussão sobre o fenômeno a partir de problematizações, possibilitando que eles sejam interpretados [...]”. (CARMO, 2015 p. 14). Portanto, a metodologia utilizada no ensino por investigação não precisa considerar apenas os acertos, mas também os erros que podem ser discutidos e modelados pelo professor para que os alunos se engajem e possam aprimorar a busca de resolução de problemas.

### **3.4 Sequência de Ensino Investigativa - SEI**

Com base em levantamentos bibliográficos, percebemos a necessidade de uma formação dos alunos do Ensino Médio por meio de desenvolvimento de atividades direcionadas à Alfabetização Científica (AC). A AC é expressa como um processo que está ligado ao desenvolvimento de atividades que proporcionem ao aluno relacionar-se com o conhecimento científico e compreendê-lo como uma cultura (SASSERON; CARVALHO, 2008). Portanto, as atividades desenvolvidas, voltadas à AC, podem ser desenvolvidas em vários níveis de ensino e não necessariamente em um curto intervalo de tempo. Nessa perspectiva, a produção de práticas pedagógicas voltadas à AC, culminam no desenvolvimento de uma Sequências de Ensino Investigativa (SEI).

De acordo com Carvalho (2013, p. 9):

Uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico do central do conteúdo programático.

Portanto, nesse contexto, é proposto uma Sequência de Ensino Investigativa para auxiliar a implementação do produto educacional desenvolvido nesta pesquisa e abrange atividades planejadas que oferecem materiais que proporcionem interações didáticas aos alunos. Além disso, a SEI oferece condições aos alunos de aproveitar seus conhecimentos prévios e produzir novos conhecimentos, discutindo suas ideias com seus colegas e professor.

Para Azevedo (2009), Sasseron (2015), uma SEI no ensino de Física é proposta através de situações-problema que instiguem os alunos a estudar, investigar e solucionar os problemas apresentados fazendo o uso de vários recursos de ensino. O ensino por investigação fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, a comunicação e ajuda os alunos a aprender a fazer ciências por meio de processos investigativos. (SILVA, 2014). Para esses autores, a SEI oportuniza ao aluno desenvolver e organizar as suas ideias, valoriza as atividades em equipe e favorece a discussão com seus colegas de sala de aula e professores.

Para Sasseron e Carvalho (2008), uma SEI proporciona um ambiente investigativo em sala de aula de tal forma que o professor possa ensinar e mediar a aprendizagem dos alunos no processo científico, atingindo a cada aula a linguagem científica. Portanto, podemos perceber que, uma SEI oportuniza ao aluno manipular materiais em sala, faz o aluno pensar mais diante de situações-problemas e ainda favorece a interação social.

### **3.4.1 O planejamento e interações didáticas das Sequências de Ensino Investigativa**

Para atingir os objetivos em aulas de Ciências, são necessários o planejamento e a implementação de um ensino que possa promover o entendimento dos estudantes sobre o conhecimento científica à sua volta, o desenvolvimento tecnológico e saber tomar decisões diante das implicações das ciências e da tecnologia em sua vida (SASSERON & CARVALHO, 2008). Segundo esses autores, uma SEI deve ser planejada a fim de que o aluno possa desenvolver o raciocínio científico, elaborar e testar hipóteses e desenvolver a argumentação científica.

Azevedo (2009) explica que uma das formas de desenvolver as atividades investigativas é por meio de problemas abertos que abrangem fenômenos desde o conceito até a contabilização dos resultados. O objetivo do desenvolvimento de atividades investigativas como uma SEI é possibilitar a criação de um ambiente investigativo em que possamos ensinar os estudantes para que sejam favorecidos no processo da construção do conhecimento científico a fim de que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica (SASSERON; CARVALHO, A. 2008).

Esses autores explicam que para a elaboração de uma SEI, é muito importante começar por um problema para dar início a construção do conhecimento e no caso do uso de algum instrumento pedagógico como um jogo didático possibilita a elaboração de hipóteses a interação e a argumentação. O ambiente investigativo e a interação social devem existir na sala de aula e devem ser consideradas na elaboração de uma SEI, pois apresentam uma influência significativa na construção do conhecimento.

### **3.4.2 Problematização no Ensino de Física**

Por que problematizar o ensino de Física? No entendimento de Capecchi (2013), porque problematizar é superar o olhar fundado no senso comum, determinadas questões exigem a necessidade de certos instrumentos de investigação para respondê-las e o ensino de Ciências envolve aprender a falar e se expressar por meio de ferramentas específicas. Para Lemke (2003), cada conceito científico apresenta um meio de interpretação de nossa experiência no cotidiano e caso esses conceitos sejam desenvolvidos apenas em função de habilidades operacionais, essa prática dificulta a compreensão por parte dos alunos.

Esses autores incentivam propostas em aulas de Ciências que sejam desenvolvidas com base em temas do cotidiano e que envolva atividades lúdicas e que promovam a transformação da linguagem coloquial em linguagem científica. Nessa perspectiva, esse tipo de ensino propicia ao aluno mais curiosidade e ao fazer investigação, deixa de ser passivo. Mas para isso “é preciso criar condições a fim de que o cotidiano seja problematizado em sala de aula – para que novas questões sejam criadas e ferramentas para respondê-las sejam apresentadas e experimentadas” (CAPECCHI, 2013 p. 23). Portanto, esse processo deve trazer situações problemas para serem resolvidas em sala de aula e instigar os alunos a terem um olhar científico sobre a realidade para que sejam oportunizadas novas oportunidades para que novos conhecimentos sejam construídos.

Os professores chamam, geralmente, um problema de desafio, principalmente os professores de Ciências do Ensino Fundamental (CARVALHO, A. 2013). No entanto, nessa atividade, recorreremos à denominação “problema” para uma maior relação com os referenciais teóricos apresentados em seções anteriores. A discussão de problemas pelos alunos ajuda na compreensão de fenômenos e as implicações que o conhecimento destes pode acarretar à sociedade e ao ambiente (SASSERON & CARVALHO, 2008). Dessa forma, iniciar um conteúdo de Física ou verificar a aprendizagem dos estudantes a partir de um problema, torna-se mais interessante para eles, visto que o problema instiga o desejo de buscar as respostas.

Para esses autores existem vários tipos de problemas que podem ser organizados para iniciar uma SEI muitos deles podem ser propostos para envolver os alunos e são desenvolvidos com base em alguns meios como figuras de revistas, jornal ou internet, textos contextualizados, são os problemas não experimentais. Os problemas propostos numa SEI, independentemente do tipo, precisa ser bem elaborado de forma que possa instigar os estudantes a testar suas hipóteses e apresentar discussões com seus colegas e professor. No produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, os problemas são do tipo não experimentais e o material didático que dará suporte para resolvê-los foram preparados em concordância com os conteúdos e objetivos contemplados.

Para Carvalho, (2013), o problema não pode ser uma questão qualquer, mas deve ser muito bem planejado e está contido no cotidiano dos alunos para que eles possam expor seus conhecimentos anteriormente adquiridos sobre o tema abordado. Nesse sentido, podemos dizer que a problematização no ensino de Física proporciona a construção de um cenário que oportuniza à exploração de situações de uma perspectiva científica. (CAPECCHI 20113). Assim, torna-se muito importante levar em consideração a vivência e conhecimento prévio dos alunos que eles possam levantar e testar suas hipóteses para resolver os problemas.

### **3.4.3 Problemas não experimentais**

Os problemas não experimentais “são problemas bastante utilizados no ensino, às vezes no início de uma SEI, mas também como atividade complementar visando à introdução de novos conhecimentos que darão sustentação ao planejamento curricular. (CARVALHO, 2013 p. 14). Para a autora, esses problemas podem ser elaborados a partir de atividades investigativas bem planejadas em todas as suas etapas e estarem ligadas ao cotidiano dos alunos e organizadas na direção das resoluções a fim de que os alunos possam fazer suas hipóteses e testá-las. Esse tipo de problemas, muitas vezes é proposto para em uma SEI para proporcionar condições de inserir o aluno em outras linguagens em Ciências, como interpretar gráficos e tabelas.

Vale ressaltar que a construção da problematização em sala de aula não se restringe a elaboração de um enunciado bem elaborado, que estimule a curiosidade do estudante, mas é preciso que os alunos sejam estimulados a agir e que o professor ajude nesse processo fazendo a mediação (CAPECCHI, 2013). Portanto, a problematização de determinado tema de Física, ao ser abordado em uma SEI, promove a passagem do uso de materiais ou instrumentos para ação intelectual que deve ser feita pelos alunos e de intervenções feitas pelo professor.

### 3.4.4 Caracterizando uma Sequência de Ensino Investigativa

O material didático produzido numa SEI precisa ser bem organizado para que os alunos não se perdem durante a solução dos problemas, e deve ser também, atrativo para que os alunos sintam interesse e tenham curiosidade durante a seu uso em sala de aula.

O planejamento de uma SEI é muito importante para que ocorra as interações didáticas entre os alunos e professor, principalmente em relação a produção do material didático e a elaboração do problema. Carmo (2015) e Carvalho, (2013), ressaltam que uma SEI bem planejada é aquela que dar relevância da situação-problema; transformar a ação manipulativa em ação intelectual; criar etapas para as explicações científicas; realizar atividades que exija a interação social para a construção do conhecimento; e valoriza o conhecimento prévio. A partir da análise dos pontos apresentados pelos autores, e para que possamos considerar os aspectos relacionados à interação social e as suas principais características, que culminam na construção do conhecimento por parte do aluno é proposto que uma SEI deva ser estruturada em etapas, conforme Carvalho, (2013).

- **Etapa 1:** Etapa de distribuição do material e proposição do problema pelo professor;
- **Etapa 2:** Etapa de Resolução do Problema;
- **Etapa 3:** Etapa da sistematização dos conhecimentos;
- **Etapa 4:** Etapa de escrever e desenhar.

Na etapa 1, o professor divide a turma em grupos, distribui o material didático na sala e apresenta o problema, explicando e conferindo se todos entenderam, mas não pode dar a solução, apenas fazer a mediação para que os alunos possam utilizar o material e serem guiados para buscar a solução. O desenvolvimento dessa etapa, permite ao aluno conhecer os materiais apresentados e assimilar o problema que se procura responder com a implementação da SEI (NASCIMENTO, 2016). O professor não poder fornecer pistas ou parte da solução pois o material didático dever ser usado para isso, e para que os alunos tenham a possibilidade de pensar e aplicar outras habilidades.

Na etapa 2, são levadas em considerações principalmente as condições que levaram os alunos a criarem e testarem suas hipóteses, ou seja, suas ideias e estratégias para resolver o problema. Mesmo quando a solução do problema não estiver correta, as hipóteses são muito importantes nessa construção, pois na discussão, as variáveis que interferiam no erro serão eliminadas e os alunos podem aprender com os erros. Nessa etapa, os alunos tornam-se verdadeiros investigadores, devem reconhecerem como solucionaram o problema, sendo que isso será atingido a partir das interações estabelecidas entre em cada equipe.

É importante ressaltar que a solução do problema deve ser feita em grupos, pois aqueles alunos que possuem maior facilidade em raciocínio, criar hipóteses e outras habilidades, irão propor suas ideias aos colegas. O professor nessa etapa precisa verificar se alunos compreenderam o problema, e orientá-los corretamente ao usar os materiais disponibilizados para consulta para que sejam guiados a buscar a solução correta.

Na etapa 3, o professor examina se todos os grupos já concluíram a resolução do problema, recolher o material para que os estudantes não fiquem brincando com ele, desfazer as equipes e organizar a turma em círculo. É neste momento que ocorre a sistematização coletiva do conhecimento, os alunos irão falar sobre suas experiências, comentar suas soluções, seus erros e acertos e assim vão sistematizando o conhecimento que foi produzido.

É importante que o professor faça perguntas aos alunos, sobre suas dificuldades e como ocorreu a investigação para chegar até a solução do problema, ou seja, devem ser discutidas as ações intelectuais que proporcionaram o levantamento de dados e de evidências que favoreceram a compreensão do fenômeno. Neste momento, é observada a linguagem do dia a dia do aluno que deve ser conduzida a uma interação mediada pelo professor, buscando a construção de conceitos mais elaborados e a aproximando da linguagem científica.

Nessa etapa há a necessidade da sistematização do conhecimento onde serão discutidos os conceitos trabalhados em aulas anteriores em uma linguagem mais formal que a linguagem usada geralmente na sala de aula pelos alunos. Essa contextualização pode levar o aluno ao entendimento de outros conceitos que não conseguiu durante a resolução do problema, ou seja, proporciona ele ir além do conteúdo explorado pelo problema.

Já na etapa 4, é aquela em que ocorre a sistematização individual do conhecimento. Durante a atividade em que ocorreu a solução do problema, os alunos construíram uma aprendizagem coletiva, em grupo com seus colegas e sob a mediação feita pelo professor. O professor deve aplicar uma atividade em que os alunos possam escrever ou desenhar sobre o conteúdo abordados pelo material durante a resolução dos problemas. Nessa última etapa que é feita a avaliação acerca do que foi trabalhado na atividade proposta é o momento de o estudante desenhar, escrever e expressar todo seu entendimento sobre o que foi trabalhado.

No Ensino Médio é indicado que se proponha uma atividade em os alunos possam expressar sua aprendizagem durante a atividade investigativa como uma forma de verificar os conhecimentos por meio de algum instrumento pós-teste, como por exemplo, um questionário. Todas as etapas da SEI são necessárias para garantir ao aluno o entendimento dos conteúdos trabalhados nessa proposta de ensino.

### **3.4.5 Avaliação de uma SEI**

Numa SEI é importante planejar uma avaliação no final das atividades, a fim de verificar se os alunos estão ou não aprendendo (CARVALHO, 2013). Vale lembrar que o instrumento utilizado para fazer a avaliação deve estar ligado ao ensino que foi proposto e aproximar os estudantes de noções científicas de modo que eles utilizem uma linguagem formal em suas respostas.

Ao finalizar uma SEI, a atividade de avaliação “permite não só identificar como foi a apropriação do conhecimento pelo aluno, mas também dá a oportunidade de o professor identificar diversas ações que devem ser desenvolvidas para melhoria do aprendizado. (NASCIMENTO, 2016 p. 34). Assim, facilita a aplicação de um novo conteúdo, visto que através de ações pedagógicas, o professor pode identificar algumas dificuldades apresentadas e algumas habilidades adquiridas pelos alunos.

Os relatos produzidos permitem que o professor conheça o que foi de mais importante para o aluno, como o desenvolvimento da linguagem, visto que, a atividade de avaliação dever ser individual, possível conhecer o que, dentre toda a atividade proposta, foi mais relevante para cada aluno, já que nesta etapa o trabalho é individual (BARBOSA LIMA; CARVALHO; GONÇALVES, 1998, p. 223). Ao final da implementação da SEI, podemos verificar a aprendizagem dos estudantes a partir de relatos elaborados por eles ou por meio de dados coletados em algum instrumento como questionário.

### **3.4.6 Atividades que levam à contextualização social numa SEI**

Numa SEI, o professor precisa apresentar o material em sala de aula e propor os problemas que deverão ser resolvidos. Conforme Azevedo (2009), uma atividade investigativa pode ser desenvolvida por meio de problemas abertos onde são apresentados fenômenos ou situações que abrangem desde o conceito até a contabilização dos resultados encontrados.

É importante que o professor aplique uma atividade de sistematização do conhecimento após a resolução do problema para que os alunos possam discutir, refletir e analisar comparando o que fizeram e o que pensaram durante a solução do problema. Essa atividade tem uma grande importância, uma vez que proporciona a contextualização do conteúdo trabalhado no problema e os alunos podem perceber a importância do conhecimento produzido no dia a dia. Vale ressaltar também que os erros ocorridos em cada etapa devem fazer parte da construção do conhecimento, pois quando o estudante reconhece que errou, tem a oportunidade de

reconhecerem as ações corretas e aumenta o nível de segurança para desenvolver as ações seguintes.

Conforme Carvalho, (2013), as principais características das atividades de uma SEI são:

- ✓ Contextualiza o conhecimento no dia a dia dos estudantes;
- ✓ Cria um ambiente investigativo em sala de aula;
- ✓ Inicia-se por um problema;
- ✓ Promove a interação em sala de aula;
- ✓ Papel do professor como mediador do conhecimento;
- ✓ Participação ativa dos alunos;
- ✓ Passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica;
- ✓ Propicia a sistematização do conhecimento.

Nesta pesquisa consideramos necessária a realização de todas as etapas e foi possível verificar todas as características citadas acima por meio da utilização dos recursos lúdicos que propiciaram aulas interativas mediadas pelo professor. Essas características da SEI estruturadas pelo jogo educacional foram essenciais na construção do conhecimento.

## 4 CONTEÚDOS DE FÍSICA ABORDADOS

O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa possui conteúdos de Física relacionados à Eletricidade. Todos os conteúdos abordados pelo jogo já haviam sido estudados pelos alunos em aulas que antecederam as aplicações do produto educacional. Portanto, a proposta do produto educacional é agregar vários conteúdos que juntos possibilitam a compreensão de muitos conceitos e de fenômenos ligados à eletricidade.

### 4.1 Eletrostática

A humanidade está extremamente dependente da eletricidade em sua vida cotidiana. Embora o uso generalizado da eletricidade seja recente, seu estudo teve uma longa trajetória de pesquisa antes da primeira lâmpada ser acesa. Para Tipler (2006), as observações dos fenômenos elétricos remontam aos ancestrais gregos, que notaram que atritando um âmbar ele atraía pequenos objetos, como fragmentos de palha ou penas. Na verdade, a palavra elétrico tem sua origem na palavra grega *eléctron* que significa âmbar.

As manifestações elétricas na atmosfera como raios, relâmpagos e trovões, sempre fascinaram a humanidade. Com seu poder devastador, os raios provocam temor e destruição. Os raios, assim como os relâmpagos e trovões começaram a ser realmente entendidos e explicados fisicamente a partir de meados do século XVIII, quando os estudos da Eletricidade se desenvolveram. Hoje entendemos melhor a natureza e a origem dos raios e conseguimos até nos proteger de seus efeitos destrutivos, mas ainda nos maravilhamos com esse formidável espetáculo natural.

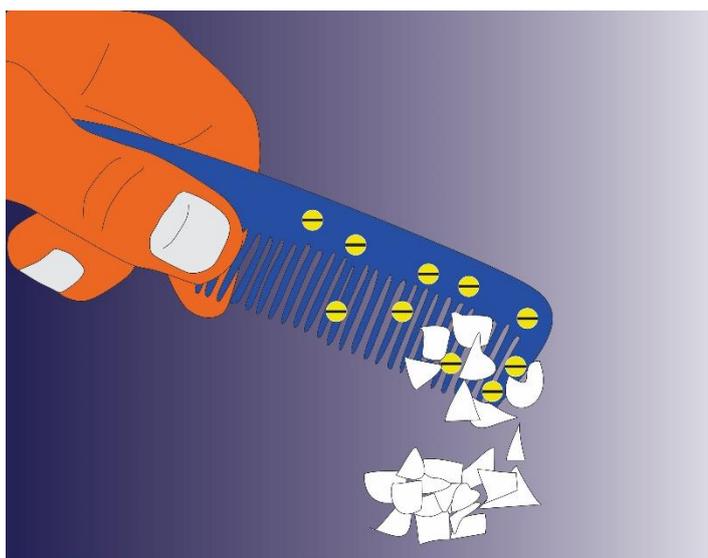
#### 4.1.1 A carga elétrica

A matéria é constituída por átomos que são eletricamente neutros. Cada átomo possui um núcleo maciço cuja massa é minúscula contendo partículas denominadas prótons e nêutrons. Os prótons, que possuem carga elétrica positiva enquanto os nêutrons não são carregados. Ao redor do núcleo na região chamada eletrosfera, movem-se outras partículas, denominadas elétrons carregados negativamente, deixando o átomo com carga resultante nula. A massa de um próton e a massa de um nêutron são praticamente iguais. A massa de um elétron, porém, é muito menor, sendo quase 2 mil vezes menor que a do próton e, mesmo assim as cargas dessas duas partículas são extremamente iguais em módulo.

As cargas de um próton isolado e de um elétron isolado têm o mesmo valor absoluto e sinais opostos; um átomo eletricamente neutro contém o mesmo número de prótons e de elétrons. Os elétrons são mantidos nas proximidades do núcleo porque possuem uma carga elétrica oposta à dos prótons do núcleo e, portanto, são atraídos para o núcleo.

Quando o ar está seco é possível, produzir agulhas esfregando os calçados em um tapete e aproximando a mão de uma televisão ou até mesmo de outra pessoa. As centelhas e a atração eletrostática são consideradas mera curiosidade. No entanto, se você produz uma centelha elétrica ao manipular um microcircuito, o componente pode ser inutilizado. Esses exemplos nos revelam que existem cargas elétricas no corpo humano, nos tapetes e nos microcircuitos. Na verdade, todos os corpos contêm muitas cargas elétricas. A carga elétrica é uma propriedade intrínseca das partículas fundamentais que de que é feita a matéria, ou seja, é uma propriedade associada à própria existência das partículas.

**Figura 1 – Pedacinhos de papel sendo atraídos pelo pente.**



Fonte: Autor, 2018.

A grande quantidade de carga que existe em qualquer objeto raramente pode ser observada porque a maioria dos objetos contém quantidades iguais de dois tipos de cargas: cargas positivas e cargas negativas. Quando existem igualdade de cargas, dizemos que o objeto está eletricamente neutro, ou seja, sua carga total é zero. Quando as quantidades dos dois tipos de cargas são diferentes, a carga total do objeto é diferente de zero e dizemos que ele está eletricamente carregado.

A carga do próton é  $e$  e a carga do elétron é  $-e$ , sendo  $e$  a chamada unidade fundamental de carga elétrica ou carga elementar. Assim como a massa e o spin, a carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria. De acordo com Halliday (2010) na época de Benjamin

Franklin, a carga elétrica era considerada um fluido contínuo, uma ideia que foi útil para muitos propósitos. No entanto hoje sabemos que mesmo os fluidos clássicos, como a água e o ar, não são contínuos e sim compostos de átomos e moléculas, isto é, a matéria é quantizada, pois é uma grandeza física que pode assumir apenas certos valores múltiplos de um número inteiro.

Os experimentos comprovam que todas as cargas positivas e negativas observáveis são compostas por unidades elementares de carga e ocorrem na forma de um número múltiplo de um número inteiro da unidade fundamental de carga elétrica, isto é, a carga é uma grandeza quantizada. Portanto, qualquer carga  $Q$  ocorrente na natureza pode ser representada matematicamente na forma

$$q = ne, \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \quad (1)$$

onde  $n$  é um número inteiro a carga elétrica elementar tem o valor aproximado

$$e = 1,602177 \times 10^{-19} \text{C}. \quad (2)$$

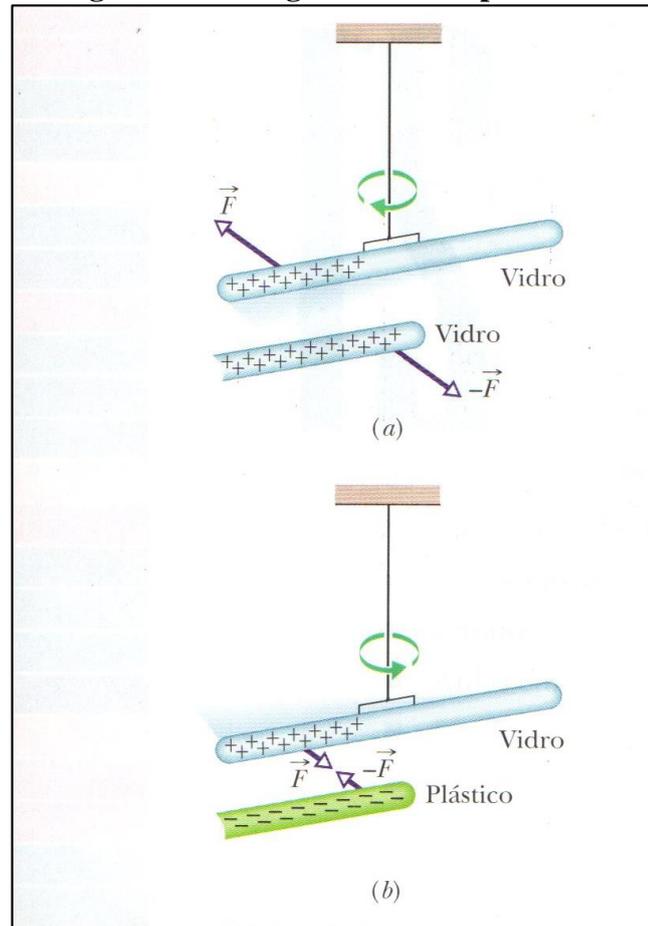
A carga elementar  $e$  é uma das constantes mais importantes da natureza. Tanto o próton quanto o elétron possuem uma carga cujo valor absoluto é  $e$ . Os quarks, partículas elementares das quais são feitos os prótons e nêutrons, têm cargas de  $\pm e/3$  e  $\pm 2e/3$ , mas existem fortes indícios de que não podem ser observados isoladamente e, também por motivos históricos, a carga elementar não é tomada como  $e/3$ . HALLIDAY 2010, p. 11).

Os objetos eletricamente carregados interagem exercendo uma força elétrica sobre outros objetos. Para observar essa força, podemos carregar um bastão de vidro friccionado uma das extremidades com um pedaço de seda. Nos pontos de contato entre o bastão e a seda, pequenas quantidades de cargas são transferidas de um material para o outro, rompendo a neutralidade elétrica de ambos.

Suponha que o bastão seja suspenso por um fio para isolá-lo eletricamente dos outros objetos, impedindo que a carga elétrica se altere. Quando aproximamos do bastão o segundo bastão eletricamente carregado, os dois bastões são submetidos a uma força de repulsão, ou seja, cada bastão é submetido a uma força que tende a afastá-lo um bastão do outro. Entretanto quando friccionamos um bastão de plástico com um pedaço de lã e o aproximamos do bastão de vidro suspenso, os dois bastões são submetidos a uma força de atração, ou seja, cada bastão é submetido a uma força que tende a aproximá-lo um bastão do outro.

Benjamin Franklin propondo um modelo em que todo corpo possui uma certa quantidade normal de eletricidade que pode ser transferida de um corpo para outro quando os dois entrarem em contato, como no caso em que são atritados entre si. (TIPLER 2016, p.42).

**Figura 2 – Dois bastões carregados com cargas de mesmo sinal se repelem em (a) e dois bastões carregados com cargas de sinais opostos se atraem (b).**



Fonte: Haliday 2010, p. 2.

Segundo Halliday (2010), a figura 2 mostra que os sinais positivos indicam um excesso de cargas positivas e os sinais negativos indicam um excesso de cargas negativas. Podemos perceber as duas demonstrações em termos de cargas positivas e negativas que, um bastão de vidro ao ser friccionado com um pedaço de seda, o vidro perde uma pequena parte das cargas negativas e, portanto, fica com pequena quantidade de cargas positivas não compensadas. Quando o bastão de plástico é friccionado com um pedaço de lã, o plástico adquire uma pequena quantidade de cargas negativas não compensadas. Essas duas demonstrações revelam que cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais opostos se atraem.

Os termos “positiva” e “negativa” para os dois tipos de cargas foram atribuídos arbitrariamente por Benjamin Franklin que foi um cientista de renome internacional. Quando dois corpos são friccionados entre si, um deles passa a ter quantidade excessiva de elétrons, ficando, portanto, carregado negativamente; o outro fica com menos elétrons, tornando-se positivamente carregado. Dessa forma, o processo não cria cargas, mas apenas transfere cargas de um corpo para outro, rompendo no processo de neutralização de cargas dos dois corpos, ou

seja, o atrito deixa um corpo com excesso de carga e o outro com falta de carga na mesma quantidade que o excesso. A carga resultante dos dois corpos permanece constante, isto é, a carga elétrica é conservada. Essa hipótese proposta por Benjamin Franklin, foi comprovada tanto no caso de objetos macroscópicos como no caso de átomos, núcleos e partículas elementares.

A atração e repulsão entre corpos eletricamente carregados têm muitas aplicações industriais como na pintura eletrostática, o recolhimento de cinzas volantes em chaminés e a xerografia.

#### **4.1.2 Condutores e isolantes**

Segundo Halliday (2010), os materiais podem ser classificados de acordo com a facilidade com a qual as cargas elétricas se movem no seu interior. Nos condutores, como o cobre dos fios elétricos, o corpo humano e a água da torneira, as cargas elétricas se movem com facilidade e podem fornecer uma carga resultante. Nos materiais não condutores já são conhecidos também como isolantes, como o plástico do isolamento dos fios, a borracha, o vidro e a água destilada, as cargas não se movem. Existem materiais que possuem propriedades elétricas intermediárias entre as dos condutores e as dos não condutores, são os semicondutores. Já os materiais que nos quais as cargas se movem encontrar nenhuma resistência, são chamados de supercondutores.

Ao friccionar uma barra de cobre com um pedaço de lã as cargas são transferidas da lã para o cobre. Entretanto, se você segurar ao mesmo tempo a barra de cobre e uma torneira, a barra de cobre não ficará carregada. O que acontece é esses corpos são condutores e estão ligados à Terra que é um imenso condutor. Dessa forma, as cargas em excesso depositadas no cobre pela lã se repelem e se afastam uma das outras passando para a sua mão, depois para a torneira e finalmente para a Terra, onde são espalhadas. Esse processo deixa a barra de cobre eletricamente neutra.

Quando estabelecemos um caminho entre um objeto e a Terra constituído unicamente por materiais condutores, dizemos que o objeto está aterrado. Quando a carga de um objeto é neutralizada pela eliminação do excesso de cargas positivas ou negativas através da Terra, dizemos que o objeto foi descarregado. Se você usar uma luva feita de um material não condutor para segurar a barra de cobre, o caminho de condutores até a Terra estará interrompido e a barra ficará carregada por atrito enquanto você não tocar nela com a mão nua. Segundo Nussenzveig (1997), é muito difícil realizar experimentos de eletrostática em muitas localidades brasileiras,

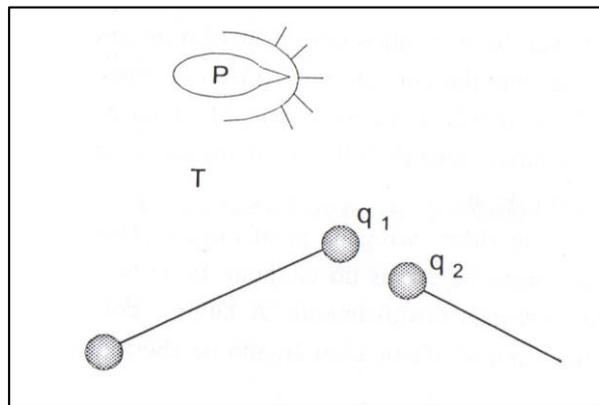
principalmente no verão, devido ao elevado grau de umidade na atmosfera, que tende a recobrir os objetos com uma fina camada de água, tornando os condutores.

Quando os átomos de um material condutor como o cobre se unem para formar um sólido, alguns dos elétrons mais afastados do núcleo que estão submetidos a uma força de atração menor, se tornam livres para vagar pelo material deixando para trás átomos positivamente carregados. Esses elétrons móveis recebem o nome de elétrons de condução. Os materiais não condutores possuem um número muito pequeno, ou mesmo, de elétrons de condução.

### 4.1.3 Lei de Coulomb

A lei de Coulomb descreve a força exercida por uma carga elétrica sobre outra. A investigação experimental direta da Lei de forças foi feita em 1875 por Charles Augustin de Coulomb, com o auxílio de uma balança de torção, instrumento inventado independentemente por ele e por John Mitchell (NUSSENZVEIG, 1997). Como podemos perceber na figura 3, a balança possui uma haste isolante com duas esferinhas metálicas nas pontas, suspensa por uma fibra fina T ligada a um ponteiro P com escala graduada.

**Figura 3 – Balança de torção para medida da força entre duas cargas  $q_1$  e  $q_2$ .**



Fonte: Nussenzveig, 1997 p. 6.

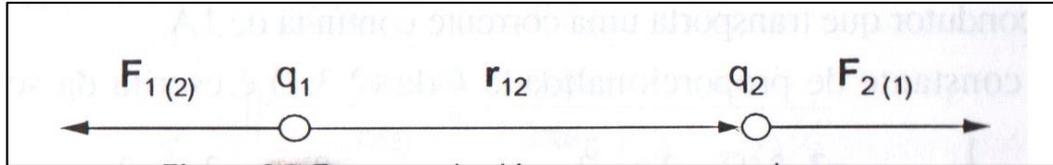
De acordo com Nussenzveig (1997), com a balança inicialmente em equilíbrio, carrega-se uma das esferinhas com uma carga  $q_1$  e aproxima-se dela outra esferinha com carga  $q_2$ , situada sobre o círculo gerado pela rotação da haste em torno do eixo. Dessa forma, o torque produzido pela interação entre as cargas faz girar a haste. Para reconduzi-la à posição inicial de equilíbrio, é preciso torcer a fibra através do ponteiro.

Com base nesse experimento de laboratório a força de interação pode ser calculada em termos do ângulo de rotação do ponteiro. O resultado obtido por Coulomb é dado por:

$$\mathbf{F}_{2(1)} = k \frac{q_1 q_2}{(r_{12})^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} = -\mathbf{F}_{1(2)}, \quad (3)$$

onde  $F_i(j)$  é a força sobre a partícula  $i$ , devido à partícula  $j$ ,  $r_{12}$  é a distância entre duas partículas carregadas e  $\hat{\mathbf{r}}_{12} = \mathbf{r}_{12}/r_{12}$  é o valor da direção de 1 para 2.

**Figura 4 – Forças elétricas para um par de cargas.**



Fonte: Nussenzveig, 1997 p. 7.

Por motivos históricos e também para simplificar outras equações, a constante eletrostática  $k$  da Eq. 3 é escrita na forma  $1/4\pi\epsilon_0$ . A constante  $k$  tem valor

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,987755 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}. \quad (4)$$

O fator  $4\pi$  é introduzido no denominador para simplificar algumas fórmulas e a constante  $\epsilon_0$  é conhecida como constante de permissividade e as vezes aparece separadamente nas equações, tem como valor

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{m}^2. \quad (5)$$

Com o valor de  $k$  dado pela equação (4), as cargas medidas em Coulomb (C) e as distâncias medidas em metros (m), as forças de interação são obtidas em Newton (N), e a Lei de Coulomb assume a forma expressa por

$$\mathbf{F}_{2(1)} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{(r_{12})^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} = -\mathbf{F}_{1(2)}. \quad (6)$$

A força elétrica obedece ao princípio de Superposição. Em um sistema de  $n$  partículas carregadas, interagem independentemente aos pares e a força que age sobre uma das partículas, a partícula 1 por exemplo, é dada pela soma vetorial

$$\vec{\mathbf{F}}_{1, \text{total}} = \vec{\mathbf{F}}_{12} + \vec{\mathbf{F}}_{13} + \vec{\mathbf{F}}_{14} + \vec{\mathbf{F}}_{15} \dots + \vec{\mathbf{F}}_{1n}, \quad (7)$$

em que, por exemplo,  $\vec{\mathbf{F}}_{13}$  é a força que age sobre a partícula 1 devido à presença da partícula 3. Portanto, se tivermos mais de duas cargas elétricas no vácuo, os efeitos da interação entre elas se superpõem e a soma vetorial pode ser experimentalmente comprovada através da lei de Coulomb. Para tanto, os teoremas das cascas se revelam úteis ao estudo da eletrostática: Uma distribuição uniforme de carga atrai ou repele uma partícula carregada situada ao lado de fora da casca como se toda a carga estivesse no centro da casca. Se a partícula está situada no interior de uma casca com uma casca com uma distribuição uniforme de cargas, a casca não exerce nenhuma força eletrostática sobre a partícula.

No primeiro teorema, permite desprezar qualquer redistribuição da carga devido à presença da partícula, pois supomos que a carga da casca é muito maior que a carga da partícula.

#### 4.1.4 Campo elétrico

O campo elétrico é um campo vetorial já que consiste em uma distribuição de vetores, um para cada ponto de uma região em torno de objeto eletricamente carregado, como um bastão de vidro por exemplo. Pelo princípio de superposição, a força sobre uma carga  $q_0$ , devido a sua interação eletrostática com outras cargas puntiformes fixas em posições predeterminadas, é proporcional a  $q_0$ , e pode ser escrita na forma

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}. \quad (8)$$

A força elétrica é exercida por uma carga é um exemplo de força é um exemplo de ação de força a distância e está relacionada ao campo elétrico no ponto onde a carga de prova for colocada. De modo geral, podemos definir o campo elétrico em um ponto nas extremidades de um objeto carregado da seguinte forma: colocando em no ponto uma carga positiva  $q_0$ , chamamos de carga de prova, medimos a força eletrostática  $\vec{F}$  que age sobre a carga  $q$  e definimos o campo elétrico  $\vec{E}$  produzido pelo objeto por meio da equação

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (9)$$

O campo elétrico representa dessa forma a força por unidade de carga atuando sobre  $q_0$  na posição onde está colocada. Para definir o campo elétrico em uma região do espaço, definimos o campo elétrico em todos os pontos da região. A unidade de campo elétrico no SI é Newton por Coulomb (N/C). O campo elétrico descreve a condição no espaço estabelecido pelo sistema de cargas puntiformes. Embora seja usada uma carga de prova para definir campo elétrico produzido por um corpo carregado, campo elétrico em uma região existe independentemente da carga de prova. Portanto, a presença da carga de prova não afeta a distribuição e cargas, ou seja, não afeta o campo elétrico que estamos medindo.

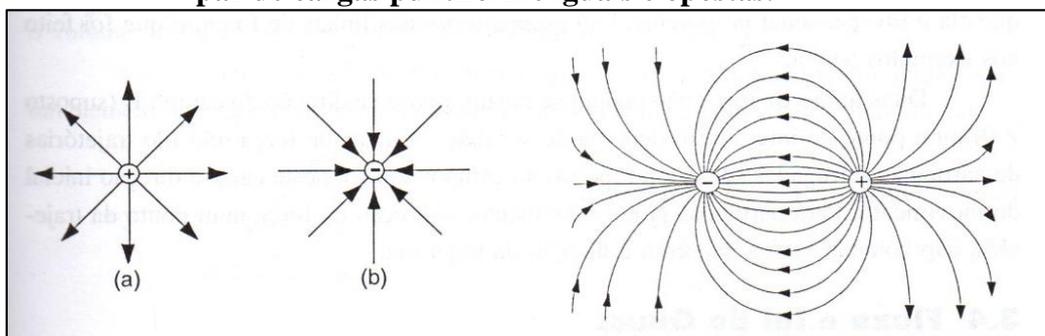
#### 4.1.5 Linhas de campo

O cientista inglês Michael Faraday, que introduziu a ideia de campos elétricos no século XIX, imaginava que o espaço nas vizinhanças de um corpo eletricamente carregado era ocupado por linhas de força (HALLIDAY 2010, p. 23). Uma linha de força é definida como uma curva

tangente em cada ponto à direção do campo neste ponto. Dessa forma, dada uma linha de força, podemos determinar imediatamente a direção do campo em cada um dos seus pontos, bastando traçar a tangente à curva, e podemos também obter o sentido do campo, indicando uma orientação sobre cada linha (NUSSENZEIG 1997, p. 21).

O campo elétrico pode ser visualizado através de representação de linhas que indiquem sua orientação. Portanto, para uma carga puntiforme, o campo elétrico tem a direção radial, apontado para fora se a carga é positiva e para dentro se a carga é negativa. A configuração das linhas de força correspondente é indicada na figura 5. Vale ressaltar que o campo elétrico é tridimensional, com revolução em torno de qualquer eixo que passa pela carga.

**Figura 5 – Linhas de força para uma carga puntiforme (a) positiva; (b) negativa; (c) um par de cargas puntiforme iguais e opostas.**



Fonte: Nussenzeig 1997, p. 21.

Na figura 5 (a), estão representadas as linhas de campo de um dipolo elétrico, onde nas proximidades da carga positiva são orientadas radialmente saindo da carga. Nas proximidades da carga negativa as linhas são direcionadas radialmente entrando na carga. Quando as cargas são de mesma intensidade, o número de linhas que sai da carga positiva é igual ao número de linhas que entram na carga negativa. Dessa forma, o campo elétrico é intenso na região entre as duas cargas, devido à alta densidade de linhas de campo nessa região.

Podemos perceber as linhas de campo são detalhada de tal forma que o número de linhas é proporcional ao módulo de  $\vec{E}$ . Dessa forma, o campo elétrico é mais intenso em regiões em que as linhas estão mais próximas e valores pequenos nas regiões em que as linhas estão mais afastadas. Notamos ainda, que existe simetria axial em torno do eixo z, assim que devemos imaginar o resultado da rotação dessa figura em torno do eixo que liga as duas cargas. É muito importante reconhecer os elementos de simetria de um problema, pois isto permite prever a simetria das linhas de força. Assim, as linhas de campo elétrico se afastam das cargas positivas e se aproximam das cargas negativas.

#### 4.1.6 Energia potencial elétrica

Quando uma força eletrostática age entre duas ou mais partículas de um sistema podemos associar uma energia potencial elétrica  $U$  ao sistema. Se a configuração do sistema muda de um estado inicial  $i$  para um estado final  $f$ , a força eletrostática exerce um trabalho  $W$  sobre as partículas (HALLIDAY, 2010). A variação da energia potencial é expressa por

$$U = U_f - U_i = -W. \quad (10)$$

O trabalho  $W$  é realizado pela força eletrostática que é conservativa, dessa forma ele é independentemente da trajetória assim como qualquer força conservativa. Para uma partícula carregada colocada num sistema que se desloca do ponto  $i$  para o ponto  $f$  enquanto está sob o efeito de uma força exercida pelo resto do sistema. Suponha que o resto do sistema não sofra nenhuma alteração, o trabalho  $W$  realizado pela força sobre a partícula é o mesmo para todas as trajetórias que ligam o ponto  $i$  ao ponto  $f$ .

De modo geral usamos como configuração de referência de um sistema de partículas carregadas a configuração na qual a distância entre as partículas é infinita. Além disso, podemos definir a energia potencial de referência que corresponde a essa configuração como tendo o valor zero. Podemos ter como exemplos várias partículas carregadas passem de uma situação em que a distância entre as partículas é infinita (estado  $i$ ) para uma situação em que a distância entre as partículas é finita (estado  $f$ ). Suponha que a energia potencial inicial  $U_i$  seja zero e o trabalho realizado por forças eletrostáticas entre as partículas durante o movimento seja  $W_\infty$ . Assim, a energia potencial final  $U$  do sistema é dado por

$$U = -W_\infty. \quad (11)$$

Esses parâmetros nos mostram que a energia potencial elétrica no estado inicial é zero e que a diferença de energia potencial da partícula é uma grandeza escalar. O trabalho mede apenas a diferença de energia potencial da partícula entre os dois pontos, mas não mede a energia potencial da partícula em cada ponto. Se quisermos conhecer o valor da energia potencial da partícula em determinado ponto, deveremos tomar um local de referência. No exemplo acima usamos o infinito como referencial de energia potencial, sendo esta nula no infinito.

#### 4.1.7 Potencial elétrico e diferença de potencial elétrico

A energia potencial de uma partícula carregada na presença de um campo elétrico depende do valor da energia. No entanto, a energia potencial por unidade de carga associada a um campo elétrico possui um valor único em cada ponto do espaço. A energia potencial por unidade de carga, pode ser representada como  $U/q$  não depende da carga  $q$  da partícula e é uma característica apenas do campo elétrico na região do espaço que está sendo investigada. A energia potencial por unidade de carga em um ponto do espaço é chamada de potencial elétrico e representada por  $V$ . Assim,

$$V = \frac{U}{q}. \quad (12)$$

Podemos observar que o potencial elétrico é uma grandeza escalar. Se fizermos a diferença de potencial entre dois pontos  $i$  e  $f$ , obteremos uma grandeza chamada diferença de potencial  $\Delta V$  dada por

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q}. \quad (13)$$

Usando a Eq. 10 para substituir  $\Delta U$  por  $-W$  na equação 13, podemos definir a diferença de potencial entre os dois pontos  $i$  e  $f$  como:

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{-W}{q}. \quad (14)$$

Esses parâmetros mostram que a diferença de potencial entre dois pontos é o negativo do trabalho realizado pela força eletrostática para deslocar uma carga unitária de um ponto para outro. Dependendo dos sinais e dos valores absoluto de  $q$  e  $W$ , uma diferença de potencial pode ser positiva, negativa ou nula.

Com a Eq. 12, tornando  $U_i = 0$  no infinito como referência para a energia potencial, o potencial elétrico  $V$  no infinito também será nulo. Assim de acordo com a Eq. 14, podemos definir o potencial elétrico em qualquer ponto do espaço através da relação

$$V = \frac{-W_\infty}{q}, \quad (15)$$

onde  $W_\infty$  é o trabalho realizado pelo campo elétrico sobre uma partícula carregada quando a partícula se desloca do infinito para o ponto  $f$ . De acordo com a Eq. 15, a unidade de potencial elétrico no SI é o joule por coulomb. Essa relação é representada por uma unidade chamada volt (V), em que

$$1 \text{ (V) volt} = 1 \text{ J/C (joule por coulomb)}. \quad (16)$$

Como o trabalho por unidade de carga, suas unidades são J/C. A escolha do nível zero tanto para  $V$  como para  $W$  e para uma distribuição de carga toda contida numa região finita do espaço como é uma carga puntiforme, é conveniente que:

$$V_{\infty} = 0 \quad (17)$$

Com essa convenção podemos escrever

$$V(r) = \int_{\infty}^r \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{q}{4\pi \epsilon_{\infty}}. \quad (18)$$

O potencial elétrico de uma carga puntiforme  $q$  na origem representa o trabalho por unidade de cargas necessário para trazer uma carga de prova desde uma distância infinita até uma distância  $r$  da carga  $q$ . É importante ressaltar que a escolha do zero do potencial não pode ser adotada quando a distância de carga se estende até o infinito.

Segundo Halliday (2010), podemos também definir uma unidade de energia como o eletrônvolt que é conveniente no caso da medida da energia de sistema de dimensões atômicas ou subatômicas. Assim, um eletrônvolt (eV) é a energia igual ao trabalho necessário para deslocar uma carga elementar  $e$ , como a de um elétron ou de um próton, através de uma diferença de potencial de um volt. De acordo com a Eq. o valor absoluto desse trabalho é  $q\Delta V$ , assim temos,

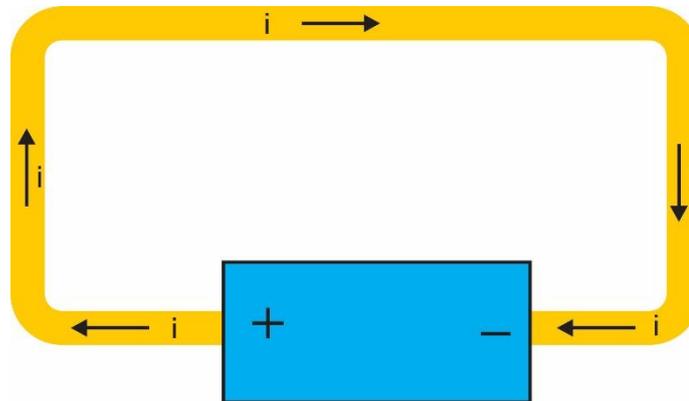
$$1 \text{ eV} = e(1 \text{ V}), \text{ logo, } 1 \text{ eV} = (1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(1\text{J/C}) = 1,60 \times 10^{-19}\text{J}.$$

## 4.2 Eletrodinâmica

### 4.2.1 Corrente elétrica

A corrente elétrica é definida como o fluxo de carga elétrica através da seção transversal de um condutor (TIPLER 2006, p. 144). As cargas elétricas que podem ser representadas por elétrons de condução nos sólidos como no interior de um fio de cobre por exemplo ou por íons (positivos e negativos) nos gases e líquidos. Por razões históricas, convencionou-se definir como sentido da corrente aquele que corresponde ao deslocamento de cargas positivas, o qual é oposto ao sentido do movimento dos elétrons.

**Figura 6 – Sentido convencional da corrente elétrica.**



Fonte: Autor, 2018.

Na figura 6, se as partículas portadoras de cargas fossem positivas, esses portadores de carga, sairiam do terminal positivo da bateria e entrariam no terminal negativo. Como os portadores de carga são elétrons, partículas carregadas negativamente, o campo elétrico faz com que essas partículas se movem no sentido oposto ao indicado pelas setas, do terminal negativo para o terminal positivo.

A intensidade da corrente  $i$  através de uma dada seção do fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa esta seção por unidade de tempo (NUSSENZVEIG 1997, P. 99).

$$i = \frac{dq}{dt}. \quad (19)$$

A corrente elétrica é uma grandeza escalar, pois os parâmetros carga e o tempo aparecem na equação e são grandezas escalares. A unidade de corrente elétrica no SI é o ampère (A). Numa corrente de 1A, a seção de um fio é atravessada a cada segundo por 1C de carga, equivalente a

$$\frac{1C}{e} = \frac{1C}{1,6 \times 10^{-19}C} \approx 6,2 \times 10^{18} \text{ elétrons.}$$

Assim, definimos 1 coulomb como a carga que passa em 1 segundo pela seção reta de um fio percorrido por uma corrente de 1 ampère. Ao determinar por integração a carga que passa pelo plano no intervalo de tempo de 0 a  $t$ , percebemos que a corrente  $i$  pode variar com o tempo.

$$q = \int dq = \int_0^t i dt \quad (20)$$

Quanto maior for a quantidade de carga que passa pela seção do condutor num determinado intervalo de tempo, maior será a intensidade da corrente elétrica.

#### 4.2.2 Resistência elétrica

Ao aplicar a mesma diferença de potencial às extremidades de duas barras de mesmas dimensões e feitas de materiais diferentes, os resultados não serão os mesmos. A característica do material que determina a diferença é a resistência elétrica. Mediremos a resistência entre dois pontos de um condutor aplicando uma diferença de potencial  $V$  entre esses pontos e medindo a resistência corrente  $i$  resultante (HALLIDAY, 2010). A resistência elétrica é expressa por

$$R = \frac{V}{i}. \quad (21)$$

A unidade no SI de resistência elétrica de acordo com a Eq. 21, é o volt por ampère mas possui também uma unidade especial que é o ohm ( $\Omega$ ),

$$1 \text{ ohm } (1 \Omega) = 1 \text{ vol por ampère } (1 \text{ V/A}).$$

Quando em circuito elétrico, um condutor tem a função de introduz uma resistência, ele chamado de resistor. A resistência elétrica de um material condutor depende como do modo como a diferença de potencial é aplicada. Quando a Eq. 21 é escrita na forma

$$i = \frac{V}{R}. \quad (22)$$

Percebemos que para uma dada diferença de potencial, quanto maior a resistência, menor a corrente elétrica. Vamos agora concentrar a atenção, não na diferença de potencial  $V$  entre as extremidade de um resistor, mas no campo elétrico  $\vec{E}$  que existe em um ponto de um material resistivo. Assim, em vez de lidar com a corrente  $i$  no resistor, lidamos com a densidade de corrente  $\vec{J}$  no ponto em questão. Dessa forma, em vez de falar de resistência  $R$  de um material, falamos de sua resistividade que é definida por:

$$\rho = \frac{E}{J}. \quad (23)$$

A resistência é uma propriedade de um dispositivo enquanto a resistividade é uma propriedade de um material (HALLIDAY 2010). Conhecendo a resistividade de um material podemos calcular a resistência de um fio feito desse material. Para um fio de área da seção transversal  $A$ , comprimento  $L$  e sendo  $V$  a diferença de potencial entre suas extremidades. Assim, a resistência pode ser escrita na forma

$$R = \rho \frac{L}{A}. \quad (24)$$

O resultado apresentado na Eq. 24 mostra que  $\rho$  é constante e, portanto a resistência elétrica de um condutor pode ser em função da resistividade, do comprimento do fio e da área de seção reta.

### 4.2.3 Lei de Ohm

O resistor é um condutor com um valor específico de resistência a qual não depende do valor absoluto e da polaridade da diferença de potencial aplicada. Mas, por outro lado, também existem dispositivos que podem ter uma resistência que varia de acordo com a diferença de potencial aplicada.

Quando em um dispositivo a razão  $i/V$  tem a mesma inclinação para qualquer valor de  $V$ , isso significa que a resistência  $R$  é independente do valor absoluto e da polarização da diferença de potencial. Nesse caso, dizemos que esse dispositivo obedece à lei de Ohm. De acordo com a lei de Ohm, a corrente que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada ao dispositivo. Assim, a Eq. 22 pode ser escrita na forma

$$V = R \cdot i. \quad (25)$$

A Eq. 25 é chamada de lei de Ohm que possui um verdadeiro significado ao indicar uma proporcionalidade direta de  $V$  com  $i$  para alguns materiais. Vale ressaltar que somente quando a resistência  $R$  for constante é que podemos chamar corretamente essa relação de lei de Ohm. A lei de Ohm pode ser expressa de modo mais geral se nos concentrarmos nos materiais e não nos dispositivos. Assim, a relação dada pela Eq. 23 passa a ser escrita na forma

$$\vec{E} = \rho \vec{J}. \quad (26)$$

Portanto, a lei de Ohm indica também uma proporcionalidade de  $V$  com  $J$  e com  $E$ . Assim, um material obedece à lei de Ohm se a resistividade do material não depende do módulo nem da direção do campo elétrico aplicado.

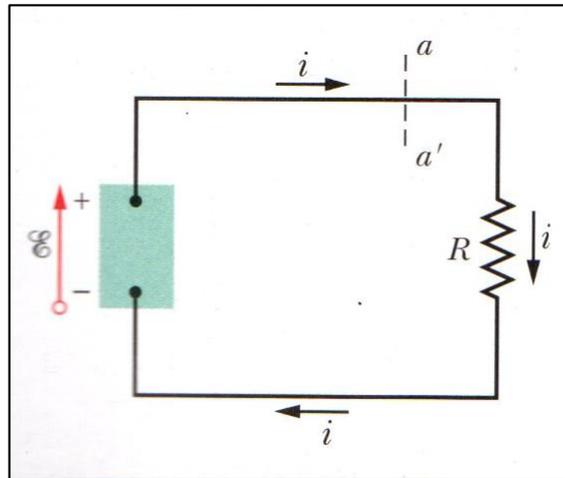
### 4.2.4 Circuitos elétricos

Para fazer com que cargas elétricas atravessem um resistor, precisamos estabelecer uma diferença de potencial entre as extremidades do dispositivo. Para isso precisamos de um disposto que, realizando trabalho sobre os portadores de cargas, mantenha uma diferença de potencial entre os terminais. Um dispositivo desse tipo é chamado de fonte de tensão que produz uma força eletromotriz  $\varepsilon$  que designa a diferença de potencial produzida por uma fonte.

A figura 7 mostra um circuito formado por uma bateria que é a fonte e uma resistência  $R$ . A fonte possui um terminal positivo (+) que possui um potencial elétrico maior que o terminal negativo (-). Quando a fonte e ligada a um circuito, a energia que existe no interior da

fonte faz com que portadores de carga sejam transferidos do terminal negativo para o terminal positivo, no mesmo sentido da seta que indica a força eletromotriz.

**Figura 7 – Circuito onde a força eletromotriz  $\varepsilon$  realiza trabalho e mantém uma corrente  $i$  constante.**



Fonte: Halliday 2010, p. 158.

Em um intervalo de tempo  $dt$ , uma carga  $dq$  passa por todas as seções retas do circuito e a mesma carga entra no terminal de baixo potencial da fonte de tensão e sai do terminal de alto potencial. Para que a carga  $dq$  se mova dessa forma, a fonte deve realizar sobre a carga um trabalho  $dW$ . Assim, a força eletromotriz por meio desse trabalho é definida como

$$\varepsilon = \frac{dW}{dq}. \quad (27)$$

Dessa forma, percebemos que a força eletromotriz de uma fonte é o trabalho por unidade de carga que a fonte realiza para transferir cargas do terminal de baixo potencial para terminal de alto potencial. No SI, a unidade força eletromotriz é o volt por coulomb (V/C).

De acordo com a lei da conservação da energia o trabalho realizado pela fonte é igual à energia térmica que aparece no resistor e isso nos dá:

$$\varepsilon = iR \quad (28)$$

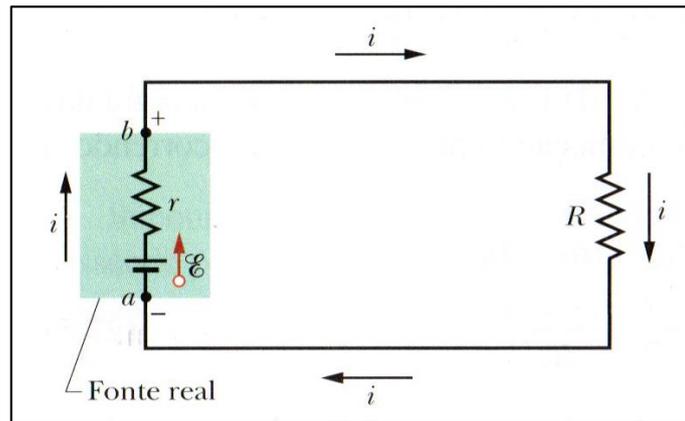
Isso nos mostra que a força eletromotriz  $\varepsilon$  é a energia por unidade de carga transferida da fonte para as cargas que se movem no circuito. O parâmetro  $iR$  representa a energia por unidade de carga transferida das cargas móveis para o resistor e convertida em calor. Dessa forma, a Eq. 28 mostra que a energia por unidade de carga transferida para as cargas em movimento é igual a energia por unidade de carga transferida pelas cargas em movimento.

#### 4.2.5 Resistência interna

Uma fonte real de resistência  $r$ , ligada a um resistor externo de resistência  $R$  estão representados no circuito da figura 8. A resistência interna é a resistência elétrica dos materiais condutores que existem no interior da fonte, ou seja, é parte integrante também da fonte. As variações do potencial nos dão:

$$\varepsilon = ir - iR = 0 \quad (29)$$

**Figura 8 – Circuito com uma fonte real de força eletromotriz  $\varepsilon$  e resistência interna  $r$ .**



Fonte: Halliday 2010, p. 161.

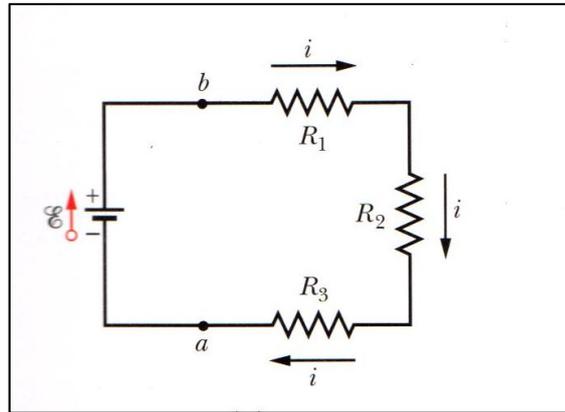
Geralmente, a fonte em que a resistência interna pode ser desprezada, é chamado de fonte ideal.

#### 4.2.6 Resistências em série

O termo em série significa que as resistências são ligadas uma após a outra e que uma diferença de potencial  $V$  é aplicada às extremidades da ligação no circuito. Nesse tipo de associação de resistores, as diferenças de potencial entre os terminais de cada resistência produzem a mesma corrente  $i$  em todas as resistências. Assim, quando uma diferença de potencial  $V$  é aplicada às resistências ligadas em série, a corrente  $i$  é a mesma em todas as resistências e a soma das diferenças de potencial das resistências é igual à diferença de potencial aplicada  $V$ .

Na figura 9, observamos que as cargas que atravessam as resistências ligadas em série possuem somente um caminho. Quando em um circuito, as cargas encontram mais de um caminho, as resistências não estão ligadas em série.

**Figura 9 – Resistores ligados em série são atravessados pela mesma corrente.**



Fonte: Halliday 2010, p. 162.

Em um circuito, as resistências ligadas em série podem ser substituídas por uma única resistência chamada de resistência equivalente  $R_{eq}$  que é percorrida pela mesma corrente  $i$  e com a mesma diferença de potencial total  $V$  que as resistências originais. Para determinar a resistência equivalente  $R_{eq}$ , escrevemos a Eq. 29 na forma

$$\varepsilon = iR_1 + iR_2 + iR_3 = 0 \quad (30)$$

o que nos dá

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 . \quad (31)$$

Podemos generalizar, ou seja, para  $n$  resistores associado em série, a resistência equivalente  $R_{eq}$  é dada por

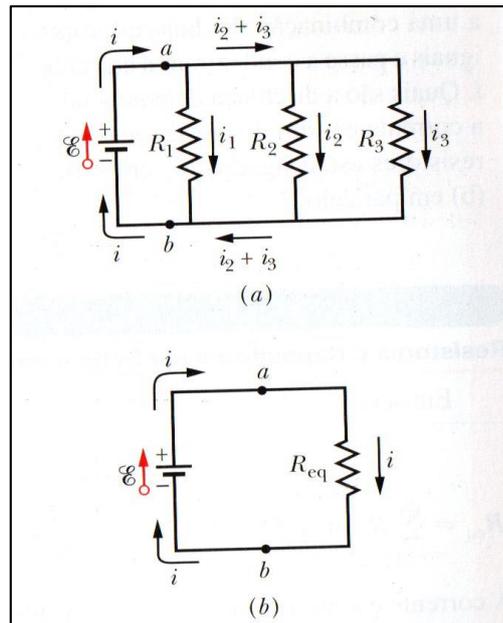
$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j . \quad (32)$$

Dessa forma, percebemos que quando duas ou mais resistências estão ligadas em série, a resistência equivalente é maior que a maior das resistências.

#### 4.2.5 Resistências em paralelo

Em um circuito com resistências em paralelo, um dos terminais de todas as resistências é ligado a um certo ponto, o outro terminal de todas as resistências é ligado a um segundo ponto e uma diferença de potencial é aplicada a todas as resistências. Assim, quando uma diferença de potencial  $V$  é aplicada a resistências ligadas em paralelo, todas as resistências são submetidas à mesma diferença de potencial  $V$  que é mantida pela fonte.

**Figura 10 – Resistores em paralelo são submetidos a mesma diferença de potencial.**



Fonte: Halliday 2010, p. 177.

Na figura 10, temos três resistências ligadas em paralelo (a) que podem ser substituídas por uma resistência equivalente  $R_{eq}$  (b) com mesma diferença de potencial  $V$  e a mesma corrente total  $i$  que as resistências originais. Para determinar o valor da resistência equivalente  $R_{eq}$  escrevemos a Eq. 25 na forma

$$i_1 = \frac{V}{R_1}; i_2 = \frac{V}{R_2} \text{ e } i_3 = \frac{V}{R_3},$$

como a corrente total  $i$  é a soma das correntes, temos:

$$i = i_1 + i_2 + i_3,$$

substituindo o valor de cada corrente, obtemos a relação da resistência equivalente com as resistências da associação que é dada por

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}. \quad (33)$$

Podemos generalizar este resultado para  $n$  resistências ligadas em série, o que nos dá:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (34)$$

Podemos perceber que num circuito com duas ou mais resistências ligadas em paralelo, a resistência equivalente é menor que a menor das resistências.

## **5 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

A ideia da realização do jogo educacional Eletro trilha começou em 2017, pois durante algumas aulas de Física em turmas de terceira série do Ensino Médio de uma escola pública estadual no município de Coelho Neto no estado do Maranhão, houve questionamentos por parte de alguns estudantes ao comentarem que nas aulas nas quais estava sendo trabalhado a unidade Eletricidade, não estavam sendo dinâmicas e havia pouca interatividade. Portanto, esses estudantes motivaram o planejamento de um produto educacional que pudesse proporcionar maior interação entre alunos e entre alunos e professor, sendo este, um mediador no processo de ensino e aprendizagem.

O planejamento do jogo começou com pesquisas bibliográficas relacionadas a jogos educativos que já existiam nas áreas de Ciências, principalmente, em Biologia e Física. A construção do tabuleiro do jogo foi feita inicialmente manualmente em papel A4 com uma caneta. Após serem definidas como seriam as trilhas, as cartas e as regras, é que se iniciou a construção do jogo com a utilização de recursos de informática. Em seguida foram realizados com colegas da turma do Mestrado da UFPI (turma 2017) e com alunos do Ensino Médio, alguns testes que serviram para serem feitas algumas modificações no jogo.

### **5.1 Elaboração do jogo Eletro Trilha**

O material didático desenvolvido neste trabalho aborda alguns conteúdos de Eletricidade do Ensino Médio e se insere no contexto da rede de ensino do estado do Maranhão que adota o currículo proposto pela Secretaria de Estado da Educação do Maranhão (SEDUC/MA). O material corresponde a um material didático, que pode ser utilizado diretamente em sala de aula, interagindo com o currículo mínimo proposto e utilizado paralelamente ao livro didático ou outros recursos.

Esse jogo é direcionado a estudantes de 3ª série do Ensino Médio com a finalidade ampliar seus conhecimentos sobre conceitos básicos de Eletricidade. Deseja-se com esse jogo, melhorar o desempenho dos estudantes acerca dos conteúdos relacionados a essa área da Física que é considerada complicada por muitos deles, que é a Eletricidade. Nesse jogo, os estudantes passam a ser investigadores, deverão usar evidências e operações lógicas, discursivas e mentais para descobrir alguns fenômenos elétricos e solucionar problemas relacionados com o cotidiano, a fim de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Portanto, os materiais pedagógicos dessa natureza, contribuem para desenvolvimento de atividades e para a mediação entre o aluno e o conhecimento, sendo que a organização do espaço escolar influencia a concretização dessas práticas. (VINÂOFRAGO; ESCOLANO, 1998). Ao longo de cada problema aplicado os alunos poderão se envolver na situação e buscar a resolução, trabalhando em equipe de forma autônoma, podendo ainda consultar o professor que é o mediador, sempre que for necessário. Os problemas são formulados a partir de questões abertas que serão resolvidos com base em conhecimentos prévios ou atrair os alunos para a discussão para alguns conteúdos ou provocar neles o interesse para trabalhar em grupo e auxiliando-os na construção de conexões entre saberes.

O jogo Eletro Trilha é composto por um tabuleiro, um dado, botões e cartas. Esse recurso pode ser utilizado durante ou depois de trabalhar os conteúdos, como uma forma de testar os conhecimentos prévios dos alunos ou fixar os conteúdos estudados. Eletro Trilha é um jogo educativo de caráter investigativo onde os alunos são desafiados e instigados a solucionar diferentes problemas sobre conteúdos básicos de Eletricidade.

Eletro Trilha contém três casos onde são abordados problemas do cotidiano e apresentam objetivos específicos e abordam conceitos básicos de Eletricidade que são comumente trabalhados em sala de aula. Em todos os casos, são trabalhados aspectos históricos, sociais e culturais afim de que os estudantes percebam a importância de se estudar e aprender a Física em especial a Eletricidade uma vez que ela está presente em diferentes situações do nosso cotidiano. Esse jogo tem um caráter, de no ambiente escolar, provocar a interação entre os estudantes, despertar suas curiosidades e estimular o desenvolvimento e aplicação de diversas habilidades, como uma intervenção inovadora no ensino de Física.

## **5.2 Confecção do jogo Eletro trilha**

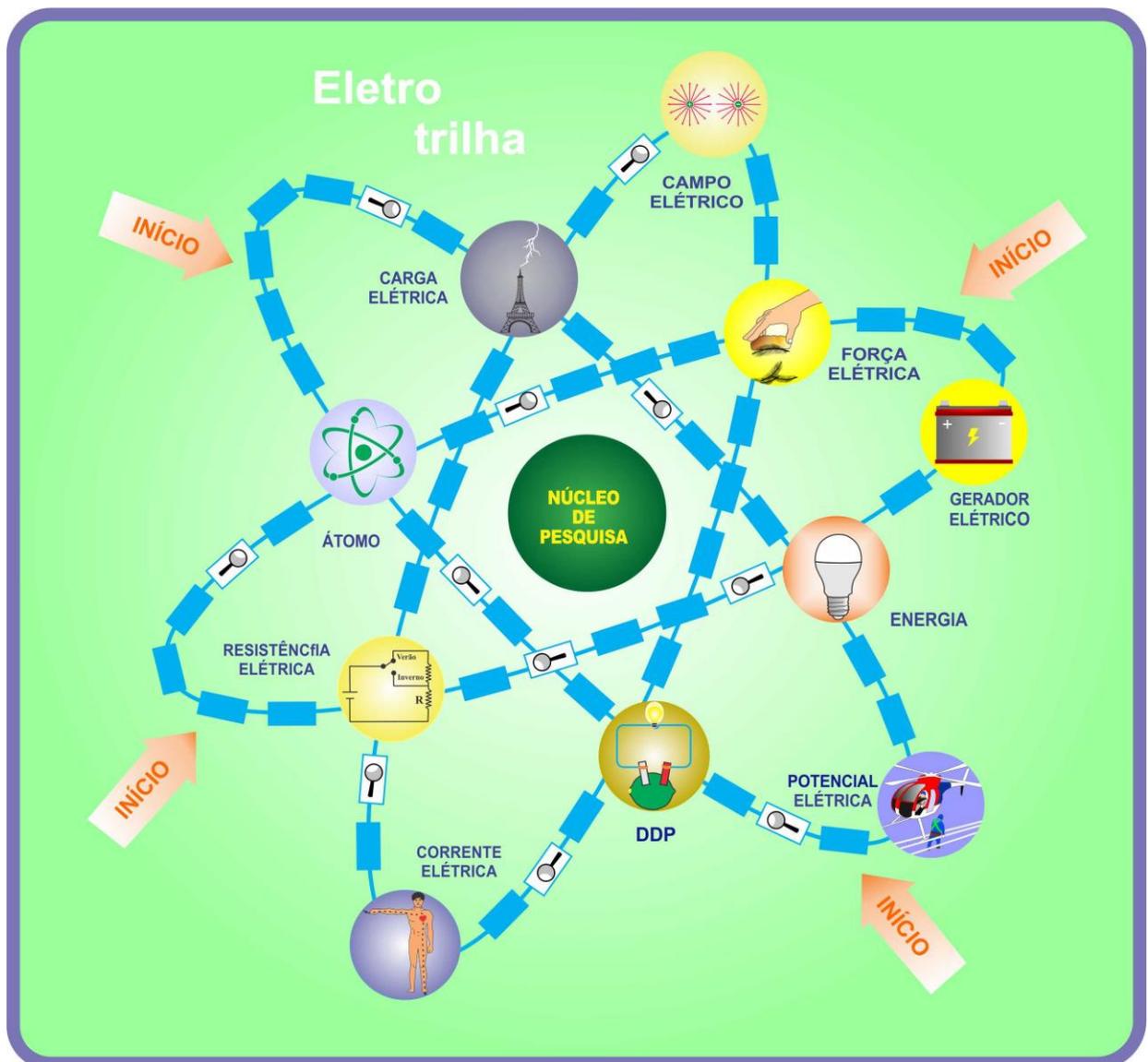
A construção do jogo Eletro trilha foi realizada com o auxílio de recursos de informática, alguns materiais utilizados para impressão, bem como materiais necessários para a realização de cada caso.

As trilhas do tabuleiro e as figuras que compõem as cartas do jogo educacional Eletro trilha foram criadas utilizando o programa CorelDRAW X7. As figuras foram salvas em formato JPEG e coladas no programa Word 2010 para serem montadas e impressas conforme estão apresentadas na Sequência de Ensino Investigativa (Apêndice A).

O tabuleiro foi impresso em lona 280 gramas nas dimensões 38,5 cm x 42 cm e as cartas foram impressas em papel fotográfico A4 adesivo e gramatura 180 gramas. As cartas de

problemas nas dimensões 8,7 cm x 13,3 cm, as cartas pistas nas dimensões 8,0 cm x 12,0 cm e as cartas de sorte ou azar nas dimensões 4,5 cm x 5,5 cm. A escolha desse material para a impressão do produto foi feita para que os danos causados no mesmo pudessem ser minimizados durante sua implementação. Alguns materiais ficam sujos, amassados e sofrem rasuras com facilidade o que torna necessário fazer novas impressões ao aplicar o produto novamente em outras datas e turmas. Assim, o material sugerido aqui para a impressão do produto, permite que o mesmo possa ser utilizado várias vezes, sendo pouco danificado.

**Figura 11 - Tabuleiro do jogo Eletro trilha.**



Fonte: Autor, 2018.

Tanto as cartas de problemas, como as cartas de pistas e cartas de sorte ou azar após a impressão, foram recortadas, dobradas e coladas para obter o formato em frente e verso conforme a figura 12.

**Figura 12 - Montagem das cartas para o jogo.**



Fonte: Autor, 2018.

Para auxiliar as jogadas de cada equipe foi necessário o uso copos descartáveis de plásticos 180 ml para fazer os lançamentos de dados. Foi preciso também fazer o uso de botões para marcar o compartimento onde cada equipe se encontrava ao se deslocar pelo tabuleiro.

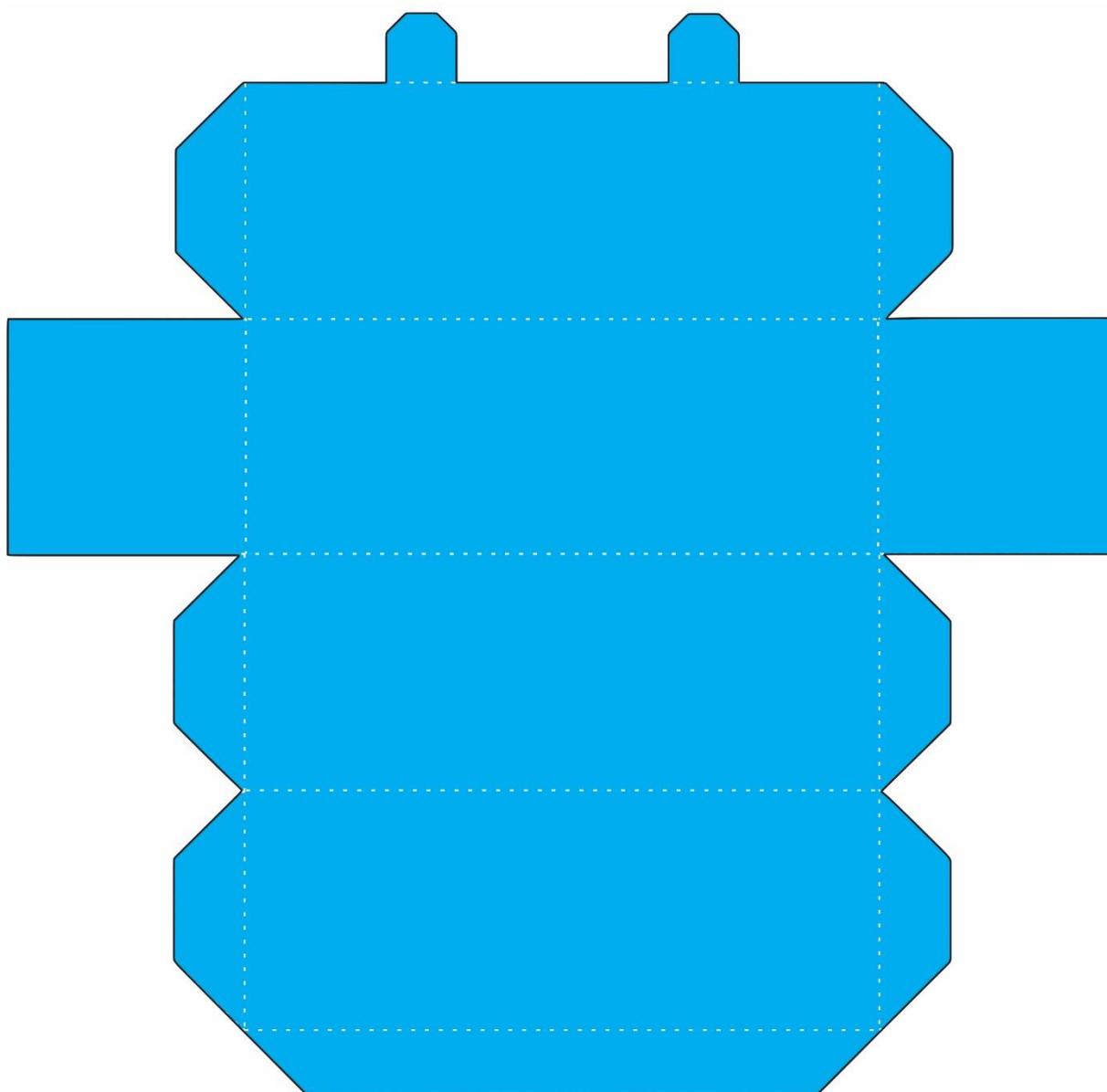
**Figura 13 - Copo, dado e botões usados no jogo.**



Fonte: Autor, 218.

O jogo educacional Eletro trilha deve ser guardado em uma caixa com as dimensões: 12 cm de largura, 40 cm de comprimento e 15 cm de altura. O molde da caixa foi desenhado em papel cartão (48 x 66 cm) 250 g/cm<sup>3</sup>, em seguida foi recortado, dobrado e colado. Os itens que devem ser guardados na caixa são: o tabuleiro, as cartas, um dado, um copo, quatro botões, uma folha de regras (Apêndice A) e quatro cadernos de anotações (Apêndice A).

**Figura 14 – Molde da caixa do jogo Eletro trilha.**



Fonte: Autor, 2018.

Os moldes descritos acima, podem ser adaptados conforme a necessidade do professor, podendo ser utilizados outros tipos de papel para impressão e outros materiais para auxiliar a implementação desse produto, conforme as possibilidades apresentadas pelo professor.

### **5.3 Conteúdos que o jogo eletro trilha contempla**

Foram abordando diferentes temas relacionados ao estudo da Eletricidade básica neste produto educacional. Segue uma breve descrição dos diferentes casos com temas relevantes que foram trabalhados no jogo Eletro trilha.

- ✓ **Caso 1:** Carga elétrica, princípios da Eletrostática e processos de eletrização;

- ✓ **Caso 2:** Campo elétrico, força elétrica, energia potencial elétrica, potencial elétrico, diferença de potencial e corrente elétrica;
- ✓ **Caso 3:** Resistência elétrica, potência elétrica, circuitos elétricos, associação de resistores em série e associação de resistores em paralelo.

No caso 1, foi feito um contexto histórico da Eletricidade, conceituando carga elétrica, condutores, isolantes e os princípios da Eletrostática e, mostrando como ocorrem os processos de eletrização, citando algumas situações que apresentam fenômenos que estejam ligados a esse caso.

No caso 2, foram conceituadas as grandezas campo elétrico e força elétrica, foram dado exemplos de situações onde se pode perceber a existência dessas grandezas. É explicado o funcionamento e dado aplicações da Gaiola de Faraday, bem como a formação dos raios e o funcionamento de um para-raios. Foram apresentadas ainda as partículas responsáveis pela condução de corrente elétrica, mostrados seus efeitos e como ela flui em um condutor, fazendo uma distinção entre corrente contínua e corrente alternada.

No caso 3, foram dados conceitos e representações esquemáticas de circuitos elétricos. Foram conceituados também os elementos que compõem um circuito elétrico, comentada a Primeira Lei de Ohm e feito uma comparação entre a resistência equivalente para os resistores associados em série e em paralelo.

#### **5.4 Regras do jogo**

O jogo Eletro trilha é composto por um tabuleiro e cada caso apresenta uma Carta do Problema, 10 Cartas de Pistas e Cartas de Sorte ou Azar que são comuns para todos os casos. Totalizado 3 Cartas de Problemas, 30 Cartas de Pistas e 18 Cartas de Sorte ou Azar. Durante o jogo, os participantes serão estimulados a despertar sua curiosidade, a interação e a troca de ideias. Os estudantes serão os investigadores e instigados a encontrar a solução do problema apresentado na carta do problema. As pistas exploram resultados de experiências, introduzindo formas de apresentação de dados comuns na linguagem científica, tais como: gráficos, tabelas, equações, mantendo uma linguagem acessível aos estudantes.

O jogo pode deve ser jogado no modo competindo e tem como objetivo encontrar uma solução para o problema contido em cada caso. Os alunos devem ter em mãos lápis ou caneta para fazer anotações.

Inicialmente, os estudantes deverão formar equipes de até 4 jogadores. A quantidade de tabuleiro utilizados numa sala deve ser de acordo com a quantidade de alunos presentes. Em

cada tabuleiro podem ser formadas até quatro equipes de modo que fiquem no máximo 12 participantes.

Ao iniciar o jogo, é escolhido um jogador para lê a Carta do Problema em voz alta para que todos os estudantes que compõem as equipes da mesa do tabuleiro possam ouvi. Em seguida, cada uma das equipes deverá colocar seu botão em um dos locais do tabuleiro indicado com o nome Início. As equipes lançam o dado e aquela que conseguir o maior número iniciará o jogo. Em caso de empate, as equipes com mesma pontuação, deverão fazer um novo lançamento de dado. Cada equipe ao iniciar a jogada deve lançar o dado novamente e o número obtido deve ser igual a quantidade de compartimentos que ela deve se deslocar na trilha do tabuleiro. Elas devem se mover sempre no sentido horário.

Com um compartimento de pista correspondente no tabuleiro, a Carta Pista deve ser retirada analisada e discutida somente pela equipe que a retirou para que seja feito o registro da mesma no Caderno de Anotações e depois devolvida à mesa do tabuleiro. Se o número atingido no lançamento do dado for maior que o compartimento de pista seguinte, a equipe pode consultar a Carta Pista referente a este compartimento.

Os 10 compartimentos de Cartas Pistas são: Átomo; Carga elétrica; Campo elétrico; Força elétrica; Gerador elétrico; Energia; Potencial elétrico; DDP; Corrente elétrica; e Resistência elétrica.

Quando a equipe atingir no tabuleiro o compartimento que contiver uma lupa, a equipe deverá retirar a Carta de Sorte ou Azar que possibilita o avanço ou o regresso no jogo.

Após consultar as pistas que contêm as evidencias, os estudantes juntos deverão discutir suas anotações e elaborar a solução para o problema proposto no caso. Ao terminar a coleta de pistas, todos os estudantes de uma mesma equipe do tabuleiro, deverão se juntar, discutir suas informações anotadas no Caderno de Anotações cooperando entre si e escrever uma solução para o problema proposto no caso. Após escrever a solução no Caderno de Soluções, a equipe deverá se deslocar para o Núcleo de Pesquisa e a mesma deve ser lida para o professor, mas sem que outras equipes ouçam. Se a solução estiver correta, a equipe foi a vencedora, mas se estiver errada, a equipe sairá do jogo e as demais devem continuar jogando até saí as soluções corretas. Assim as equipes poderão ser classificadas num ranking, como primeira, segunda e terceiras colocadas.

## 5.5 O papel do professor no jogo

Durante a aplicação do jogo educacional, o principal papel do professor é fazer a mediação, orientar os alunos a manipular as cartas, os botões e se deslocar pelas trilhas do tabuleiro. Carvalho, A. (2013) e Melo (2011) dão muito valor ao papel do professor na construção do conhecimento, a partir de uma SEI que possa promover a interação, principalmente quando se utiliza recurso lúdico como o jogo educacional para o desenvolvimento de habilidades e promover o trabalho em equipe.

Dessa forma, professor desempenha um papel muito importante durante toda a aplicação do jogo. É fundamental que o professor faça a mediação, mas sem dar respostas aos alunos para que se sintam realmente investigadores e neles seja instigado a curiosidade e o desejo de solucionar problemas. Assim, eles são desafiados a adquirir e pô em prática suas habilidades como interpretação e raciocínio.

Após a resolução do problema, o professor deverá recolher todo o material para que os alunos não fiquem brincando com ele, para não o danificá-lo, pois o jogo ainda poderá ser aproveitado para ser aplicado em outras datas ou turmas. Em seguida o professor deverá organizar a sala e promover discussões sobre as experiências vivenciadas pelo jogo, como suas dificuldades, seus erros e acertos.

A sistematização do conhecimento deverá ocorrer por meio de um questionário onde os estudantes possam ser testados e expressar seus entendimentos sobre os conteúdos que foram abordados no jogo. A partir dos resultados obtidos nesse instrumento de avaliação e dos relatos dos alunos, professor poderá identificar o que foi mais relevante nessa proposta para eles.

## 6 METODOLOGIA

Aqui apresentamos a descrição da metodologia empregada na realização dessa pesquisa e são apresentados também a escola, os sujeitos da pesquisa, e os instrumentos de coleta de dados. A metodologia utilizada visa conduzir uma compreensão sobre o papel do jogo educacional Eletro trilha no processo de ensino e aprendizagem.

### 6.1 Caracterização do estudo

Partindo da necessidade de abordar tópicos de Eletricidade foi elaborada uma proposta de material didático para o Ensino de Física, o qual foi implementado por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa. Os procedimentos adotados neste estudo foram observações feitas pelo professor/pesquisador dos alunos em sala de aula durante a aplicação do jogo didático e questionários que buscaram verificar os conhecimentos prévios, o desempenho e a avaliação dos estudantes acerca dos potenciais lúdico e pedagógicos do material didático.

A pesquisa desenvolveu-se no decorrer dos anos letivos 2017 e 2018, foi realizado numa escola pública com alunos de 3ª série do Ensino Médio e trata-se de uma pesquisa cuja abordagem é qualitativa, onde os dados foram recolhidos para posterior classificação e análise, com intenção de verificar a aprendizagem dos alunos sobre conceitos básicos de Eletricidade através da utilização da atividade lúdica, no caso o jogo tabuleiro “Eletro trilha”. Bogdan e Biklen (1994) salientam que a investigação qualitativa surgiu de um campo inicialmente dominado por práticas de mensuração e elaboração de testes de hipóteses variáveis e ampliou-se para contemplar uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais.

Em Bogdan e Biklen (1994), na investigação qualitativa, a fonte direta de coletas de dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal, trata-se de uma investigação descritiva onde o processo é tão importante quanto os resultados ou produtos, os dados são analisados de forma indutiva e tem um significado extremamente importante. Considerando então a subjetividade, a abordagem qualitativa busca compreender como o sujeito diz e não somente o que diz, leva em conta ainda, suas emoções e os significados que conferem ao mundo que o cerca (AGUIAR; TOURINHO, 2011).

Para Godoy (1995), na pesquisa qualitativa, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando captar o fenômeno em

estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Assim, o ambiente de pesquisa é considerado como fonte direta de obtenção de dados e o pesquisador como instrumento chave, sendo o processo o principal foco dessa abordagem. Portanto, os dados coletados nessa pesquisa foram categorizados e analisados para que se entenda a dinâmica do problema em conformidade com essas perspectivas de pesquisas.

Considerando os procedimentos utilizados, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois esse tipo de pesquisa caracteriza-se frequentemente como estudos que procuram determinar *status*, opiniões ou projeções futuras nas respostas obtidas. A sua valorização está baseada na premissa que os problemas podem ser resolvidos e as práticas podem ser melhoradas através de descrição e análise de observações objetivas e diretas, onde as técnicas utilizadas para a obtenção de informações são bastante diversas, destacando-se os questionários e as observações (CERVO & BERVIAN 1983). De acordo com Gil (1999), uma das características mais marcantes está na utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados e após os levantamentos dos mesmos, o pesquisador deverá analisá-los e interpretá-los para obter o resultado da pesquisa.

Esta pesquisa, considerando os objetivos, é classificada como aplicada, pois de acordo com Cervo e Bervian (1983), sua meta é contribuir para fins práticos, buscar soluções para problemas concretos e procura transformar em ação concreta os resultados do trabalho. De acordo com Gil (1999), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. O professor/pesquisador se colocou em contato direto com o local de pesquisa, fazendo observação e anotação na busca de produzir dados. No que tange a descrição, os dados foram recolhidos, transcritos e apresentados de forma coerentes enfatizando aspectos relevantes, respeitando sempre as respostas e pontos de vista dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

A prática pedagógica iniciou-se com a análise da escola e das turmas de terceira série do Ensino Médio onde o professor/pesquisador atua, seguida de aplicação de questionários e culminou com a aplicação do jogo educacional Eletro trilha. Trata-se de uma pesquisa em que o jogo educacional foi o principal instrumento aplicado em sala de aula e uma pesquisa dessa natureza objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolve verdades e interesses dos alunos no meio onde está sendo realizada a atividade prática (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Durante a aplicação do jogo, foi implementada uma metodologia de ensino orientado para a ABRP alinhada ao Ensino por Investigação para abordar conceitos básicos de

Eletricidade. Os conteúdos programáticos foram selecionados através de uma metodologia de ensino expositiva. Os conhecimentos prévios dos alunos foram realizados por meio de um questionário pré-teste, a capacidade de resolução de problemas por eles desenvolvidas foi verificada durante a aplicação do jogo em sala de aula. Já os conhecimentos adquiridos durante a implementação da proposta e avaliação do jogo didático foram verificados por meio da aplicação de um questionário pós-teste e de um questionário de opinião, respectivamente.

Para direcionar a pesquisa realizada neste trabalho, foi estabelecido uma sequência das atividades realizadas, da seguinte forma:

- ✓ Escolha do campo de pesquisa e dos sujeitos para a aplicação do produto educacional;
- ✓ Observação das características das turmas a serem trabalhadas;
- ✓ Escolha dos mecanismos pedagógicos a serem utilizados;
- ✓ Escolha e estudo do referencial a ser utilizado;
- ✓ Escolha da metodologia de pesquisa;
- ✓ Confecção do jogo educacional;
- ✓ Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa;
- ✓ Aplicação da proposta nas duas turmas;
- ✓ Análise da aplicação.

## 6.2 Campo da pesquisa

A implementação desta pesquisa foi realizada em uma escola pública da rede estadual, Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio, localizada na cidade de Coelho Neto no estado do Maranhão.

O município de Coelho Neto está localizado na mesorregião leste do estado do Maranhão, nordeste brasileiro, e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Censo 2010<sup>4</sup>, apresenta uma área territorial de 975, 5433 km<sup>2</sup>, população estimada em 49246 pessoas, fica aproximadamente 364 km da capital São Luís e sua taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 96,5%. Ainda segundo o IBGE (2017), o município possui no ensino Médio 2103 matrículas e 110 docentes

O município é constituído por redes de ensino tanto pública como privada, que oferecem desde o Ensino Infantil até o Ensino Superior. Sua educação básica é formada por escolas

---

<sup>4</sup>Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?c=2103406&t=destaques>>. Acesso em: 04 out. 2018.

privadas e públicas, municipais, estaduais e Federal. Apresenta 46 escolas de Ensino de Ensino Fundamental, sendo 39 municipais e 7 privadas, 6 escolas de Ensino Médio sendo 4 estaduais, 1 privada e 1 federal que também oferece cursos técnicos.

Das instituições estaduais, destaca-se como objeto deste estudo a escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio, localizada na rua Dr. Paulo Ramos, s/nº, Centro. Foi criada pelo Decreto Estadual nº 13.992 de 19 de julho de 1994, no governo de José Ribamar Fiquene. Antes de sua criação o prédio pertencia à prefeitura municipal de Coelho Neto-MA, com o funcionamento da Escola Municipal Jose Sarney, tendo autorização para funcionamento de 5ª série a 8ª série do Ensino Fundamental e seu primeiro nome foi em homenagem ao governador do estado do Maranhão José Sarney, na época da construção da escola.

### **6.2.1 Breve histórico da escola**

Durante sua trajetória recebeu outros nome como: Centro de Ensino de Segundo Grau José Sarney e Centro de Ensino Médio José Sarney.

Em dezembro de 2005, foi feita uma reforma pela própria escola incluindo pintura ampliação do laboratório de Ciências, construção de um banheiro masculino e um depósito, mas não foi o suficiente para atender todas as necessidades.

Em 2010, a escola recebeu uma reforma geral melhorando consideravelmente suas condições física. No ano de 2013, foi ampliada em um depósito, uma área de conveniência e uma cobertura na entrada da mesma. No ano de 2014, todas as salas foram forradas, colocados mais ventiladores e feita uma pintura geral na escola, com recursos do governo estadual.

No ano de 2015, o nome da escola passou a ser Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio, esse o processo de mudança ocorreu com base no Decreto Nº 30.618<sup>5</sup> de 02 de janeiro de 2015, que autoriza a renomeação de escolas com nomes de pessoas que ainda se encontram vivas. Como o senhor José Sarney ainda está vivo, em 2015 foi feita uma eleição para escolher um novo nome para escola. Então o atual nome da escola foi em homenagem ao professor Antônio Nonato Sampaio que era mais conhecido como professor Nonatinho, muito

---

<sup>5</sup> Esse decreto veda a secretários de Estado, a dirigentes de entidades da Administração indireta e a quaisquer agentes que exerçam cargos de direção, chefia, e assessoramento no âmbito do Poder Executivo, atribuir ou propor a atribuição de nome de pessoa viva a bem público, de qualquer natureza, pertencente ou sob gestão do Estado do Maranhão ou das pessoas jurídicas da Administração Estadual indireta. Disponíveis em: <<http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2015/03/escolas-do-ma-que-homenageavam-ditadores-tem-nomes-substituidos.html>>. Acesso em: 07 de nov. 2018.

querido na cidade, principalmente pelos seus colegas, amigos e familiares pelos relevantes serviços prestados ao município, mas que teve morte precoce, aos 60 anos, com problemas no coração. Em dezembro de 2016, foram eleitas pelo voto democrático e empossadas as professoras Pastora Oliveira cruz e Laura da Silva Gomes como Gestora Geral e Gestora Adjunta, respectivamente.

### 6.2.2 Estrutura organizacional

O centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio mantém sua estrutura organizacional de eficiente em seus departamentos e setores, que se integram de coesa e harmônica apesar da deficiência de recursos humanos.

**Tabela 1 - Apresentação da estrutura física da escola.**

<b>Especificação</b>	<b>Quantidade</b>
Sala da Gestão	01
Secretaria	01
Sala dos Professores	01
Salas de aula	07
Banheiro masculino	01
Banheiro Feminino	01
Banheiros dos Professores (masculino/feminino)	02
Banheiro da gestão	01
Cantina	01
Laboratório de informática	01
Laboratório de Ciências	01
Sala de Leitura	01
Pátio (interno e externo)	02
Depósito	02
Área de convivência	01
Sala de apoio à cantina	01

Fonte: Projeto Político Pedagógico da escola Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio, 2018.

Na escola há 05 aparelhos de Datashow e 01 notebook, mas as salas de aula não dispõem de sistema multimídia permanentemente instalado, cabendo ao professor fazer a montagem do equipamento antes do seu uso e a desmontagem do mesmo após utilizá-lo.

A escola possui pátios muito pequenos o que dificulta as apresentações artísticas, suas salas são forradas com PVC<sup>6</sup>, o que provoca altas temperaturas no seu interior, principalmente no verão, uma vez que são ventiladas por poucos ventiladores e alguns estão com defeitos. Os laboratórios de informática e de ciências, e as salas dos professores, diretoria e secretaria são climatizadas.

No âmbito técnico-funcional, a escola apresenta 06 pessoas no quadro administrativo com função gratificada ou com desvio de função, no quadro docente, há 22 professores efetivos e 02 contratados. Estão matriculados 542 alunos distribuídos em dois turnos, sendo 274 no matutino e 268 no vespertino. Na escola há ainda 01 Colegiado escolar que foi criado em 19 de abril de 1996, sendo a última eleição realizada em 03 de maio de 2018, constituído pelos quatro segmentos: aluno, professor, servidor e pais/responsáveis. Além disso, a escola conta ainda com 01 Caixa Escolar criado em 19 de abril de 1997, composto de presidente, secretário, tesoureiro e conselho fiscal.

A escola atende alunos de praticamente todos os bairros da cidade, principalmente alunos do centro, além de alunos da zona rural. O estabelecimento de ensino foi escolhido para a aplicação do material didático em função pesquisador ser professor e atuar em duas turmas de terceira séries dessa escola nas quais ocorreram as aplicações do jogo educacional Eletro trilha. Vale ressaltar ainda que a escola realiza atividades artísticas, visando proporcionar aos adolescentes a formação de atitude crítica frente à realidade que o cerca. Nessa perspectiva, conforme o Projeto Político Pedagógico (PPP, 2018) da escola, o corpo docente da escola busca realizar um trabalho harmonioso, envolvendo alunos, pais ou responsáveis, e ainda, o apoio e colaboração da comunidade.

Vale destacar que o Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio não conta com secretário, supervisores pedagógicos e nem auxiliares administrativos, dificultando o trabalho burocrático e, conseqüentemente o atraso na demanda da gestão, uma vez que tem que preparar certificados, históricos e todos os documentos necessário ao bom funcionamento da instituição.

---

6 É um plástico não 100% originário do petróleo, pois é originário da adição de átomos do elemento cloro ao monômero etileno. Disponível em <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Policloreto\\_de\\_vinila](https://pt.wikipedia.org/wiki/Policloreto_de_vinila)>. Acesso em: 04 out. 2018.

### 6.3 Sujeitos da pesquisa

A implementação do produto educacional ocorreu em duas turmas 3ª série do Ensino Médio, no ano de 2018, envolvendo um total 80 alunos que fizeram parte da aplicação do material didático, em duas turmas diferentes, sendo a turma A composta por 42 alunos, 9 do sexo masculino e 33 do sexo feminino e a turma B, composta por 38 alunos, 26 do sexo masculino e 12 do sexo feminino. A faixa etária dos participantes dessa pesquisa compreende entre 17 a 20 anos.

O jogo foi aplicado nessas séries do Ensino Médio, pois o jogo educacional Eletro trilha aborda conteúdos de Eletricidade e o ensino dessa unidade é predominantemente focado nesta série. A escolha dessas turmas se deu de forma a facilitar a aplicação do material didático pelo fato de o pesquisador atuar como professor de Física nas mesmas e já ter sido professor da maioria dos alunos desde a primeira série do Ensino Médio, o que contribui para perceber, com maior facilidade, algumas dificuldades de aprendizagem e obter uma melhor interação e mediação durante a aplicação das atividades.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacional da Educação Básica (2013), a compreensão de conceitos e fenômenos relacionados à eletricidade devem ser trabalhados na terceira série do Ensino Médio e, também, de acordo com os conteúdos estruturantes do livro didático de Física adotado na escola escolhida, os conteúdos de eletromagnetismo são propostos para serem trabalhados nessa série. Nas duas turmas foi aplicada a mesma proposta envolvendo os mesmos questionários e o jogo educacional com as mesmas regras, buscando atender os pontos que ampliam a investigação dessa pesquisa à interação promovida pelo material desenvolvido com os estudantes e os mecanismos pedagógicos utilizados.

### 6.4 Instrumento de coleta de dados

Com relação aos instrumentos de coletas de dados, podemos destacar os seguintes recursos utilizados:

- ✓ Observações feitas pelo professor/pesquisador como participante em alguns momentos e não-participante em outros;
- ✓ As respostas dos alunos diante dos problemas que foram apresentados no jogo didático;
- ✓ A mediação feita pelo professor/pesquisador entre o jogo didático e os estudantes;
- ✓ As respostas dos alunos diante das questões apresentadas nos questionários.

Em relação à observação participante, o professor/pesquisador se colocou em contato direto com o local da pesquisa fazendo observações e anotações, na busca de produzir dados. A interação entre os estudantes foi um fator primordial no recolhimento e na descrição de dados o que permitiu ao professor/pesquisar analisar suas falas e as expressões. Nessa perspectiva, para Bogdan e Biklen (1994), a investigação participante trata-se de uma técnica de investigação qualitativa em que os investigadores interagem com seus sujeitos de forma natural e não intrusiva, ou seja, a interação entre professor e aluno favorece nas soluções de problemas propostos, mas isso não pode ser feito de forma ameaçadora. Esse tipo de observação foi realizado durante as aplicações do jogo educacional em sala de aula, destacando-se a interação aluno-aluno e entre professor-aluno.

Já na observação não-participante, não há interação alguma entre o investigador e o objeto de estudo no momento em que realiza a observação e esse tipo de técnica diminui a interferência do observador, permitindo o uso de instrumentos de registros sem provocar influência nestes (BOGDAN E BIKLEN, 1994). Esse processo foi realizado a partir das aplicações dos questionários pré-teste e pós teste nas quais o professor/pesquisador não comentou nenhuma questão, ou seja, não se envolveu diretamente para não influenciar nas respostas dos estudantes.

As observações do professor/pesquisador como observador participante em sala de aula, revelou um importante papel na avaliação dos procedimentos adotados na aplicação do produto educacional destacando-se a interação cognitiva frente aos desafios conceituais e procedimentais apresentados nesse material didático.

Os questionários utilizados nessa pesquisa, como instrumento de coleta de dados e de avaliação, foram aplicados antes e após as aplicações do jogo a fim de verificar se esse produto contribuiu para a aprendizagem dos estudantes. “Pode-se definir questionário como sendo a técnica de investigação composta de um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimento, crença, sentimentos, valores, expectativas, aspirações, [...], etc”. (GIL, 2008 p. 121).

O questionário pré-teste (Apêndice B) foi utilizado para verificar o desempenho dos alunos acerca de tópicos relacionado à conceitos básicos de Eletricidade. De acordo com Gil (2008), o pré-teste tem por objetivo coletar dados e assegurar-lhe validade, precisão e que seja bem elaborado, principalmente no que se refere a: a) clareza e precisão dos termos; b) formas das questões; c) desmembramento das questões; d) ordem das questões; e e) introdução do questionário.

No questionário pós-teste (Apêndice C), as perguntas foram feitas diferentes das apresentadas no pré-teste, mas com o mesmo nível de dificuldade, o que possibilitou uma melhor comparação entre as notas obtidas pelos estudantes nesses dois questionários. Conforme Gil (2008, p. 134), “para que um questionário seja eficaz é necessário que os elementos selecionados sejam típicos em relação ao universo e aceitem dedicar para responder ao questionário maior tempo que os respondentes definitivos”. Já o questionário de opinião (Apêndice D) objetivou a avaliação do jogo quanto à contribuição científica, aos potenciais lúdicos e pedagógicos, à eficácia e à aprendizagem afetiva. Todos os questionários foram feitos na plataforma Word Office 2010 e impressos em papel de tamanho A4 e gramatura 75 gramas.

## 6.5 A proposta de ensino-aprendizagem

Inicialmente foram feitas observações durante aulas de Física nas turmas selecionadas, para analisar a participação dos alunos, o nível de interesse, as habilidades e a interação entre os alunos e o professor/pesquisador.

A intervenção do professor/pesquisador, em cada turma, ocorreu da seguinte maneira:

- ✓ Uma aula para aplicação do questionário pré-teste das questões subsunçoras;
- ✓ Seis aulas para a aplicação do jogo, sendo duas aulas para cada caso;
- ✓ Uma aula para a aplicação do questionário pós-teste;
- ✓ Uma aula para a aplicação do questionário de opinião.

Optou-se primeiramente pela aplicação do questionário pré-teste, junto aos alunos, ou seja, um conjunto de questões que foram levantadas afim de obter uma dimensão dos conhecimentos dos alunos em relação ao conteúdo de Física presente no jogo. Após a aplicação do pré-teste, houve uma abordagem das regras do jogo, sendo mostrados o tabuleiro, as cartas de pistas e as cartas de sorte ou azar, fazendo com que os alunos tiveram o primeiro contato com o jogo educacional Eletro trilha. Os processos de interação entre professor-aluno, aluno-aluno e alunos-jogo foram observados durante a aplicação do produto educacional, onde houve relatos orais dos alunos enquanto jogavam e da forma como foram elaboradas as soluções dos problemas propostos em cada caso do jogo.

Após a aplicação do jogo, os alunos foram submetidos ao questionário pós-teste, no qual responderam algumas questões relacionadas ao conteúdo trabalhado no jogo educacional Eletro trilha. Trata-se de um instrumento utilizado para consolidar os assuntos trabalhados numa disciplina, visando garantir um aumento no rendimento dos alunos (ANDRADE *et al*, 2016).

O questionário pós-teste foi aplicado com o objetivo de verificar os conhecimentos adquiridos durante a implementação do produto educacional. O último instrumento de coleta de dados, se deu pela aplicação do questionário de opinião.

Durante a realização das atividades feitas pelos estudantes, pôde-se observar algumas dificuldades encontradas por eles, mas também algumas habilidades adquiridas e aplicadas. Quanto às dificuldades, foi percebido pelas conversas entre os alunos, que alguns demoraram compreender as regras do jogo, não sabiam interpretar gráficos e tabelas, analisar figuras e, principalmente, escrever a solução correta dos problemas propostos no jogo. No entanto, boa parte dos alunos que interagiram bem, compreenderam as regras do jogo em pouco tempo, e tiveram facilidade em elaborar as soluções para os problemas apresentados no jogo.

## 7 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo, será apresentado o contexto que discorre a implementação do produto educacional, bem como se deu a aplicação do jogo educacional Eletro trilha em sala de aula e serão discutidos e analisados os relatos e desempenhos dos alunos em cada etapa da proposta e em cada caso do jogo eletro trilha, principalmente no que diz respeito à interação promovida por esse instrumento e às soluções dos problemas propostos. Antes da elaboração e aplicação do jogo foi aplicado um questionário pré-teste.

### 7.1 Análise do pré-teste

Antes da primeira aplicação do jogo por meio do qual foram abordados conteúdos relacionados à Eletricidade, optou-se pela aplicação de um pré-teste no qual os alunos responderam algumas questões relacionadas ao conteúdo trabalhado, chamadas questões subsunçoras, pois é importante conhecer o que o aluno já sabe. A organização do conhecimento se deu no decorrer da aplicação do jogo, onde buscou-se também promover uma aprendizagem por descobertas, em que os alunos puderam fazer parte da construção do seu próprio conhecimento.

Essa problematização inicial ocorreu com a aplicação do pré-teste por meio de um questionário direcionado aos alunos no qual foi utilizado para fazer um levantamento do conhecimento prévio e posteriormente, para realizar discussões com eles. O questionário é composto por dez questões, sendo abertas e fechadas, envolvendo aplicações de fenômenos físicos relacionados à eletricidade, os quais estão presentes no dia-a-dia dos alunos. As questões fechadas não determinam as alternativas de respostas porque o número de categoria de resposta é muito grande (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006). As respostas foram dadas de acordo com o conhecimento que os alunos possuíam naquele momento e mesmo as respostas incorretas foram levadas em consideração, pois o objetivo é levá-los a refletir sobre a temática proposta.

Os alunos responderam individualmente cada questão sem fazer consulta, como em celular, livro ou qualquer outro instrumento. Na turma A, parte dos alunos apresentaram dificuldades para responder algumas questões do pré-teste, sendo que houve algumas que não foram respondidas por alguns alunos. Durante essa aplicação, percebeu-se alguns alunos tentando interagir entre si quando estavam com dúvida ou não sabiam responder alguma questão.

**Figura 15 – Aplicação do questionário pré-teste nas turmas A e B.**



Fonte: Auto, 2018.

Na turma B, também houve dificuldade na resolução de algumas questões, mas a tentativa de interação entre os alunos foi bem menor em relação à turma A.

Nas duas turmas, entre os alunos presentes em sala durante a realização do pré-teste, foi possível verificar que não houve resistência à essa atividade, ocorrendo dessa forma, uma boa aceitação por parte dos mesmos. Nessa atividade, foi proposto aos alunos a utilizar algumas habilidades, como conferir, comparar, somar, desenhar, analisar, entre outras. As questões simples como “Questão 1” foi respondida por quase todos os alunos, mas as questões que exigiam desenhos nas respostas como a “Questão 3” e a “ Questão 10”, a maioria dos alunos não a responderam. Já a “Questão 4” que é uma questão fechada, ou seja, uma questão objetiva de múltiplas escolhas, todos os alunos a responderam, sendo que a maioria, de forma correta. Percebeu-se ainda que em um dado instante, alguns alunos estavam bem adiantados nessa atividade, enquanto outros estavam respondendo, ainda, as primeiras questões.

No dia da aplicação desse instrumento, na turma A estavam presentes 34 alunos na sala de aula e suas respostas podem ser observadas no esquema na tabela 2.

**Tabela 2 – Desempenho dos alunos da turma A na aplicação do pré-teste.**

<b>Questões</b>	<b>Número de alunos que acertaram</b>	<b>Número de alunos que acertaram parcialmente</b>	<b>Número de alunos que erraram</b>	<b>Número de alunos que não responderam</b>
1	28	3	1	2
2	27	2	4	1
3	19	7	2	6
4	23		10	1
5	17	5	6	4

6	22	4	7	1
7	7	6	6	15
8	18	8	3	5
9	17	7	10	
10	7	8		19

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

As questões parcialmente corretas são aquelas em que os alunos executaram pequenos erros. Vale ressaltar que algumas questões foram deixadas em brancos por alguns alunos, ou seja, não foram respondidas. É importante salientar também que as respostas que tiveram o maior número de acertos serviram de base para a confecção de algumas cartas de compartimentos de pista presentes no jogo Eletro trilha.

Essa atividade inicial contou com a presença de 32 alunos na turma B e suas respostas são mostradas na tabela 3.

**Tabela 3 – Desempenho dos alunos da turma B na aplicação do pré-teste.**

Questões	Número de alunos que acertaram	Número de alunos que acertaram parcialmente	Número de alunos que erraram	Número de alunos que não responderam
1	27	4	1	
2	22	2	5	3
3	15	2	14	1
4	25	3	4	
5	20	1	10	1
6	14	4	13	1
7	13	4	14	1
8	17	8	2	5
9	21	3	6	2
10	13	5	2	12

Fonte: Autor, 2018.

Nessa etapa da problematização, foi esperado que os alunos dessem as respostas de acordo com o conhecimento que possuíam naquele momento. De acordo com as respostas dos alunos ao questionário pré-teste, podemos inferir que boa parte dos mesmos possuíam conhecimentos diante dos conteúdos abordados, ou seja, possuíam conhecimentos prévios, mas muitas vezes precisavam organizar a estrutura desses conhecimentos.

As respostas dos alunos foram identificadas pela letra A seguida de uma numeração, como por exemplos: A1, para designar o aluno 1, A2 para designar o aluno 2 e assim por diante.

As dez questões apresentadas foram baseadas em situações do cotidiano dos alunos. As questões elaboradas e propostas foram as seguintes:

Questão 1: *Onde a eletricidade está presente no seu dia-a-dia?*

Na turma A, em resposta a essa questão aberta, quase todos os alunos responderam, sendo apenas um que não respondeu. Seguem algumas respostas:

“Em tudo e em todos os lugares que a gente estiver” (A1, 2018).

“Em casa, nos portes, na escola e em tem todos os lugares que vamos temos energia elétrica” (A3, 2018).

“Em casa, na escola, no ônibus, na motocicleta, nos aparelhos elétricos, videogame, computador etc.” (A17, 2018).

Na turma B, todos responderam, um aluno respondeu errado, ou seja, escreveu uma resposta sem sentido. Algumas respostas são observadas a seguir:

“Em quase tudo, no celular, nos aparelhos elétricos, na luz elétrica, etc” (A2, 2018).

“Em casa, na escola, na televisão” (A3, 2018).

“Na televisão no som, no celular, nas lâmpadas” (A6, 2018).

Observamos que o aluno A1 da turma A, não identificou nenhum lugar em que a eletricidade está presente, isso mostra a dificuldade que muitos alunos possuem em responder uma questão, dando uma resposta bem elaborada, mesmo quando se trata de uma questão fácil.

Questão 2: *Como é produzida a energia elétrica que você utiliza em casa para ligar a TV, ligar aparelhos eletrodomésticos, videogame e o computador?* Novamente, somente um aluno deixou essa questão sem respostas na turma A, e dois, na turma B. Algumas respostas são exibidas da turma A a seguir:

“Hidrelétrica, termelétrica” (A1, 2018).

“A partir das hidrelétricas” (A2, 2018).

“Através de turbinas geradoras pela força da água nas usinas hidrelétricas” (A31, 2018).

Na turma B, obtivemos respostas como:

“Ela é produzida através de usinas hidrelétricas” (A8, 2018).

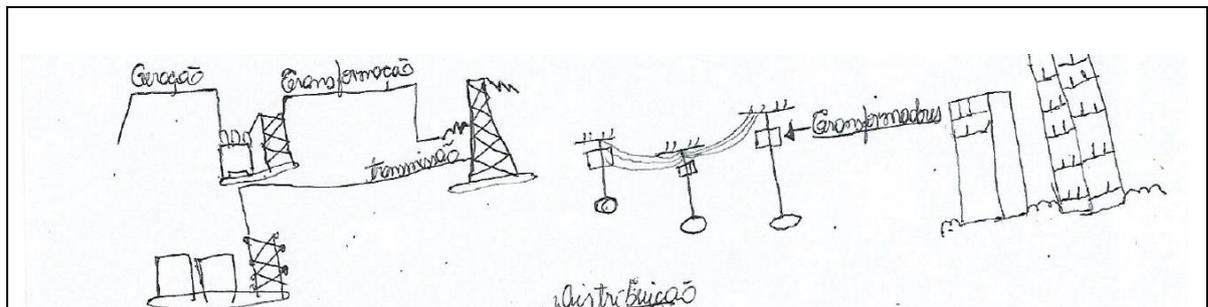
“Eólica” (A10, 2018).

“Hidrelétricas, sol e também do petróleo e do carvão mineral”, (A14, 2018).

Observamos que quase todos os alunos da turma A, deram como resposta somente usinas hidrelétricas, enquanto na turma B, houve um número maior de alunos, que citaram outros tipos de usinas geradoras de energia elétrica.

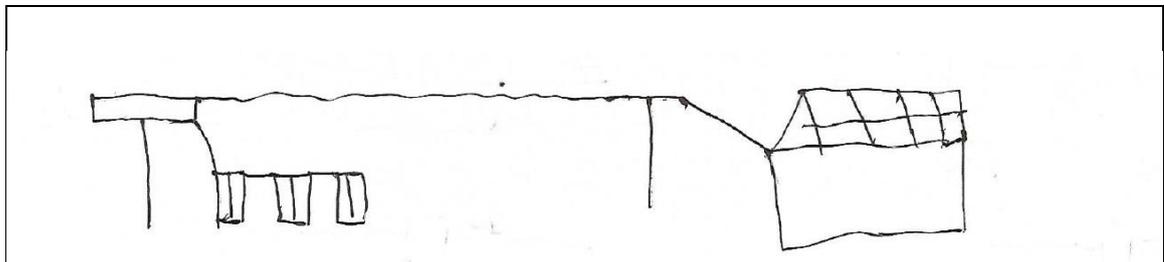
Na questão 3, nas duas turmas, o número de acertos foi bem menor em relação às duas questões anteriores. *Faça um desenho representando de forma simplificada o caminho da energia elétrica de a fonte geradora até nossas residências.* Alguns desenhos que das respostas dessa questão são mostrados a seguir:

**Figura 16 – Resposta do aluno A21 da turma A à questão 3 do pré-teste.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018

**Figura 17 – Respostas dos alunos A19 da turma B à questão 3 do pré-teste.**



Fonte: Autor, 2018.

O aluno A21 da turma A, representou muito bem a geração da energia a partir de uma usina hidrelétrica, mas o aluno A19 da turma B, representou uma usina bem longe da realidade, o que mostra que muito alunos não sabem como acontecem a geração de energia elétrica que abastece suas próprias residências.

A maioria dos alunos das duas turmas responderam corretamente à questão 4: *Das partículas que constituem o átomo, qual (is) possui (em) carga elétrica negativa?* ( ) Prótons; ( ) Elétrons; ( ) Nêutrons; ( ) Prótons e elétrons.

Dos 34 alunos da turma A, 09 erraram, onde 08 escolheram a opção “Prótons” e apenas 01, a opção “Nêutrons”. Já dos 32 alunos da turma B, apenas 03 alunos erraram essa questão.

Veja algumas respostas dos alunos à questão 5 do questionário pré-teste: *Caracterize o processo de eletrização por atrito.*

Algumas respostas da turma A foram as seguintes:

“Processo em que ocorre o atrito entre dois elétricos para a geração de um tipo de energia” (A1, 2018).

“Consiste em esfregar dois corpos isolantes, como por exemplo: canudo de plástico e papel higiênico” (A17, 2018).

“Quando dois corpos isolantes são esfregados como um papel e um canudo, eles se atraem e acontece a eletrização por atrito” (A33, 2018).

Para a turma B, obtivemos respostas como as a seguir:

“Depois do atrito, uma carga fica positiva e a outra negativa e fazem o processo de eletrização” (A4, 2018).

“Acontece com dois materiais isolantes. Quando acontece o atrito, um fica positivo e o outro negativo” (A18, 2018).

“Quando se pega uma caneta e corta alguns pedaços de papel e depois atritar a caneta com o cabelo, os pedaços de papel serão atraídos pela caneta” (A29, 2018).

Algumas respostas dos alunos foram parecidas e a maioria dos alunos responderam corretamente essa questão, apesar alguns darem apenas exemplos sem descrever como o processo acontece.

Outra questão aberta debatida nessa etapa da pesquisa foi a questão 6: *Dê quatro exemplos de materiais isolantes elétricos e quatro de materiais condutores elétricos.*

Algumas repostas da turma A são apresentadas a seguir:

“Madeira, borracha, plástico e papel são isolantes. Alumínio, cobre, ferro e ouro são condutores” (A18 2018).

“Madeira, borracha, canudo e plástico. Ouro, água, cobre e alumínio” (A28 2018).

“Isolantes: papel, madeira, plástico e couro. Condutores: ferro, ouro, prata e bronze” (A33, 2018).

Vejamos algumas respostas da turma B:

“Isolante: madeira, borracha, plástico e água pura. Condutores: cobre, ouro, alumínio e ferro” (A6 2018).

“Isolantes: o vidro, a borracha, a cerâmica e o plástico” (A24 2018).

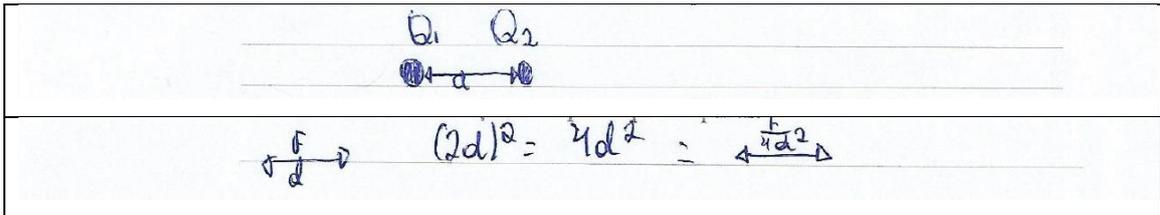
“Plástico, madeira, borracha e vidro são isolantes. Cobre, prata, ouro e alumínio são condutores” (A28 2018).

Observamos que houve alunos que deram respostas corretas e alunos que deram respostas parcialmente correta. Na turma A, o aluno A28 considerou água como isolante, nesse caso, acreditamos que ele tenha considerado água pura. O aluno A6 foi bem claro ao informar que a água citada como isolante era pura. Nessa questão houve muitos alunos que citaram os nomes dos materiais, mas sem identificar quais eram isolantes e quais eram condutores e

aqueles que deram exemplos somente de materiais isolantes, como foi o caso do aluno A28 da turma B.

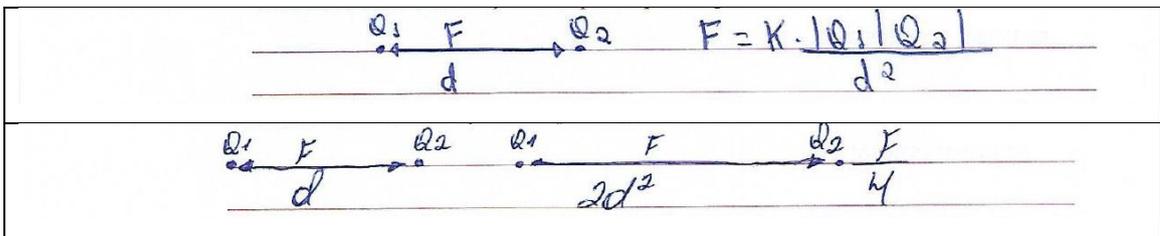
Vejam agora algumas respostas repostas dos alunos à questão 7 do questionário que é a seguinte: *Se duplicarmos a distância entre duas cargas elétricas, como varia a força elétrica que se estabelece entre elas? Faça um esquema para explicar.*

**Figura 18 – Respostas à questão 7 dos alunos A25 e A31, respectivamente, da turma A.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 19 – Respostas à questão 7 dos alunos A24 e A26, respectivamente, da turma B.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

Muitos alunos não conseguiram fazer corretamente o esquema representando as duas cargas elétricas após o afastamento entre elas, como foi o caso do aluno A25 da turma A e alguns até tentaram aplicar a Lei de Coulomb, como o A24 da turma B, para encontrar a relação entre as forças elétricas existentes entre as duas cargas antes e após o afastamento. Percebemos que houve muita dificuldade para os alunos encontrar essa relação e nas duas turmas, menos da metade dos alunos conseguiram responder essa questão corretamente, sendo que uma boa parte deles deixaram ela sem respostas.

Observamos que em resposta a questão 8: *Qual a unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional de Unidades? Explique.* Dentre as respostas e suas justificativas da turma A, destacamos algumas que são mostradas a seguir.

“Ampère” (A2, 2018).

“Ampère, porque é mais prático medir com precisão” (A14, 2018).

“Ampère. Porque vem do nome André Marie Ampère, um grande físico” (A17, 2018).

Nessa questão, muitos alunos não conseguiram lembrar do nome do físico homenageado com o nome da unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional de Unidades, como foi o

caso dos alunos A2. Uma boa parte dos estudantes deram justificativas incorretas e outros deixaram a questão em branco.

A questão 9 foi a seguinte: *Na sua casa quando todas as lâmpadas estão ligadas, se uma for queimada ou removida, o que acontece com as demais? Porque isso ocorre?*

Nessa questão obteve-se 24 respostas corretas na turma A e 21 na turma B, sendo uma daquelas em que mais os alunos acertaram, os demais acertaram parcialmente, responderam de forma incorreta ou não a responderam. Algumas respostas dadas pelos estudantes da turma B são destacadas a seguir:

“Elas permanecem ligadas, só que mais fortes, porque a carga da que foi retirada ou queimada vai para as demais” (A13, 2018).

“Permanecem acesas” A17, (2018).

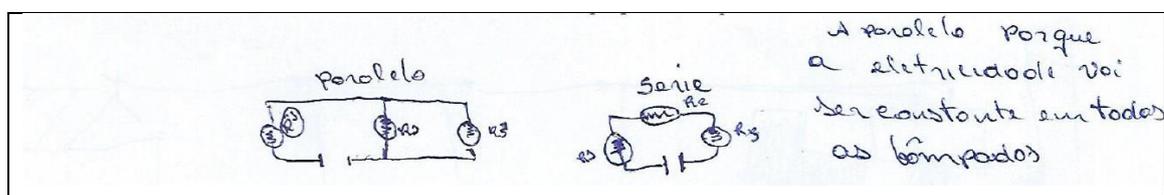
“Continuam acesas, porque a corrente é paralela”, A27, 2018).

O aluno A13 imaginou que o brilho das demais lâmpadas que permanecem no circuito aumenta, ou seja, ele não relacionou corretamente a corrente elétrica com as grandezas resistência elétrica e tensão elétrica de uma lâmpada que não variam quando outra lâmpada da associação em paralelo é removida ou queimada. Alguns alunos como A17 e A27 respectivamente, que deram respostas parcialmente corretas, não justificaram porque as lâmpadas permanecem acesas e aqueles que justificaram não informaram que o motivo é o fato de elas estarem ligadas em paralelas.

Em resposta à questão 10, os alunos deveriam expressar sua compreensão sobre circuitos elétricos com associação de resistores em série e em paralelo. *Um circuito elétrico é formado por uma bateria e três lâmpadas idênticas associadas em série. Um outro circuito é formado pelos mesmos elementos do circuito anterior, mas as lâmpadas estão ligadas em paralelo. Faça um desenho de cada circuito e diga, em qual deles as lâmpadas possuem maior brilho? Explique sua resposta.*

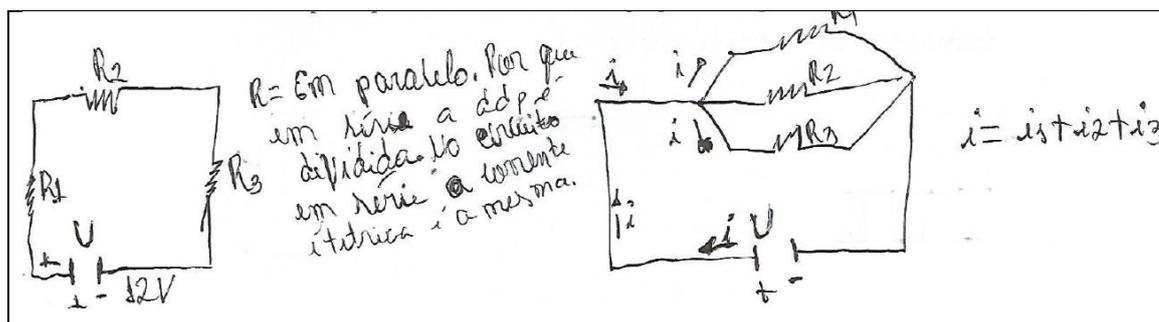
Percebemos que essa foi a questão em que os alunos tiveram mais dificuldades, foi a que houve o menor número respostas corretas. Das respostas parcialmente corretas destacamos algumas a seguir.

**Figura 20 – Respostas dos alunos A12 da turma A à questão 10 do pré-teste.**



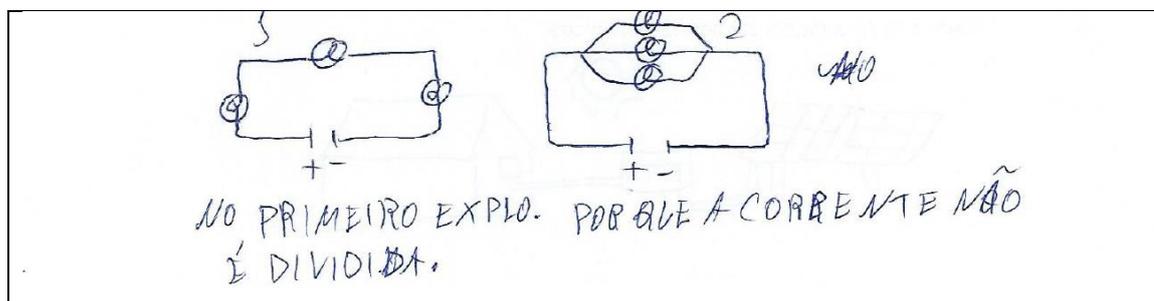
Fonte: Acervo do pesquisador.

**Figura 21 - Respostas dos alunos A5 da turma B à questão 10 do pré-teste.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 22 - Respostas dos alunos A18 da turma B à questão 10 do pré-teste.**



Fonte: Acervo do Pesquisador, 2018.

Nessa questão, houve muitas respostas parecidas, principalmente com a do aluno A5 da turma B que informou que as lâmpadas que mais brilham são as do circuito em paralelo, mas não deu uma justificativa condizente. O aluno A18 da turma B não compreendeu que a resistência elétrica na associação em série é maior que na associação em paralelo, apesar de que nessa última a corrente foi dividida. Para essa questão, houve apenas 10 respostas corretas na turma A e 13 na turma B.

## 7.2 Relato das aplicações do jogo

A proposta didática implementada por meio do jogo educacional Eletro trilha contou com três aplicações em sala de aula, sendo que em cada aplicação foram trabalhados determinados conteúdos de eletricidade relacionados com o problema abordado em cada caso. Foram três casos trabalhados no jogo a partir da SEI, sendo que cada um foi trabalhado a cada aplicação e foram chamados de caso 1, caso 2 e caso 3, respectivamente.

As atividades desta proposta didática foram desenvolvidas em duas turmas (turma A e turma B) ao longo de 06 aulas com duração de 45 minutos cada, sendo 02 aulas para cada caso aplicado, onde foram abordados conteúdos de eletricidade e aplicadas atividades que foram pautadas por três momentos pedagógicos que segundo Delizoicov e Angotti (1990) são: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento, Aplicação do Conhecimento.

### 7.2.1 Análise da aplicação do caso 1

Um dos momentos que culminou a prática pedagógica foi aplicação do jogo educacional Eletro trilha. O início dessa atividade se deu com a preparação da sala de aula e dos alunos, pedindo para os mesmos que ficassem em círculo, assim como na figura 23. O professor/pesquisador pediu aos alunos que prestassem bastante atenção na explicação das regras do jogo. Na sala de aula sobre a mesa foram colocados o tabuleiro, as cartas de problemas, as cartas de pistas, as cartas de sorte ou azar, um copo, um dado, a folha de regras, os cadernos de anotações e os botões para que os alunos pudessem ver como era o jogo e observar algumas regras que foram explicadas naquele momento.

**Figura 23 – Alunos observando a explicação das regras do jogo na turma B.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

Em seguida, foram colocados dois tabuleiros na sala, os alunos foram divididos em seis equipes de quatro ou seis participantes. Em cada tabuleiro ficaram três equipes e foram distribuídos os instrumentos que compõem o jogo em cada mesa. Nessa primeira aplicação do jogo, o número de alunos em cada equipe foi maior que nas aplicações seguintes, para facilitar a explicação das regras que foram de fácil compreensão para uns, mas difíceis para outros. Essa metodologia foi utilizada nas duas turmas em que o jogo Eletro trilha foi aplicado.

No início da aplicação do caso 1 do jogo Eletro trilha, surgiram muitas dúvidas sobre a forma correta de jogar, visto que os alunos ainda não estavam habituados com as regras. No entanto, com a mediação feita pelo professor/pesquisador, os estudantes começaram a se deslocar pelo tabuleiro e fazer os registros das cartas pistas no caderno de anotações. Percebemos que algumas equipes se sentiram desafiadas a descobrirem a forma correta de jogar

e outras pediam constantemente orientações ao mediador. Os estudantes também poderiam consultar a folha de regras, mas se verificou bastante a interação e a socialização de ideias entre os componentes de cada equipe.

Vale ressaltar que os problemas apresentados em cada caso foram baseados em situações do cotidiano. O caso 1 tem como tema “A Carga Elétrica” e é composto pelo seguinte problema: *Os caminhões que transportam combustíveis, antes de iniciar o descarregamento, o terminal da mangueira é encaixado na boca do tanque. Essa boca possui um aterramento, isto é, uma conexão condutora com a terra. Um cabo metálico faz a ligação entre o tanque do caminhão e o terminal da mangueira e só após essa operação, o abastecimento é efetuado.*

*Você deverá descobrir qual a função do cabo antiestático (fio terra) existente nos caminhões-tanques e usado durante o descarregamento.*

O caso 1 tem como objetivo entender como um corpo pode ser eletrizado e como sua carga elétrica pode ser descarregada. Nessa primeira aplicação, as equipes em cada tabuleiro jogaram competindo entre si e para esse problema, foram escolhidas as soluções de duas equipes de cada turma para serem apresentadas. Na turma A, a equipe 2 composta pelos alunos A8, A11, A26, e A34 e a equipe 5 composta pelos alunos A1, A10, A25, A30 e A36 e deram as soluções.

**Figura 24 - Soluções apresentadas pela equipe 2 da turma A ao problema do caso 1.**

**Solução:** Durante o abastecimento de Caminhões, eles são conectados à terra para que possíveis cargas elétricas existentes na superfície externa sejam escoadas, evitando pequenas descargas elétricas que poderiam explodir o combustível que está sendo introduzido nos Tanques.

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 25 - Soluções apresentadas pela equipe 5 da turma A ao problema do caso 1.**

**Solução:** Evitando pequenas descargas elétricas poderiam explodir o combustível que está sendo introduzido nos tanques

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 26 – Alunos interagindo durante a aplicação do caso 1 do jogo na turma A.**

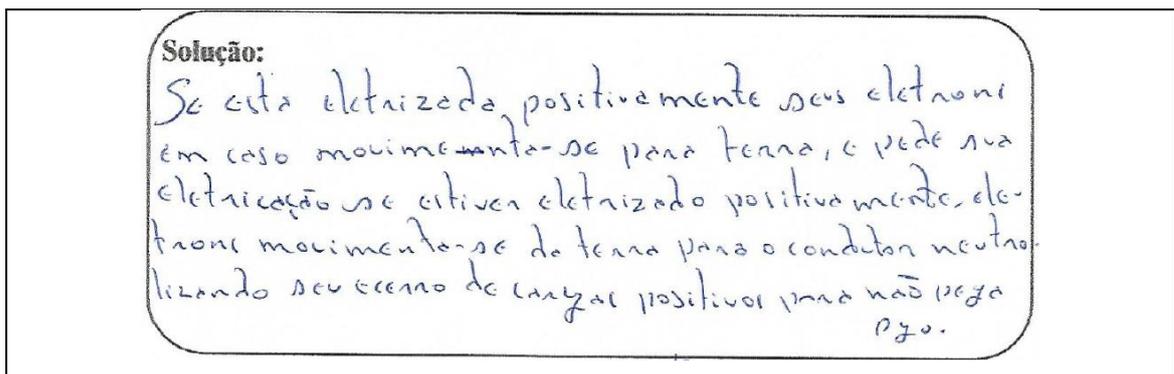


Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

Podemos perceber que os alunos da equipe 2 compreenderam o problema em questão, mas tiveram dificuldade em elaborar a solução que ficou um pouco dispersa. Já os alunos da equipe 5 compreenderam o problema e deram uma solução mais estruturada, pois mostra que eles usaram as evidências com mais atenção, fazendo uma análise mais apurada das pistas e escrevendo uma solução satisfatória no caderno de anotações.

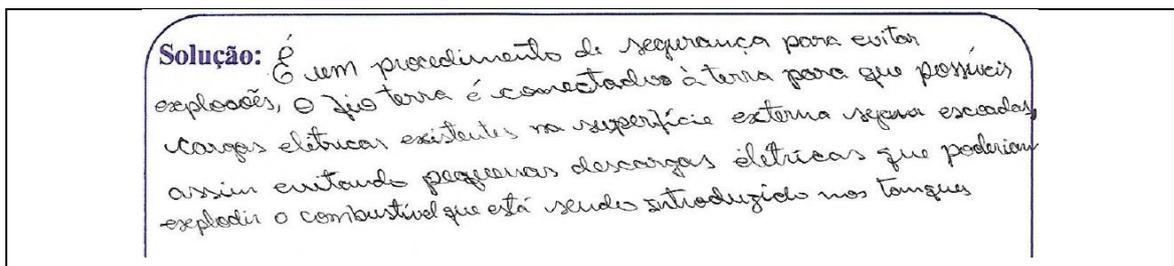
Na turma B, foram escolhidas também duas soluções das equipes, sendo a equipe 3 formada pelos alunos A12, A14, A15, e A38 e a equipe 4 formada pelos alunos A10, A16, A22 e A29, como se pode observar nas figuras 27 e 28.

**Figura 27 – Solução apresentada pela equipe 3 da turma B ao problema do caso 1.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 28 – Solução apresentada pela equipe 4 da turma B ao problema do caso 1.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

A equipe 3, em sua solução, transcreveu trechos de algumas anotações contidas nas pistas o que evidencia que os alunos dessa equipe não se propuseram a fazer raciocínio ou o uso de outras habilidades para elaborar uma melhor solução. Percebemos que a solução apresentada pela equipe 4 está mais organizada e isso mostra que os alunos dessa equipe entenderam o enunciado do problema, analisaram melhor as pistas, raciocinaram e se concentraram no momento de escrever a solução.

**Figura 29 – Aplicação do jogo na turma B e alunos discutindo o caso 1.**



Fonte:Acervo do pesquisador, 2018.

Com esse problema buscávamos compreender as concepções dos alunos sobre principalmente carga elétrica e processos de eletrização, a quantidade de soluções corretas, parcialmente corretas, e incorretas são apresentados na tabela 4 que é mostrado a seguir.

**Tabela 4 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 1.**

<b>Turma</b>	<b>Correta</b>	<b>Parcialmente Correta</b>	<b>Incorreta</b>
A	3	1	2
B	2	1	1

Fonte: Autor, 2018.

Podemos perceber que esse primeiro resultado não foi tão satisfatório, acreditamos que pelo fato de os alunos ainda não estarem familiarizado com o jogo e principalmente com as regras, onde muitos relataram que isso dificultou na concentração principalmente na hora de escrever a solução do problema.

Cabe aqui ressaltar que no caso 1, os estudantes tiveram muitas dificuldades para se movimentarem no tabuleiro e levaram mais tempo para solucionar o problema. É importante enfatizar o papel do professor como mediador, orientando cada equipe a se deslocar corretamente no tabuleiro, fazer as anotações e escrever as soluções, mas sem apresentar as

respostas corretas, estimulando os estudantes a buscarem as soluções para cada problema apresentado. Houve muitas discussões entre os alunos de cada equipe, mas o professor/pesquisador foi apenas mediador das discussões e problematizações que surgiram diante de cada caso proposto pelo jogo o qual começou a ser conhecido pelos alunos na primeira aplicação.

### 7.2.2 Análise da aplicação do caso 2

No início da aplicação do caso 2, boa parte dos alunos já dominavam as regras do jogo o que facilitou a compreensão do problema proposto nesse caso, assim como para o professor/pesquisador fazer a mediação, inclusive houve equipes que não necessitaram mais de nenhuma orientação para iniciar o jogo. Dessa forma isso proporcionou mais socialização das ideias pelos alunos e mais discursões acerca do problema apresentado.

Para iniciar o jogo do caso 2, diferentemente do caso 1, primeiramente, foram divididas as equipes e distribuídos quatro tabuleiros na sala, em três deles ficaram três equipes e em um ficou apenas duas equipes. Agora as equipes foram formadas de 2 a 4 estudantes, pois eles estavam familiarizados com o jogo, suas regras, tabuleiro e cartas.

O segundo caso proposto no produto educacional aborda o seguinte problema: *Dentre os fenômenos atmosféricos que podem causar sérios problemas, estão os raios que são descargas elétricas intensas que ocorrem a partir de nuvens carregadas, devido a eletrização que ocorre pelo atrito entre nuvens, entre o ar e as nuvens, e por colisões das partículas de gelo no interior das nuvens, formando o excesso de cargas elétricas.*

*Agora você deverá descobrir por que o automóvel é um abrigo seguro contra raios.*

O caso 2 temo como objetivo reconhecer as características de um campo elétrico gerado por um corpo eletrizado. Alguns alunos comentaram que é através dos pneus que a eletricidade é descarregada para o solo. Todas as equipes responderam esse problema de forma correta, parcialmente correta ou de forma incorreta. As equipes que escreveram melhores soluções da turma A, foram as equipes 1 composta pelos alunos A12 e A42, e a equipe 7 composta pelos alunos A26 e A34 como mostra a figura 30.

**Figura 30 - Soluções apresentada pela equipe 1 da turma A ao problema do caso 2.**

Solução: Ser que o carro seja o gaiola de Faraday. O campo elétrico que chega no carro (carro) se distribui pela superfície nos atingindo o interior do carro, pois o campo elétrico é nulo. Provando assim a blindagem eletrostática.

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 31 - Soluções apresentada pela equipe 7 da turma A ao problema do caso 2.**

Solução: Um indivíduo dentro de um carro durante uma tempestade o carro que se atingido por um raio, o carro será utilizado devido a repulsão entre os elétrons livres do condutor, ou seja, o indivíduo que se encontra dentro do carro não sofrerá nada, permanecerá em estado nulo.

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

A equipe 1, apresentou uma boa estimativa a respeito do problema apresentado, principalmente, pelo fato de compreender que o carro funciona como uma Gaiola de Faraday e relacionar bem esse fato ao fenômeno da blindagem eletrostática. Já a equipe 7, embora tenha interpretado o enunciado do problema apresentado, no início de sua solução, até explicou que os elétrons se repelem ao atingirem o carro, mas cometeu um equívoco ao afirmar que o indivíduo permanece nulo dentro do carro, onde na verdade quem se apresentam nulos nessa situação são o campo elétrico e a diferença de potencial.

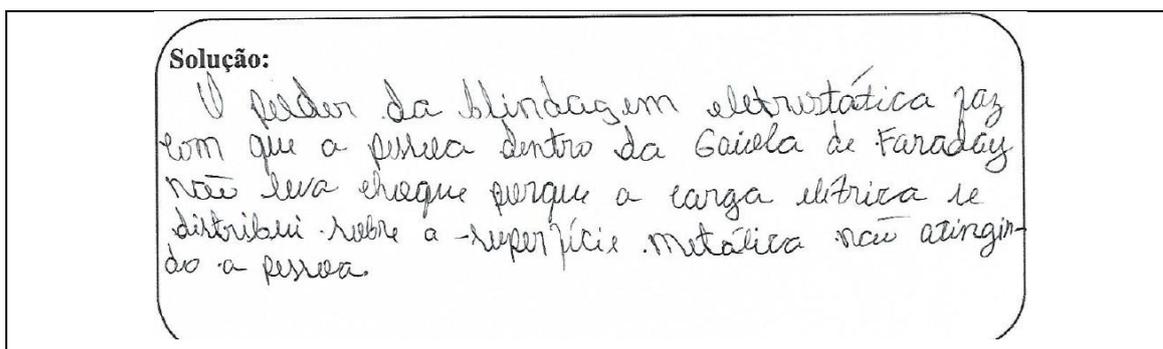
**Figura 32 – Aplicação do caso 2 na turma A.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

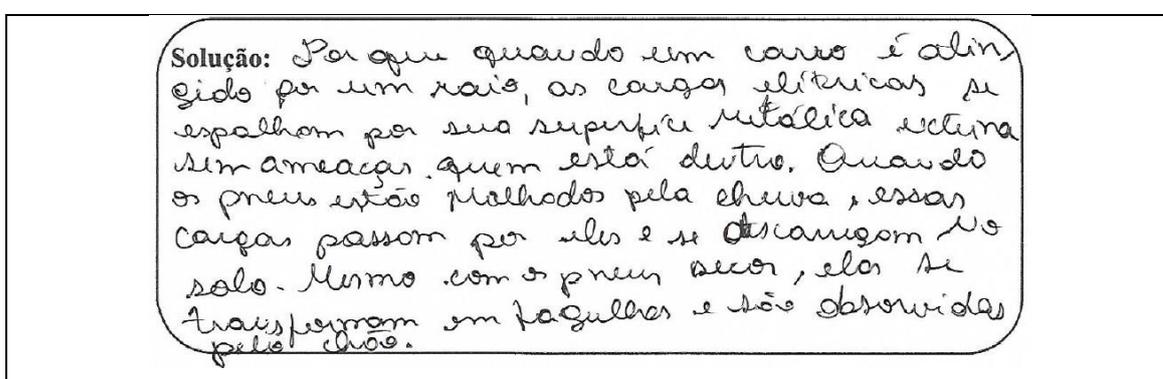
Na turma B, também foram escolhidas soluções de duas equipes, sendo a equipe 2 formada pelos alunos A33 e A42 e a equipe 4 formada pelos alunos A13 e A39, suas soluções são apresentadas nas figuras 33 e 34.

**Figura 33 – Solução apresentada pela equipe 2 da turma B ao problema do caso 2.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 34 – Solução apresentada pela equipe 4 da turma B ao problema do caso 2.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

Podemos perceber que a equipe 2 relacionou o fenômeno apresentado no caso 2 com a blindagem eletrostática, compreendeu o que é uma gaiola de Faraday e o porquê de uma pessoa não ser atingida por um raio dentro de um automóvel. Observamos através dessa resposta, que os alunos que formaram a equipe 2 entenderam os conceitos de blindagem eletrostática e gaiola de Faraday bem como suas aplicabilidades. Com base na solução apresentada pela equipe 4, os alunos que a compuseram consideraram apenas que as cargas elétricas são escoadas pelos pneus e não mencionaram termos ou grandezas essenciais para a compreensão do fenômeno, como blindagem eletrostática, Gaiola de Faraday, campo elétrico, potencial elétrico e diferença de potencial para explicar de forma coesa a solução apresentada.

Podemos perceber na aplicação do caso 2 que houve uma melhora no desempenho dos alunos acerca da resolução do problema em relação ao caso 1, pois houve um número maior de soluções corretas tanto na turma A como na turma B. O quantitativo de acerto das equipes na segunda aplicação do jogo educacional Eletro trilha é representado na tabela 5.

**Tabela 5 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 2.**

Turma	Correta	Parcialmente Correta	Incorreta

A	9	1	2
B	8	2	1

Fonte: Autor, 2018.

Houve equipes que nem pediram ao professor/pesquisador para tirar alguma dúvida em relação ao modo de jogar, ou seja, no segundo caso, muitas equipes já estavam familiarizadas com o jogo Eletro trilha. Além disso, elas demonstraram estarem mais concentradas durante o jogo o que proporcionou maior raciocínio na hora de escrever a solução do problema.

Portanto, as dificuldades diminuiriam para as equipes, e o tempo de resolução dos problemas foi menor que o tempo gasto no caso 1. Cabe aqui salientar que nessa atividade houve muitas discussões e interação entre os estudantes de cada equipe e entre os alunos e o mediador, houve também uma boa aceitação por deles que demonstraram achar o jogo bastante divertido.

O jogo Eletro trilha, em todos os casos, exige muito raciocínio e concentração dos estudantes, principalmente, no momento de escrever a solução do problema, mas muitos não estão habituados com essas habilidades que foram trabalhadas em sala de aula.

**Figura 35 – Aplicação do caso 2 na turma B e alunos discutindo o problema.**



Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

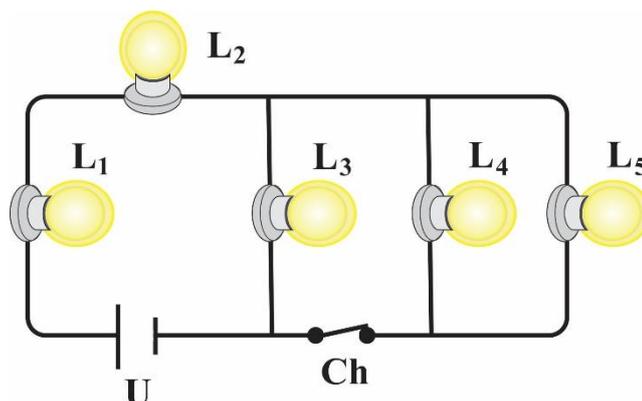
### 7.2.3 Análise da aplicação do caso 3

Um total de 34 estudantes estavam presentes nesta atividade que consiste na aplicação do caso 3 do jogo educacional Eletro trilha na turma A e 32 estavam presentes na turma B. Assim como na aplicação do caso 2, também foram utilizados quatro tabuleiros em cada turma e foram formadas equipes de 2 a 4 estudantes.

Assim como os casos anteriormente apresentados, caso 3 também possui um problema norteador que é o seguinte:

*Circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia elétrica e de modo que estabeleça uma corrente elétrica. Estamos cercados de circuitos elétricos. A figura abaixo mostra a representação esquemática de um circuito elétrico formado por um gerador, 5 lâmpadas idênticas, uma chave e os fios condutores que ligam os elementos do circuito.*

**Figura 36 – Circuito para o problema do caso 3.**



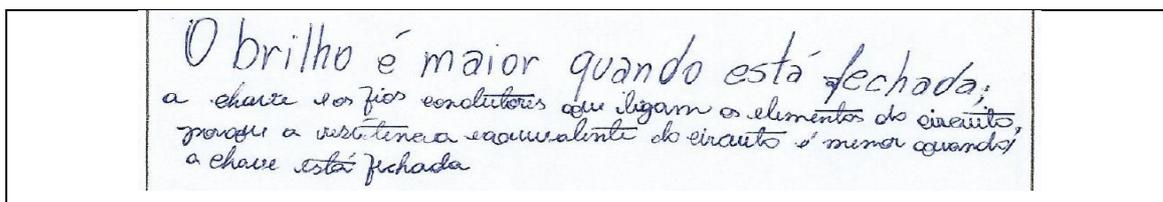
Fonte: Autor, 2018.

*Você deverá descobrir se o brilho da lâmpada  $L_1$  é maior quando a chave estiver fechada ou aberta.*

A aplicação do caso 3 tem como objetivo aplicar as relações entre as grandezas tensão elétrica, potência elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica em circuitos em que os elementos são ligados em série, em paralelo, ou em uma associação mista. Ao propor esse problema esperava-se que os estudantes pudessem interpretá-lo e solucioná-lo utilizando conceitos ou equações apresentadas nas cartas de pistas. Esse caso foi aquele em que se percebeu maior concentração para ser solucionado e também é um problema que poderia ser justificado por meio cálculos matemáticos.

Das soluções dadas pelas equipes nas duas turmas foram escolhidas algumas que são apresentadas e comentados para podermos ter uma dimensão de como foi esta etapa da pesquisa. Na turma A foram escolhidas soluções de duas equipes, sendo a equipe 4 formada pelos alunos A35 e A44 e a equipe 8 formada pelos alunos A5, A22 e A37.

**Figura 37 - Solução apresentada pela equipe 4 da turma a ao problema do caso 4.**



Fonte: Acervo do pesquisador.

**Figura 38 - Solução apresentada pela equipe 8 da turma a ao problema do caso 4.**

**Solução:**

**Circuito fechado**  
 $R_{eq} = R + R + \frac{R}{3}$   
 $R_{eq} = \frac{3R + 3R + R}{3}$   
 $R_{eq} = \frac{7R}{3}$

$7R$  é menor que  $3R$ , logo o brilho da lâmpada  $L_1$  é maior no circuito fechado.

**Circuito aberto**  
 $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$   
 $R_{eq} = R + R + R$   
 $R_{eq} = 3R$

De acordo com a 1ª lei de Ohm  
 $U = Ri$ ; logo  $i = \frac{U}{R}$

Fonte: Acervo do pesquisador.

Com base na primeira solução da figura 27, os alunos que compuseram a equipe 4 compreenderam o problema apresentado no caso 3, pois deram uma resposta condizente apesar de não utilizar nenhuma equação ou cálculo, mas fizeram uma boa justificativa utilizando o conceito da primeira lei de Ohm. Já a equipe 8 conseguiu escrever uma solução bem elaborada para o problema dado, pois soube identificar as equações em cada parte do circuito além de comparar resultados baseada em conceitos e equações, principalmente, da primeira lei de Ohm e da resistência elétrica equivalente.

**Figura 39 – Aplicação do caso 3 na turma A e equipes interagindo.**



Fonte: Acervo de pesquisador, 2018.

Vejamos a seguir as soluções apresentadas pela equipe 5 composta pelos alunos A19 e A31 da turma A e pela equipe 6, composta pelos alunos A25 e A28 da turma B.

**Figura 40 - Solução apresentada pela equipe 5 da turma A ao problema do caso 3.**

**Solução:** O brilho é maior quando está fechada. Porque a resistência equivalente do circuito é menor quando a chave está fechada.

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

**Figura 41 - Solução apresentada pela equipe 6 da turma B ao problema do caso 3.**

Solução:

Circuito aberto:  $R_{eq} = R + \frac{R}{2} + \frac{R}{3}$   
 $R_{eq} = R + R + R$   
 $R_{eq} = 3R$

Circuito fechado:  $R_{eq} = \frac{R}{2} + \frac{R}{3} + R$   
 $R_{eq} = \frac{3}{R} + \frac{2}{R} + R$   
 $R_{eq} = \frac{5}{R} + R$   
 $R_{eq} = \frac{7R}{3}$

De acordo com a lei de Ohm  $\frac{7R}{3}$  é menor que  $3R$   
 logo o brilho da lâmpada é maior no circuito fechado

Fonte: Acervo do pesquisador, 2018.

A equipe 5, em sua resposta, também justificou sua solução baseada na primeira lei de Ohm e resistência equivalente, uma vez que se a resistência equivalente diminui, a intensidade da corrente elétrica aumenta, logo o brilho da lâmpada é maior. A equipe 6 interpretou o enunciado do problema, o equacionou demonstrando domínio das equações da primeira lei de Ohm e da resistência equivalente, comparou resultados e também concluiu que o brilho da lâmpada é maior quando a chave estiver fechada.

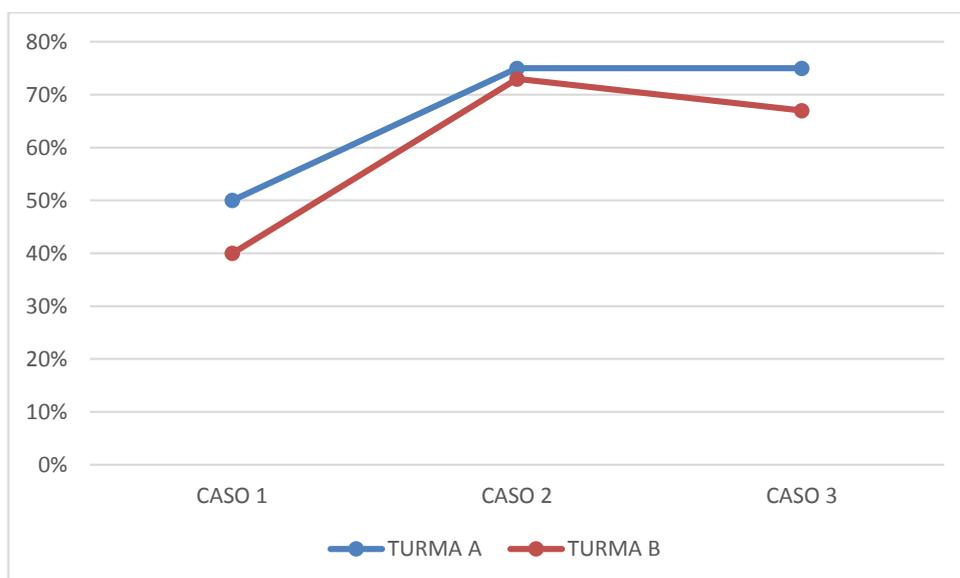
Para termos uma dimensão de como foi o desempenho dos alunos nas duas turmas, sendo um total de 12 equipes em cada turma, é apresentado a tabela 6 a seguir.

**Tabela 6 – Quantitativo de acerto por equipes das turmas A e B ao problema do caso 3.**

Turma	Correta	Parcialmente Correta	Incorreta
A	9	2	1
B	8	2	2

Fonte: Autor, 2018.

Podemos perceber que o caso 3 foi aquele em que os alunos das duas turmas conseguiram um bom desempenho, principalmente a turma A que manteve o mesmo percentual de acertos em relação ao caso 2. Em cada turma, apenas duas equipes escreveram soluções parcialmente corretas, isto é, soluções onde havia uma parte da resposta correta e a outra incorreta ou apenas trechos transcritos dos cartões de pistas que não eram condizentes com a solução do problema. Dessa forma, o percentual de erros também não foi tão significativo, uma vez que do problema 3 apresenta um grau de dificuldade bem significativo, mas a maioria das equipes conseguiram se organizar, se concentrar e fazer análises para diminuir falhas cometidas como no caso 1.

**Gráfico 1 – Acertos dos estudantes nas aplicações dos casos 1, 2 e 3.**

Fonte: Autor, 2018.

Por meio do gráfico 1, verificamos que o percentual de acertos foi baixo no caso 1 nas duas turmas, principalmente na turma B. Na aplicação do caso 2, a turma B teve uma maior evolução que a turma A que manteve a mesma média no caso 3. A maior inclinação das curvas do caso 1 para o caso 2 se justifica pelo fato de que na primeira aplicação houve uma grande dificuldade dos estudantes em assimilar as regras do jogo e por ser uma atividade diferente das que estavam acostumados a trabalharem em sala de aula, uma vez que o jogo exige muito raciocínio e concentração.

Durante a aplicação dos três casos do jogo, foi possível observar várias habilidades, como explicar, analisar, conceituar, observar, organizar, equacionar problemas, comparar resultados, trabalhar em equipe e entre outras.

### 7.3 Avaliação dos estudantes

#### 7.3.1 Análise do pós-teste

Já a aplicação do conhecimento realizou-se mediante a aplicação do pós-teste de modo a podermos verificar a eficácia do produto educacional e compararmos com outras metodologias geralmente utilizadas pelos professores de Física no Ensino Médio. Aqui será relatado e discutido os resultados do questionário pós-teste que consiste numa atividade de 10 questões, sendo questões abertas e questões testes. Nas questões abertas, os estudantes constroem a resposta e argumentação e nas questões testes, eles devem optar pela alternativa

que considerar correta. (FAVARETTO, 2017). No dia da aplicação do questionário pós-teste, estavam presentes 36 alunos na turma A e 33 alunos na turma B.

Em resposta à questão 1: *Um dos processos de eletrização nos diz que se atritarmos corpos de materiais diferentes, ambos ficam com carga de sinais opostos. Diante desse processo, o que acontece, quando atritamos a caneta feita de plástico ao nosso cabelo e a aproximamos a pedaços de papel picado?*

Essa questão, poderia ser respondida de diversas maneiras que pudessem caracterizar o processo de eletrização por atrito. Veja algumas respostas dos alunos da turma A:

“A caneta fica eletrizada ao passar no papel, o papel gruda nela por causa da eletrização” (A6, 2018).

“Os pedaços de papel serão atraídos pela caneta, isso ocorre porque quando esfregamos a caneta no cabelo houve uma transferência de elétrons entre os dois corpos, o que deixou a caneta carregada eletricamente” (A4, 2018).

“Ao ser atritada com o cabelo, a caneta fica polarizada e por isso conseguiu atraí os pedaços de papel mesmo sendo eles eletricamente nêutrons isso porque ao se aproximar da caneta induz no papel separação de cargas elétricas” (A11, 2018).

Os alunos A6 e A4 descreveram bem a situação baseada no conceito de eletrização por atrito, principalmente o aluno A4 que demonstrou compreender que nesse processo, um corpo cede elétrons para o outro. O aluno A11 compreendeu o enunciado da questão, mas acabou confundindo polarização com transferência de elétrons e com indução.

Na turma B, as respostas escolhidas forma: Algumas respostas estão transcritas a seguir:

“Quando a caneta é atritada no cabelo, há uma transferência de elétrons entre os dois corpos” (A8, 2018).

“Nosso cabelo possui vários elétrons e prótons, quando passamos a caneta nosso cabelo, ela ganha alguns elétrons” (A12, 2018).

“Por causa do plástico da caneta quando ela sofre atrito ela passa ser um corpo magnetizado atraindo o papel” (A42, 2018).

O aluno A8 compreendeu que a caneta fica eletrizada durante o atrito e que nesse processo ocorre transferência de elétrons de um corpo para outro e o aluno A12 entendeu que a caneta ficou eletrizada negativamente. Já o aluno A42, confundiu o processo de eletrização com

magnetização que não ocorre com objeto feito de plástico pois ele não é um material ferromagnético<sup>7</sup>.

Em resposta à questão 2: *Vamos considerar uma esfera que está eletrizada e isolada, como está distribuída sua carga?*. Veja algumas respostas dadas pelos alunos da turma A:

“Na esfera, a carga fica acumulada somente no centro da esfera” (A14, 2018).

“A carga está distribuída da mesma maneira em toda superfície da esfera” (A9, 2018).

“Toda a carga fica espalhada na superfície da esfera” (A11, 2018).

“A carga está completamente distribuída na superfície desse corpo” A19, 2018).

Com base nessas respostas, podemos perceber que o aluno A14 não conseguiu entender como as cargas se distribuem em corpo eletrizado e que os alunos A11 e A9 deram respostas parcialmente semelhantes ao aluno A9 e demonstraram ter compreendido ao princípio da atração e repulsão da Eletrostática.

Na turma B, obtivemos algumas respostas tais como:

“As cargas acumulam-se no centro da esfera” (A1, 2019).

“Na esfera a carga é distribuída por todo o volume” (A13, 2019).

“A carga fica espalhada igualmente em toda superfície da esfera” (A14, 2019).

“A carga distribui-se uniformemente por toda a superfície da esfera” (A28, 2018).

O aluno A1 relacionou de forma equivocadamente a forma como a carga se distribui numa esfera. Já os alunos A13, A14 e A28 demonstraram possuir conhecimentos relacionado à situação descrita e deram respostas relevantes à questão.

A questão 3: *Suponha que um condutor esteja eletrizado e em equilíbrio eletrostático. Qual das afirmativas seguintes não é verdadeira? a) Apesar de o condutor estar eletrizado, o campo elétrico é nulo no seu interior; b) Se o condutor estiver eletrizado positivamente, a carga estará distribuída em sua superfície; c) Todos os pontos do condutor estão no mesmo potencial; d) em qualquer ponto externo ao condutor e bem próximo, o campo elétrico tem a mesma*

---

<sup>7</sup> Os materiais ou substâncias ferromagnéticas compreendem um pequeno grupo, que ao serem colocadas na presença de um campo magnético se imantam fortemente, e o campo magnético delas é muitas vezes maior que o campo que foi aplicado. Disponível em:

< <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/materiais-ferromagneticos.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

*intensidade; e) se o condutor estiver negativamente eletrizado, a carga estará distribuída em sua superfície.*

Nessa questão, na turma A, 30 alunos responderam corretamente e na turma B, 26. Foi uma questão onde se buscou trabalhar de forma mais enfática a grandeza física campo elétrico e obteve-se um resultado satisfatório nas duas turmas pois mais da metade dos alunos conseguiram respondê-la corretamente. Percebeu-se que boa parte dos alunos encontraram dificuldades em responder essa questão, mas demonstraram também interesse e nenhum aluno deixou a mesma sem resposta.

Questão 4: *Em um dia de tempestade, uma pessoa se encontra no interior de um carro, qual o motivo dessa pessoa não ser atingida por um raio?*

Algumas respostas da turma A são transcritas a seguir:

“As cargas do raio se espalham pela lataria do carro e não penetra no seu interior pois o campo elétrico é zero” (A10, 2018).

“Porque os pneus dos carros são feitos de borracha e a pessoa está neutra” (A21, 2018).

“O campo elétrico dentro do carro é nulo” (A22, 2018).

“As cargas elétricas se distribuem pela superfície do carro tornando o campo elétrico nulo no seu interior” (A25, 2018).

As respostas dos alunos A10, A22 e A25 são condizentes e isso mostra que eles possuíam conhecimento do fenômeno. O aluno A21 interpretou a questão, mas acreditava que pelo fato de os pneus do carro serem feitos borracha, protegia a pessoa dentro do carro.

Na turma B, obtivemos respostas satisfatórias e também respostas equivocadas como as se apresentam a seguir:

“A carga elétrica se espalha na superfície de carro, campo elétrico dentro do carro é nulo e a diferença de potencial também” (A12, 2018).

“A carga não atinge a pessoa porque o raio se espalha na lataria do carro e não vai existir campo elétrico dentro dele” (A4, 2018).

“Porque o volante e os pneus são isolantes” (A14, 2018).

“Não existe campo elétrico quando o raio atinge o carro” (A19, 2018).

Os alunos A12, A4 e A19 relacionaram bem a grandeza campo elétrico com a situação descrita e deram respostas semelhantes e relevantes à questão apresentada. O aluno A14 não compreendeu o fenômeno e não explicou de forma concisa à situação.

Em resposta à questão 5, *O que você entende por corrente elétrica?*, observamos que boa parte dos alunos se apropriaram do conceito dessa grandeza mesmo sem utilizar linguagem científica em suas respostas. Na turma A, tivemos algumas respostas como:

“É o fluxo ordenado de partículas portadoras de cargas elétricas dentro de um condutor, quando existir uma diferença de potencial” (A11, 2018).

“É o movimento de carga elétrica que passa através de um material num certo intervalo de tempo” (A23, 2018).

“Corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas” (A36, 2018).

“É o material que conduz eletricidade por todo o corpo que está eletrizado” (A7, 2018).

Por meio dessas respostas, percebemos que os alunos A11, A23 e A23 conhecem o conceito de corrente elétrica, pois suas respostas são coerentes. O aluno A23 não apresentou uma resposta condizente para a questão e apresentou um conceito equivocadamente.

Na turma B foram escolhidas quatro respostas que são apresentadas a seguir:

“É o movimento ordenado de cargas elétricas em um condutor” (A14, 2018).

“Fluxo de energia que percorre qualquer material que não seja isolante” (A28, 2018).

“É o deslocamento de carga dentro de um tipo de condutor, onde existe uma diferença de potencial entre suas extremidades” (A2, 2018).

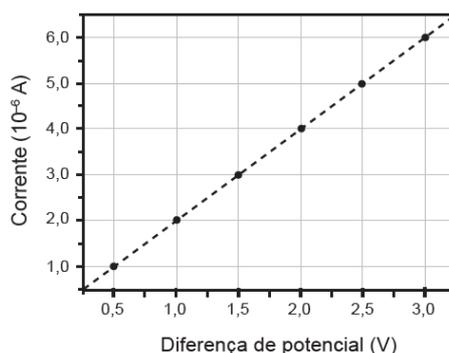
“É um campo magnético que percorre por todos os aparelhos eletrônicos” (A1, 2018).

Podemos constatar, com base nessa resposta, que os alunos A14 e A28 entendem que corrente elétrica ocorre em materiais condutores, e A2 compreende que para haver condução de corrente elétrica em um material, é necessário haver uma diferença de potencial.

Na questão 6: *(ENEM 2009) Nas residências, é comum encontrar chuveiro elétrico e lâmpadas incandescentes, além de outros aparelhos elétricos. Os chuveiros e as lâmpadas apresentam uma propriedade física denominada \_\_\_\_\_, que está relacionada com a oposição ao movimento das cargas elétricas. Esses aparelhos têm por finalidade \_\_\_\_\_ a energia elétrica em energia \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do texto acima. a) condutividade térmica - conservar – luminosa; b) capacitância - aumentar – térmica; c) tensão elétrica - diminuir – luminosa; d) resistência elétrica - transformar – térmica; e) corrente elétrica - criar – térmica”.*

Com essa questão buscava-se a compreensão dos alunos sobre o conceito de resistência elétrica, e através dos resultados nas turmas A e B é possível observar que houve uma aprendizagem, pois há um número relevante de repostas corretas. Na turma A, 33 alunos responderam corretamente essa questão, e 27 alunos na turma B.

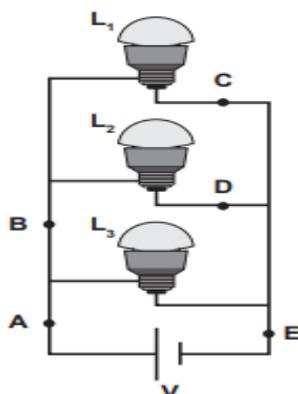
Questão 7: (ENEM - 2017) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a a)  $0,5 \times 10^0$ ; b)  $2,0 \times 10^0$ ; c)  $2,5 \times 10^5$ ; d)  $5,0 \times 10^5$ ; e)  $2,0 \times 10^6$ ”.

Essa foi a questão do pós-teste que apresentou o maior grau de dificuldades para os alunos das duas turmas. Boa parte dos alunos conseguiram até interpretar a questão, o gráfico e aplicar a primeira lei de Ohm, mas alguns não conseguiram desenvolver o cálculo e chegar no resultado correto. Apesar disso o número de acertos foi maior que o número de erros na turma A onde 22 alunos responderam corretamente essa questão. Já na turma B, apenas 21 alunos acertaram.

Questão 8: (ENEM - 2016) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_D$  e  $I_E$ , respectivamente.



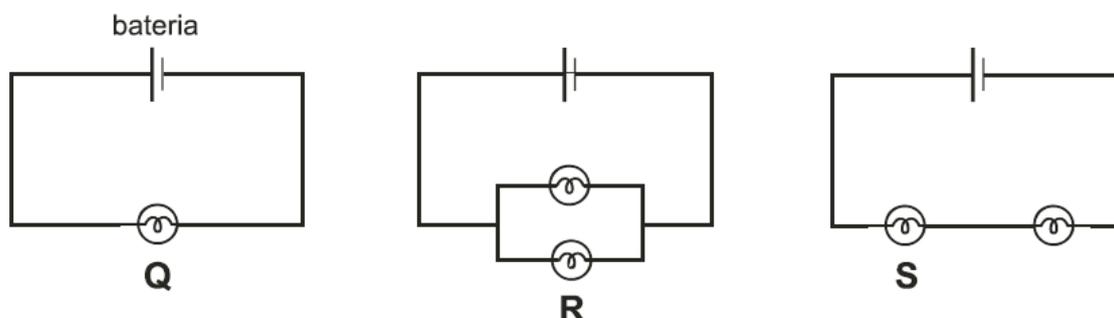
O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são a)  $I_A = I_E$  e  $I_C = I_D$ ; b)  $I_A = I_B = I_E$  e  $I_C = I_D$ ; c)  $I_A = I_B$ , apenas; d)  $I_A = I_B = I_E$ , apenas; e)  $I_C = I_B$ , apenas.

Tanto na turma A quanto na turma B, a maioria dos alunos conseguiram melhorar a sua capacidade cognitiva em relacionar os valores de correntes elétrica em um circuito elétrico com resistores associados em paralelo. Obteve-se 28 acertos na turma a e 25 na turma B, o que representa um resultado satisfatório para essa questão.

Questão 9: (PUC/RJ - 2008) Três resistores idênticos de  $R = 30 \Omega$  estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de: a)  $R_{eq} = 10\Omega$ , e a corrente é 1,2 A; b)  $R_{eq} = 20 \Omega$ , e a corrente é 0,6 A; c)  $R_{eq} = 30 \Omega$ , e a corrente é 0,4 A; d)  $R_{eq} = 40 \Omega$ , e a corrente é 0,3 A; e)  $R_{eq} = 60 \Omega$ , e a corrente é 0,2 A.

Verificamos a quantidade de alunos que acertaram à questão 9 foi bem próximo para as duas turmas, sendo 24 na turma A e 25 na turma B, isso mostra que as dificuldades foram semelhantes para responder essa questão nessas turmas onde a maioria dos alunos aprenderam a calcular a resistência equivalente e a corrente elétrica em um circuito em paralelo.

Questão 10: (UFMG - 2007) Em uma experiência, Nara conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, como representado nestas figuras:

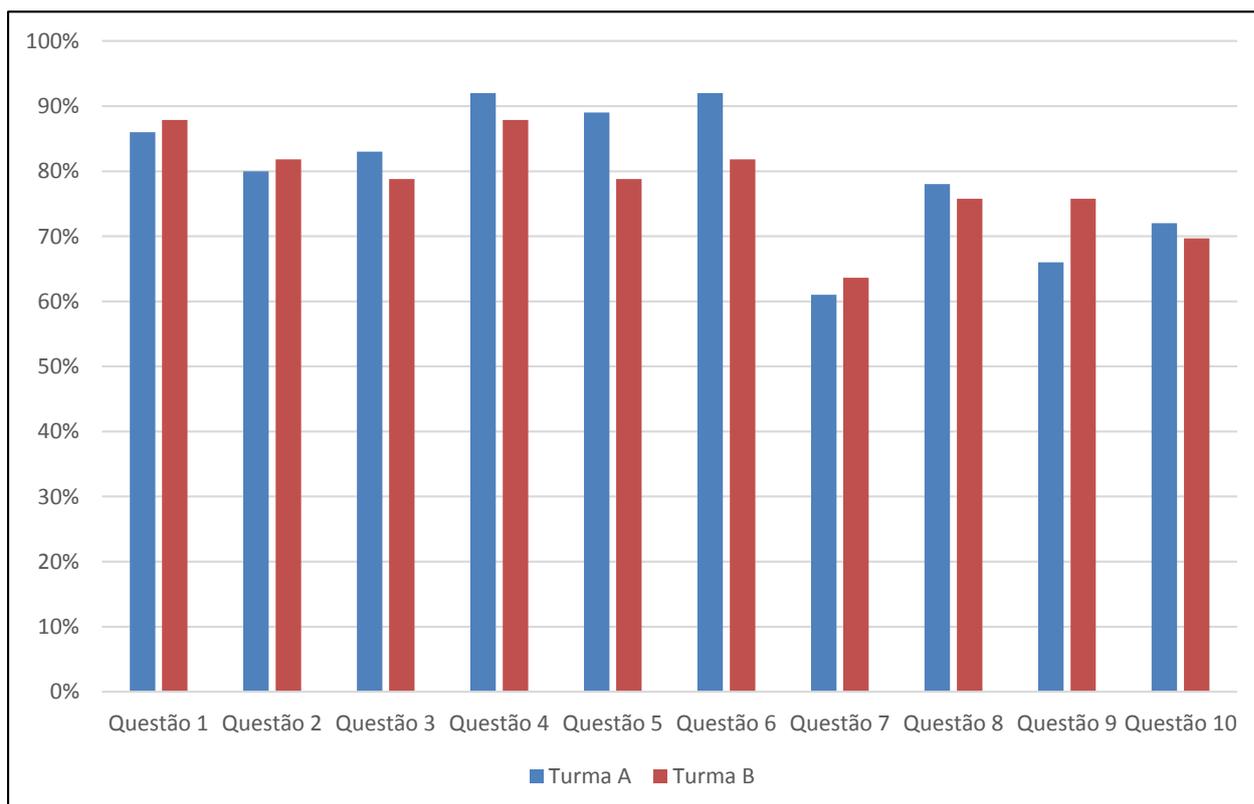


Considere que, nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma e os fios de ligação têm resistência interna nula.

Sejam  $P_Q$ ,  $P_R$  e  $P_S$  os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas **Q**, **R** e **S**. Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que a)  $P_Q > P_R$  e  $P_R = P_S$ ; b)  $P_Q = P_R$  e  $P_R > P_S$ ; c)  $P_Q > P_R$  e  $P_R > P_S$ ; d)  $P_Q < P_R$  e  $P_R = P_S$ ; e)  $P_Q < P_R$  e  $P_R > P_S$ .

Nessa questão a quantidade de acertos foi de 26 na turma A e de 23 na turma B. Os resultados dessa questão evidenciam que nas duas turmas houve um número significativo de alunos que conseguiram analisar e comparar os brilhos das lâmpadas nas três situações. Portanto, o número de alunos que entenderam a relação entre os brilhos das lâmpadas nos três circuitos corresponde a resultados muito satisfatórios. Para avaliar os resultados do questionário pós-teste, elaboramos o gráfico 2 que mostra o quantitativo de acerto nas duas turmas.

**Gráfico 2 – Quantitativo de certo por questão do questionário pós-teste.**



Fonte: autor, 2018.

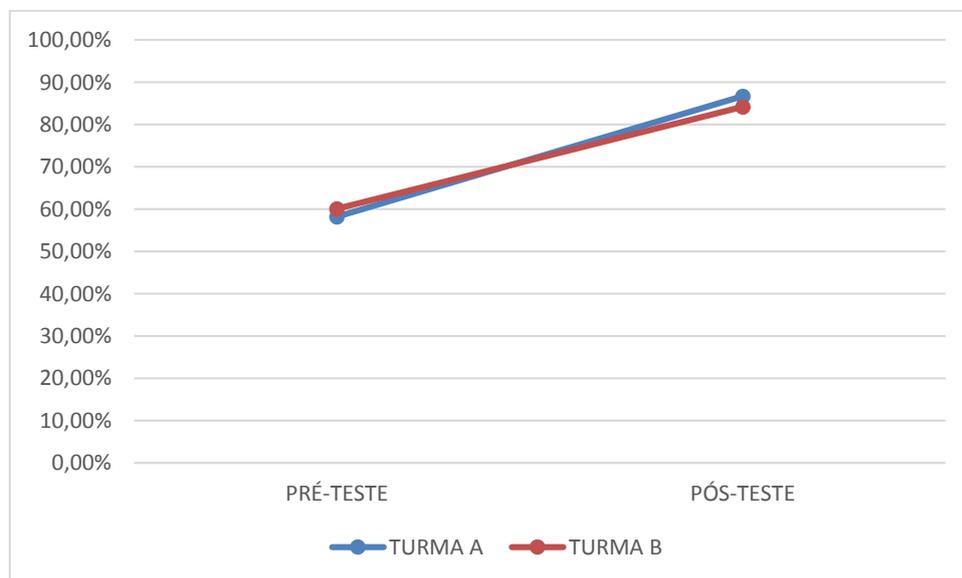
No gráfico acima percebemos que na questão 7 foi aquela em que houve o menor percentual de acertos para as duas turmas. Trata-se de uma questão do ENEM, envolvia cálculo e muito raciocínio, sendo que os alunos deveriam usar equações e fazer transformações como notação científica. Nas questões que exigiam apenas conceitos básicos de eletricidade, como as questões 1, e 6 foram aquelas em que os alunos obtiveram o melhor desempenho.

#### **7.4 Comparação de desempenho nos testes**

Os resultados obtidos tanto no pré-teste como no pós-teste podem ser comparados a fim de que seja feito uma análise para saber se a implementação do jogo Eletro trilha contribuiu

para melhorar o rendimento dos alunos nas turmas A e B onde a proposta desenvolvida. O gráfico 3 mostra e relaciona as médias obtidas nessas duas turmas.

**Gráfico 3- Médias de acerto nos questionários pré-teste e pós-teste.**



Fonte: Autor, 2018.

O gráfico 3 faz comparações entre médias obtidas nos dois questionários, assim, verificamos que o desempenho dos alunos melhorou nas duas turmas. Considerando que os dois questionários possuem 10 questões e as notas variam de 0 a 10, dependendo da quantidade de acertos por aluno. A turma A obteve média de 5,8 no questionário pré-teste e 8,7 no questionário pós-teste. A turma B obteve média de 6,0 no questionário pré-teste e 8,4 no questionário pós-teste.

Constatamos que os resultados obtidos indicam que houve uma melhoria no rendimento dos alunos dessas turmas no pós-teste e que a metodologia foi mais efetiva na turma A. Vale ressaltar que os alunos realizaram os testes individualmente, porém considerou-se os resultados das médias de cada turma. No pré-teste houve alunos que deixaram questões sem respostas, mas no pós-teste todos os alunos responderam todas as questões, isso mostra que nessa última atividade eles estavam mais interessados.

Podemos perceber que o produto implementado nas duas turmas surtiu efeitos, pois foi nítida a sua influência nos resultados que foram decorrentes da assimilação dos conceitos trabalhados relacionados à Eletricidade. Durante a implementação do produto educacional, foi perceptível uma maior participação afetiva da turma A e esse fato pode estar associado ao melhor desempenho em praticamente todas as atividades aplicadas dessa proposta.

Apesar da turma A possuir melhor desempenho, os resultados são próximos para as duas turmas e foi possível notar que a diferença está relacionada com a interpretação e concentração

para resolver as questões dos testes ou solucionar os problemas abordados pelo jogo. O jogo educacional Eletro trilha contribuiu para esses resultados e a implementação desse recurso foi muito proveitosa para as duas turmas onde a proposta foi implementada. Foi possível perceber que os alunos, através do instrumento utilizado nessa proposta, puderam juntos, a partir da interação e da troca de experiências, foram os responsáveis pela sua própria aprendizagem.

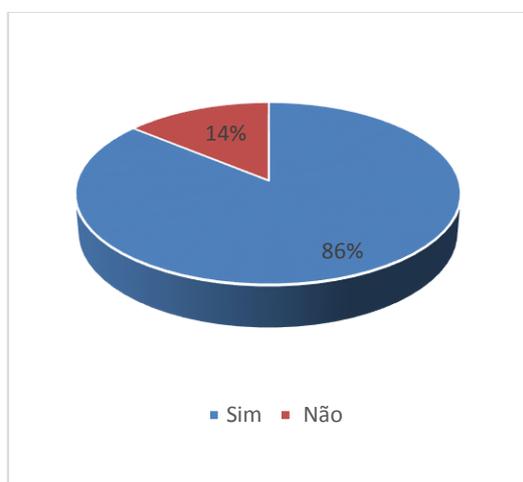
### 7.5 Avaliação da proposta didática

Após a implementação da proposta didática foi aplicado um questionário de opinião para que os alunos pudessem avaliar a mesma e refletir sobre os instrumentos utilizados e a metodologia adotada. Esse questionário conta com 10 questões que foram respondidas pelos alunos das turmas A e B e, serão analisadas a seguir. Para compreender melhor os resultados obtidos na pesquisa, as respostas estão organizadas conforme os gráficos a seguir.

Questão 1: *Você tem dificuldades de aprendizagem em disciplina Física?*

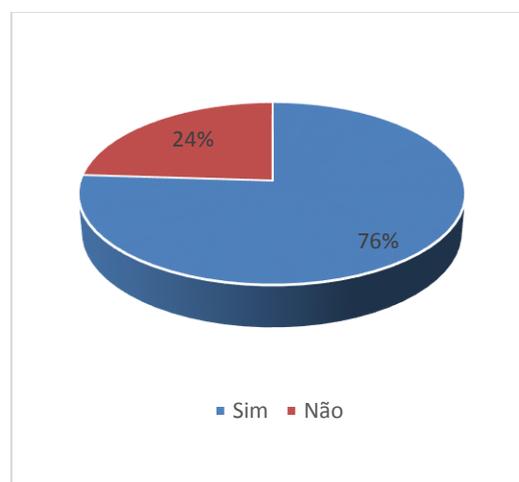
( ) sim; ( ) não.

**Gráfico 4 – Respostas da turma A à questão 1 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 5 – Respostas da turma B à questão 1 do questionário de opinião.**

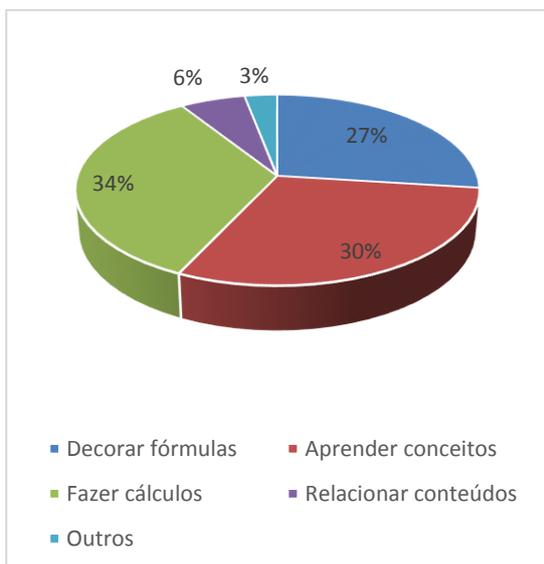


Fonte: Autor, 2018.

Podemos perceber que a maioria dos alunos das duas turmas possuíam dificuldades nesse componente curricular que é a Física. Essas dificuldades tiveram reflexos durante as aplicações dos questionários e do jogo, principalmente do pré-teste em que os alunos tiveram o menor desempenho.

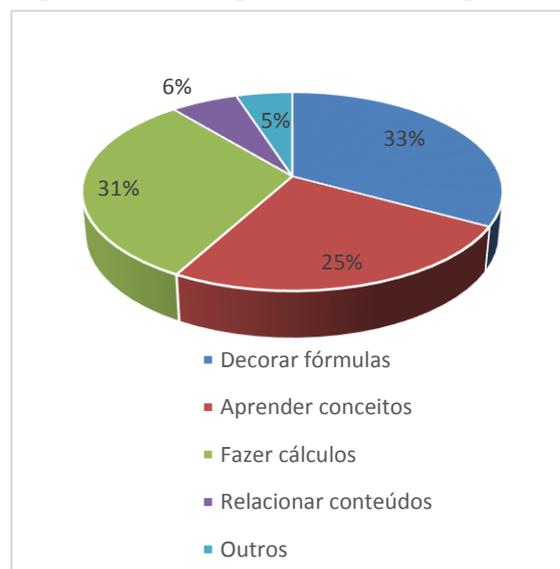
Questão 2: *Caso a resposta do item anterior seja sim, quais suas principais dificuldades de aprendizagem em Física?*

**Gráfico 6 - Respostas da turma A à questão 2 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 7 - Respostas da turma B à questão 2 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2108.

A partir dos gráficos 6 e 7, podemos constatar que nas duas turmas, as principais dificuldades foram as mesmas e isso foi evidenciado durante a aplicação dos questionários e da implementação do produto educacional.

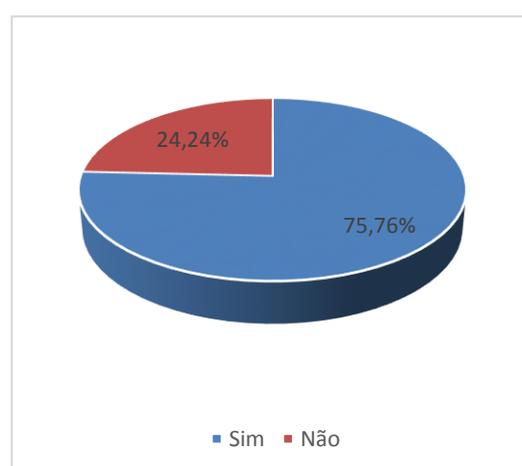
Questão 3: *Durante a aplicação do jogo educacional Eletro trilha, você se sentiu motivado a estudar conteúdos de Física?* ( ) Sim; ( ) Não.

**Gráfico 8 - Respostas da turma A à questão 3 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 9 - Respostas da turma B à questão 3 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

Constatou-se com o gráfico 8 que na turma A houve um maior percentual de alunos que se sentiram motivados a estudar Física, em relação à turma B. Durante a aplicação jogo, muitos

alunos demonstraram satisfação através de falas ou expressões faciais, pois estavam estimulados e interessados em participar das atividades.

Questão 4: *Você já havia participado de alguma atividade lúdica com o uso de algum jogo educacional acerca de algum conteúdo de alguma disciplina no Ensino Médio?* ( ) Sim; ( ) Não.

**Gráfico 10 - Respostas da turma B à questão 4 do questionário de**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 11 - Respostas da turma B à questão 4 do questionário de opinião.**

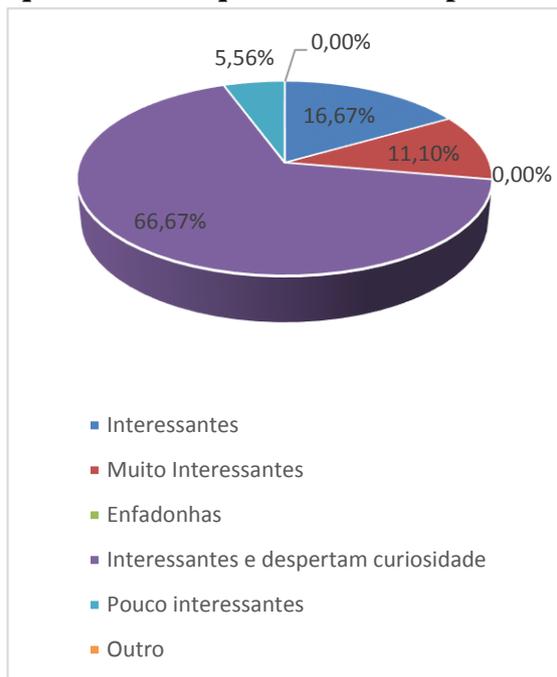


Fonte: Autor, 2018.

Percebe-se que houve um número nem significativo de alunos que nunca fizeram uso de algum jogo educacional que abordasse conteúdos de alguma disciplina no Ensino Médio, portanto o jogo educacional Eletro trilha e a metodologia aplicados foram novidades para a maioria dos alunos.

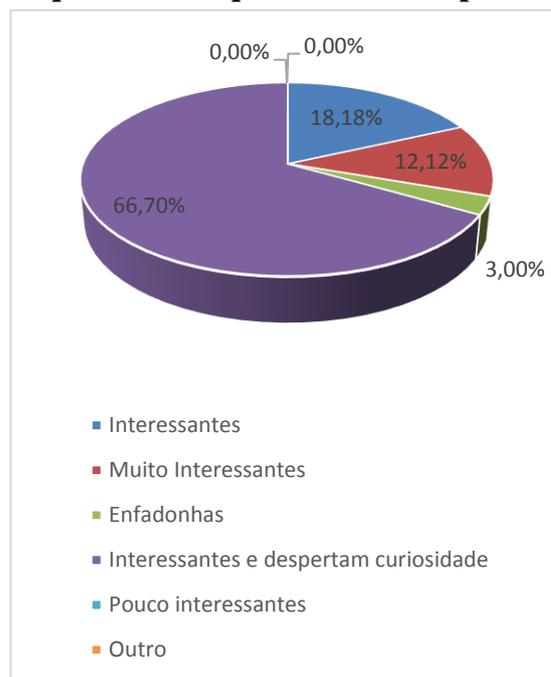
Questão 5: *Você considera que as aulas com atividades lúdicas com utilização do jogo educacional Eletro trilha foram:* ( ) Interessantes; ( ) Muito interessantes; ( ) Enfadonhas; ( ) Interessantes e despertam curiosidade; ( ) Pouco interessantes; ( ) Outro. Especifique.

**Gráfico 12 – Respostas da turma A questão 5 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 13 – Respostas da turma B à questão 5 do questionário de opinião.**

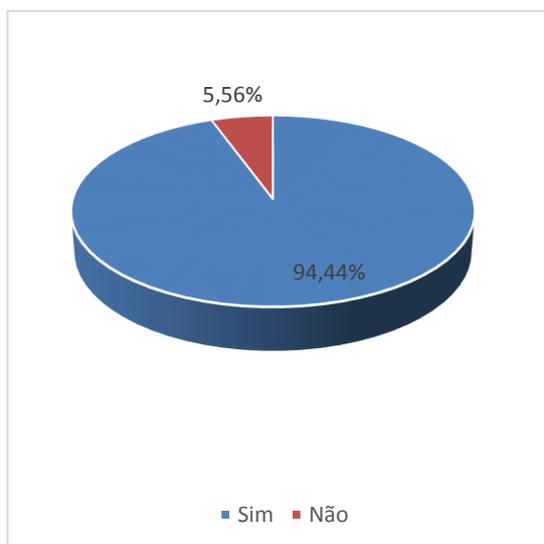


Fonte: Autor, 2018.

Os gráficos 12 e 13 mostram um resultado satisfatório, onde um percentual significativo dos alunos consideram as aulas, a partir da proposta implementada, como interessantes e despertam curiosidade. Isso foi evidente durante o uso do jogo em sala de aula, pois muitos alunos ficam ansiosos para iniciar o jogo, em saber qual equipe iria começar a jogar e discutiam estratégias de como seguir trilhas para passar por compartimentos de pistas num tempo menor e queriam retirar, principalmente, as cartas pistas que mais tinham relação com o problema proposto no caso.

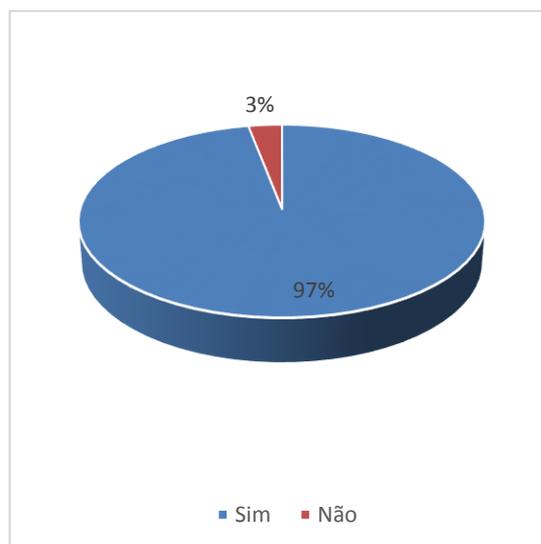
Questão 6: *Você gostaria de ter mais aulas de Física com recursos didáticos como jogos educacionais?* ( ) Sim; ( ) Não.

**Gráfico 14 – Respostas da turma A à questão 6 do questionário de opinião.**



Fonte: Auto, 2018.

**Gráfico 15 – Respostas da turma B à questão 6 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

Podemos verificar que um número significativo de alunos considerou o jogo utilizado nessa proposta como sendo um recurso que promoveu o desenvolvimento de algumas habilidades e puderam demonstrar a criatividade, além de que, muitos relataram que acharam o jogo também divertido.

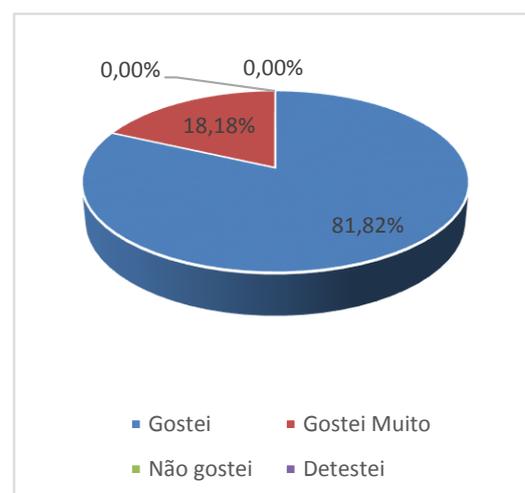
Questão 7: *Qual sua opinião em relação à metodologia adotada pelo professor durante a aplicação do jogo para trabalhar o tema Eletricidade?* ( ) Gostei; ( ) Gostei muito; ( ) Não gostei; ( ) Detestei; *Por quê?*

**Gráfico 16 – Respostas da turma A à questão 7 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 17 – Respostas da turma B à questão 7 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

Esse contexto possibilitou que alguns alunos justificassem suas respostas e algumas justificativas de alunos da turma A são relatadas a seguir:

“Porque nos ajudou a aprender mais sobre Eletricidade” (A1, 2018).

“Porque trabalha o tema de maneira mais descontraída e divertida, despertando assim o nosso interesse” (A36, 2018).

“Porque nós aprendemos mais e todos adolescentes gostam muito de jogos que sejam interessantes” (A22, 2018).

De modo geral o jogo propiciou interesse dos alunos pelo tema abordados, principalmente pelo fato de muitos alunos acharem o jogo divertido e um fator muito importante nesse contexto, foi a interação promovida por esse recurso. Muitos alunos da turma B também justificaram suas respostas.

“Porque facilitou aprender o tema Eletricidade” (A16, 2018).

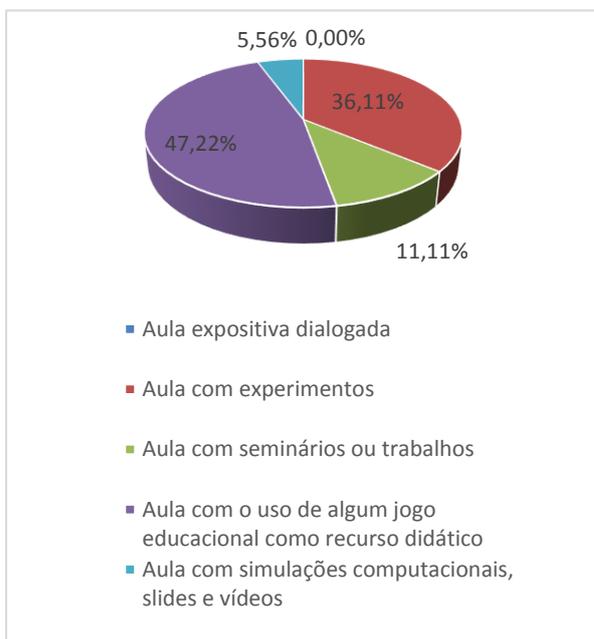
“Porque através do jogo, nos sentimos motivado a conhecer mais sobre o assunto abordado” (A28, 2018).

“Porque nos ajuda a pesquisar e nos aprofundar mais sobre o tema” (A22, 2018).

A maioria dos alunos acreditam que a metodologia implementada contribuiu para melhorar o entendimento dos conteúdos trabalhados e propiciou também uma evolução relevante ao longo das atividades aplicadas durante cada caso proposto pelo jogo e após os mesmos, nas aplicações do pós-teste.

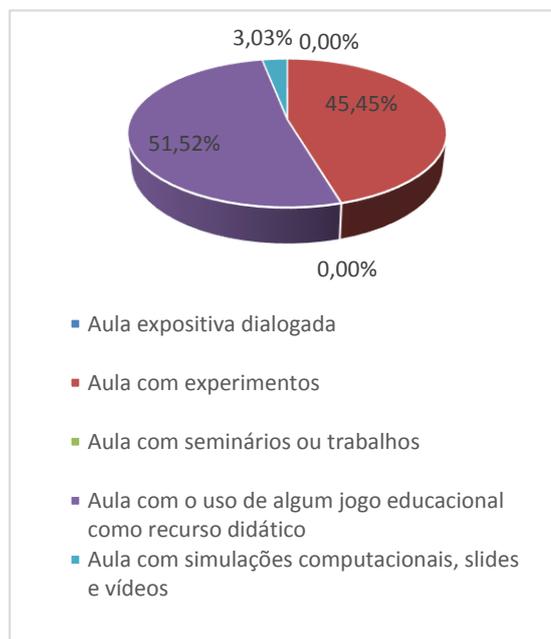
Questão 8: *Como você prefere que as aulas de Física sejam ministradas? a) Aula expositiva; b) Aula com experimentos; c) Aula com seminários e trabalhos; d) Aula com o uso de algum jogo educacional como recurso didático; e) Aula com simulações computacionais, slides e vídeos.*

**Gráfico 18 – Respostas da turma A à questão 8 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018.

**Gráfico 19 – Respostas da turma B à questão 8 do questionário de opinião.**

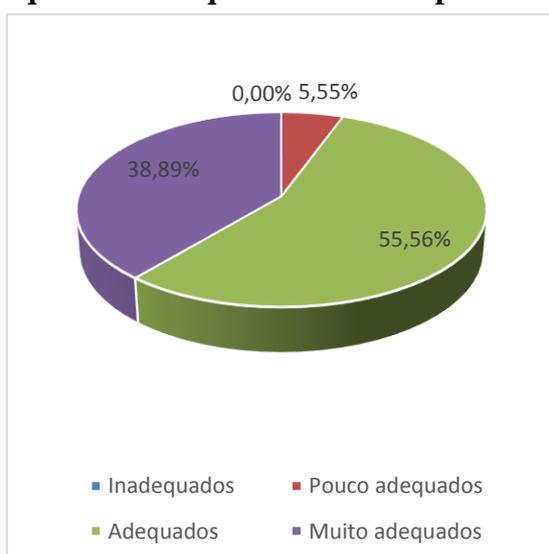


Fonte: Autor, 2018.

Nas duas turmas, podemos perceber, que houve uma aceitação pelo jogo didático, onde muitos alunos aprenderam mais e passaram a ter mais conhecimento sobre o tema abordado além disso, alguns deles relataram que o jogo fez lembrar muitos conceitos que haviam esquecido.

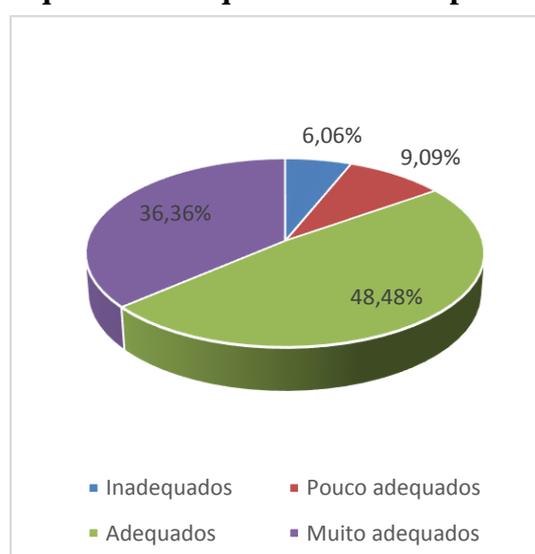
Questão 9: *Os recursos disponibilizados pelo jogo educacional Eletro trilha, como o tabuleiro, as cartas de pistas, as cartas de sorte ou azar e a folha de regras, foram:* ( ) *Inadequados;* ( ) *Poucos adequados;* ( ) *Adequados;* ( ) *Muito adequados.*

**Gráfico 20 – Respostas da turma A à questão 9 do questionário de opinião.**



Fonte: Autor, 2018

**Gráfico 21 – Respostas da turma B à questão 9 do questionário de opinião.**

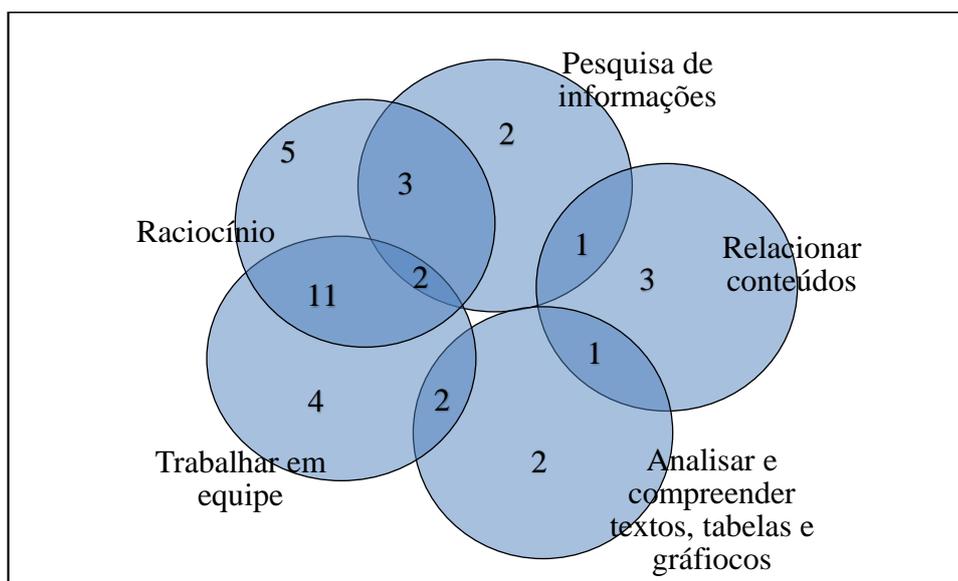


Fonte: Autor, 2018

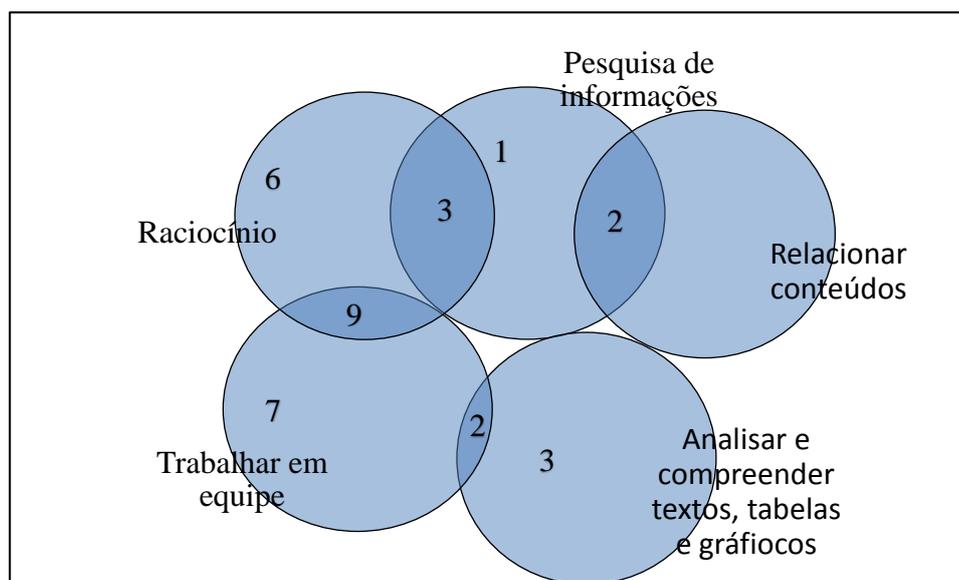
Durante as aplicações do jogo em sala de aula, os alunos não precisavam utilizar livro didático, caderno ou qualquer outro instrumento para fazer consultas, pois as informações necessárias para resolver os problemas estavam nas cartas de pistas. A maioria dos alunos conseguiu perceber com clareza isso e considerou o jogo adequado ou muito adequado. A partir do segundo caso, a motivação em jogar aumentou, uma vez que a atividade lúdica teve mais facilidade, principalmente, pela familiaridade com as regras, e isso fez os alunos demonstrarem satisfação e mais interesse.

Questão 10: *A forma como decorreram as aplicações do jogo educacional Eletro trilha, ajudou-lhe a melhorar a capacidade de:* ( ) *Raciocínio;* ( ) *Pesquisa de informações;* ( ) *Relacionar Conteúdos;* ( ) *Analisar e compreender textos, imagens e gráficos;* ( ) *Trabalhar em equipe;* ( ) *Outro(s).*

**Diagrama 1 – Habilidades propiciadas pelo jogo aos alunos da turma A.**



Fonte: Autor, 2018.

**Diagrama 2 – Habilidades propiciadas pelo jogo aos alunos da turma B.**

Fonte: Autor, 2018.

Nas duas turmas houve um número significativo de alunos que informaram que houve melhoria, principalmente, no raciocínio e na capacidade de trabalhar em equipe, isso mostra que a interação promovida pelo jogo foi muito importante. Isso foi evidente, no primeiro caso do jogo, as equipes levaram muito tempo para solucionar o problema e debatiam dizendo que não estavam acostumados com atividade desse tipo que propunha o aluno a pensar. No que tange ao trabalho em equipe, também durante a aplicação do caso 1, muitos alunos resistiam em formar equipes com determinados colegas, mas a partir da aplicação do caso 2, não houve mais essa resistência.

A interação entre os alunos durante as aplicações do jogo foi fácil de ser percebida, onde a metodologia aplicada os ajudou a se relacionar melhor uns com os outros em sala de aula. A mediação feita pelo professor/pesquisador também foi um fator crucial no que diz respeito ao entendimento dos alunos, que para fazer um bom trabalho em equipe, eles deveriam ouvir e respeitar as opiniões e sugestões dos colegas de sua equipe, o que contribuiu para o desenvolvimento das atividades, e principalmente, a valorização do trabalho em equipe.

O jogo educacional Eletro trilha propiciou o desenvolvimento de várias inteligências nos estudantes. Para Gardner (1995), as inteligências funcionam combinadas permanentemente e a capacidade de dar soluções a problemas ou elaborar produtos são relevantes num determinado ambiente. Alunos que pouco participava durante as aulas de Física, a partir do jogo, começaram a interagir mais acerca do conteúdo trabalhado e também aqueles que pouco ou não respondiam exercícios, passaram a se concentrar mais, raciocinar e analisar situações

que eram pouco habituados e alguns deles conseguiram escrever soluções para os problemas durante o jogo.

A metodologia na qual foi trabalhado o jogo e em que as atividades foram desenvolvidas proporcionaram um grande interesse dos alunos pelo tema e pela forma como ele foi trabalhado, pois se trata de uma atividade diferente para eles, visto que estavam acostumados com metodologias que são regulamente trabalhadas nas escolas, mas que propiciam pouca ou nenhuma interação entre os alunos.

Com base nos resultados descritos, verifica-se que a implementação da proposta didática com o uso do jogo de tabuleiro Eletro trilha a partir da Sequência de ensino Investigativa, contribuiu de forma efetiva na aprendizagem dos alunos dos conteúdos abordados relacionados à Eletricidade. Foi possível perceber a motivação dos alunos em realizar as atividades, principalmente, nos momentos em que estavam tendo um bom desempenho junto com suas equipes.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou a implementação de um produto educacional em duas turmas de terceira série do Ensino Médio da escola estadual Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio com uma metodologia diferente das que o professor/pesquisador usualmente trabalhava o ensino de Eletricidade. Por meio do jogo educacional Eletro trilha foram analisados, quanto à recepção dos estudantes acerca desse instrumento que foi adotado em sala de aula, a metodologia utilizada e o processo de ensino e aprendizagem diante das atividades desenvolvidas.

Vale ressaltar que esta pesquisa foi um importante passo dado sobre a utilização de jogos educacionais no ensino de Física, principalmente pelo fato de esse recurso ser direcionado, geralmente, à educação infantil e ao ensino fundamental, é possível constatar isso em diversos periódicos. Existe ainda, por parte de muitos professores uma resistência em implementar esse tipo de recurso lúdico em suas aulas de Física, valorizando o excesso de conteúdo a partir de metodologias ultrapassadas provocando uma reação negativa do tema estudado e sobretudo da Física.

A escolha da linha de pesquisa e a confirmação do que seria feito como produto educacional emergiram da experiência docente do professor/pesquisador e de buscas em diversos periódicos, livros e dissertações, principalmente, relacionados a recursos didáticos aplicados em Ciências no Ensino Fundamental ou Ensino Médio. Portanto pensou em desenvolver algo em que os alunos pudessem estudar Física de forma lúdica e até mesmo divertida, atribuindo significados aos conceitos estudados e refletindo sobre os conteúdos abordados nas aulas.

A implementação da proposta didática, bem como suas estratégias e recursos utilizados possibilitaram a contextualização de algumas situações problemas e interpretação de alguns fenômenos. A proposta articulada utilizou uma metodologia que abordou os conceitos de forma bem contextualizada, com o auxílio de imagens, tabelas e gráficos fazendo sempre ligação ao cotidiano dos estudantes. O jogo foi desenvolvido por meio de programas computacionais para que os alunos pudessem ter uma visão mais atraente do material como o tabuleiro, suas cartas, o caderno de anotações e a folha de regras.

A confecção do jogo e o uso da metodologia exigiram muito esforço e dedicação do professor/pesquisador e foi difícil pensar em desenvolver algo que tivesse um baixo custo e pudesse despertar a curiosidade e o interesse dos alunos. No entanto, baseado em pesquisas sobre recursos didáticos, foi feito um planejamento do produto educacional desenvolvido e da

Sequência de Ensino Investigativa, implementados de modo que pudesses abranger os objetivos propostos, a metodologia adotada, os conteúdos abordados e as avaliações tanto dos alunos envolvidos na pesquisa como da proposta didática.

Foi importante no início da implementação da proposta didática em sala de aula, conversar com os estudantes a respeito da relevância do material didático que seria aplicado e que houvesse cooperação entre eles nos momentos de dificuldades encontradas e que evitassem conversas paralelas e fazer o uso do aparelho celular, pois tratava-se da aplicação de um instrumento pedagógico e não de uma simples brincadeira. Vale ressaltar também que os estudantes foram conscientizados que mesmo quando estivessem jogando, não era para haver brigas ou discussões desnecessárias, a fim de que houvesse o entendimento de que o mais importante não era a competição e sim, a aprendizagem.

O primeiro desafio encarado pelos alunos durante a aplicação do jogo Eletro trilha foi a assimilação das regras, principalmente àquelas relacionadas ao deslocamento nas trilhas do tabuleiro. Em geral, os alunos tiveram dificuldades no momento de escrever as soluções propostas pelos problemas em cada caso, alguns relataram que aquele tipo de atividade exigia raciocínio e concentração. Entretanto, vale destacar que durante a realização da pesquisa constatou-se que as principais dificuldades de aprendizagem dos sujeitos da pesquisa estão ligadas à compreensão de conceitos, aprendizagem de equações e desenvolvimentos de cálculos para resolver questões. Tudo isso estava provocando muito desinteresse dos alunos pela Física o que fazia com boa parte deles assistissem aulas sem motivação.

Percebeu-se durante a aplicação do jogo, houve uma boa aceitação do material didático pelos estudantes o que possibilitou que a atividade desenvolvida fosse também prazerosa e, foi observada ainda, a importância de uma atividade para o processo de ensino e aprendizagem quando ela é realizada em grupo. A utilização desse recurso lúdico fez com que os estudantes pudessem refletir, trocar experiências e ainda formular conceitos e proposições mais inclusivas, ou seja, mais abrangentes no jogo, que serão úteis, no futuro, para a aprendizagem de conceitos mais específicos (MELO, 2011).

Pode-se afirmar que, de acordo com as observações feitas, o jogo foi encarado por muitos alunos como uma brincadeira, mas também houve a seriedade de que esse instrumento utilizado para a realização de atividades lúdicas oportunizou aprendizagem de conceitos de forma divertida. Durante o jogo, aqueles alunos que eram geralmente passivos nas aulas de Física, passaram a interagir mais entre si, o que possibilitou uma participação ativa na construção de seu próprio conhecimento.

Os resultados obtidos mostram que o recurso didático e a metodologia utilizada contribuíram para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem dos alunos envolvidos na pesquisa, onde eles obtiveram melhor desempenho em testes aplicados após a implementação da proposta didática. Além disso, verificou-se nas duas turmas onde o jogo foi aplicado, que a metodologia adotada teve uma boa aceitação pela maioria dos alunos e constatou-se ainda que eles passaram a ter mais interesse e curiosidade pelos conteúdos relacionados ao tema Eletricidade. Silva (2015) entende que a construção do conhecimento se dá a partir da interação com o objeto do conhecimento e na inter-relação com os outros sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Observou-se também que após a aplicação do jogo, houve uma melhoria na interação professor-aluno e aluno-aluno bem como o compartilhamento de ideias e conhecimento gerando mais atitudes cooperativas.

Os estudantes já possuíam algum conhecimento sobre eletricidade e o material aqui apresentado nos permite associar a teoria apresentada como o mundo em que os alunos vivem. Os alunos puderam expressar suas opiniões sobre as atividades norteadas pelo jogo e mediada pelo professor/pesquisador, tiveram a oportunidade de rever conceitos estudados em aulas anteriores, fazer uma fixação e poder testar na prática. Constatou-se que quando se utiliza atividades investigativas com problemas relacionados a situações que os alunos conhecem, haverá mais interesse deles em estudar Física.

Dessa forma, os objetivos propostos por essa pesquisa foram atingidos, pois o jogo Eletro trilha evidenciou a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, em que esse recurso pedagógico apresenta diversas possibilidades para o aluno construir seu próprio conhecimento. Portanto, a proposta implementada demonstrou-se eficaz, pois o material didático teve uma boa receptividade pelos estudantes e fez com que o professor/pesquisador os avaliasse, verificando seus conhecimentos. As atividades lúdicas tornaram os conteúdos mais contextualizados, fazendo com que eles tivessem mais interesse, melhorou o diálogo e as discussões referentes às aulas onde algumas habilidades foram trabalhadas. A utilização do jogo educacional motivou os estudantes a terem mais gosto pela Física e tudo isso faz com que eles assistam aulas não mais por obrigação, mas por interesse em aprender, sendo participantes ativos no processo de ensino e aprendizagem.

As habilidades demonstradas pelos alunos durante as atividades lúdicas nos mostram que eles se sentiram motivados a participarem do ambiente escolar. Assim, a pesquisa nos deixou um legado de que nós professores de Física devemos sempre, para deixar as aulas mais atrativas e despertar interesse nos alunos, temos o desafio de buscar novos recursos didáticos e

novas metodologias que possibilitem um ensino de Física mais contextualizado e mais prazeroso.

Foi possível trabalhar o jogo educacional com o auxílio de Sequência de Ensino Investigativa alinhada à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Ao se trabalhar com jogo em sala de aula propõe que o professor seja o principal mediador, dando sugestões, informações de modo que possa ajudar o aluno a pensar e desenvolver suas habilidades. Portanto, espera-se que o material didático desenvolvido aqui possa servir para outros professores de Física do Ensino Médio para o ensino de Eletricidade e de base para a elaboração de novas propostas que possam ser implementadas para trabalhar outros conteúdos em outros níveis de ensino, a fim de deixar suas aulas mais atrativas e instigar os estudantes à reflexão sobre a importância que a Ciência tem para as suas vidas.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. P.; TOURINHO, M. C. T. **Discussões metodológicas**: a perspectiva qualitativa na pesquisa sobre ensino/aprendizagem em história, Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH • São Paulo, julho 2011. Disponível em: [http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300932800\\_ARQUIVO\\_SIMPOSIONALDEHISTORIA.pdf](http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300932800_ARQUIVO_SIMPOSIONALDEHISTORIA.pdf). Acesso em: 02 out. 2018.

ALEIXANDRE, J. (1996). **Dubidar para aprender**. Vigo: Edicións Xerais de Galicia, S.A.

ALMEIDA, Paulo Nunes de. **Educação Lúdica**: Técnicas e Jogos. 5. Ed. São Paulo: Edições Loyola, 1987.

ALMEIDA, O. F. **jogo educacional para o ensino básico de relatividade Galileana**. 2016. 218 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.

ANDRADE, E. D. L. *et al.* **Uso de questionários pré-teste e pós-teste: uma ferramenta de ensino e aprendizagem na disciplina de bioquímica clínica ii**: xxv Encontro de Iniciação à Docência. UFC, Fortaleza, v. 1, 2016.

ANTUNES, Celso. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

ATRIE, D. *et al.* **Approaching PBL Practically: a guide for students by students**. Michael G. de Groote School of Medicine, 2009. Disponível em: <http://fhs.mcmcmaster.ca/facdev/documents/ApproachingPBLPracticallySept.08.pdf>. Acesso: 18 mai.2018.

AZEVEDO, M.C.P.S.; Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho (org). **Ensino de Ciência – Unindo a Pessoa e a Prática**. São Paulo. 2004.

\_\_\_\_\_, M. C. P. S. **Ensino por investigação**: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org). Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

BARBOSA LIMA, Maria Conceição; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GONÇALVES, M. E. R. A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos Físicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n.3, p.223-242, jan. 1998. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6885>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BERBEL, N. N.: “Problematization” and Problem-Based Learning: **different words or different ways?** Interface — Comunicação, Saúde, Educação, v.2, n.2, 1998.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BONFÁ, M. *et al.* **Comunicações**: vila da dica - jogo colaborativo para abordagem da física do Cotidiano em um museu de ciências. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 1: p. 208-217, abr. 2009.

BOROCHOVICIUS, L.; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. In: *Ensaio: aval. pol. públ. Educ.*, Rio de Janeiro, v.22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014.

BRAGA, R. G.; Matos, S.A. **Kronus**: Refletindo sobre a construção de um jogo com viés investigativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte, v.8, No. 2, 2013

BRASIL. Ministério da educação – Secretaria de Educação média e Tecnologia, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares nacionais**: Ensino Médio. Vol. 2: Ciências da Natureza, matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC. 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação. **Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2013.

CAMPOS, Luciana Maria; BORTOLOTO, T. M., FELÍCIO, A. K.C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos Núcleos de Ensino*, Botucatu, p.48, 2003.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (ORG.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 2, p. 21-39.

CARMO, A. B. **Argumentação matemática em aulas investigativas de física**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado – Programa de pós-graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: \_\_\_\_\_. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1, p. 01-20.

CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**: Um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo. 2009. 301 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Ninho, Instituto de Educação Psicologia, Braga, 2009.

CERVO, Amado L. e BERVIAN, Pedro A. **Metodologia Científica** : para uso dos estudantes universitários. 3.ed. São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1983.

COLE, M. **A formação social da mente**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 4ª edição brasileira, São Paulo - SP 1991.

David, T., Patel, L., Burdett, K. & Rangachari, P. (1999). **Problem-Based Learning in Medicine**: a Practical Guide for Students and Teachers. Lake Forest (USA): The Royal Society of Medicine Press Ltd.

Davis, M. H. & Harden, R. M. (1999). Problem-based Learning: a practical guide. Education Guide nº 15. Scotland: AMEE – Association for Medical Education in Europe.

Delisle, Robert (2000). **Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas**. Porto: CRIAP-Edições ASA.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.

DÍAZ, F. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EDUFBA, 2011.

DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1997). **Rénover les activités de résolution de problèmes en physique**: concepts et démarches. Paris : Armand Colin.

ESTEVES, E., COIMBRA, M. & MARTINS, P. (2006). **A aprendizagem da Física e Química baseada na resolução de problemas**: um estudo centrado na sub-unidade temática “Ozono na estratosfera”, 10º ano. In L. Costa et al (Coords.). Actas do XIX Congresso Enciga (CD-Rom). Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

FAGUNDES E. M., PINHEIRO N. A. M. **Considerações acerca do ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Revista práxis, ano VI nº 12, dezembro de 2014.

FAVARETTO, D. V. **Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro para o ensino de Física**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Sorocaba, 2017.

FRAGELLI, R. R.; MENDES, F. M. **Onde está Osama?**: um jogo educativo na área de Física. Participação, Brasília, n. 20, set. 2012. Disponível em: <[http://https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12097/1/ARTIGO\\_OndeEstaOsama.pdf](http://https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12097/1/ARTIGO_OndeEstaOsama.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

FRAGO, V. A.; ESCOLANO, A. **Currículo, espaço e subjetividade**: a arquitetura como programa. Rio de Janeiro: DP&A, 1998.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

GARDNER, Howard. WALTERS, Joseph. Perguntas e respostas sobre a Teoria das inteligências múltiplas. In: GARDNER. **Inteligências Múltiplas**: A teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, p.37 – 48, 1995.

GERHARDT, E. G.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **ERA - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29, mai/jun. 1995.

GOMES, R. R.; Friedrich, M. A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: **EREBIO**, 1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro, 2001, p. 389-92.

GRANDO, R. C. **O Conhecimento matemático e o uso dos jogos na sala de aula**. 224f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER. **Fundamentos de física: Eletromagnetismo**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. v. 3.

Hill, A. M. & Smith, H. A. (2005). **Problem-based contextualized learning**. In Steve Alsop et al (Eds.). *Analysing exemplary science teaching – theoretical lenses and a spectrum of possibilities for practice*. London: Open University Press, 136-145.

HOLZMAN, L. H. **Pragmatismo e materialismo dialético no desenvolvimento da linguagem**. In: DANIELS, H. (ORG.). **Uma introdução a Vygotsky**. Tradução de Marcos Bagno. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2013. Cap. 3, p.83 – 109.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: O jogo como elemento da cultura**. 5. Ed. São Paulo: Perspectiva. 2008.

Koch, I. G. V.; ELIAS, V. M. **Ler e compreender: Os sentidos do texto**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2013.

KOHL, M. Piaget – Vygotsky: **Novas contribuições para o Debate**. RJ: Ática, 2012.

Lambros, A. (2004). **Problem-Basead Learning** in Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.

Leite, L. Esteves, E. (2005). **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.).

LEMKE, J. L. **Aprendendo a hablar ciência: Linguagem, aprendizagem y valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

Levin, B. (2001). Introduction. In B. Levin (Ed.). **Energizing Teacher Education and Professional Development With Problem-Based Learning**. Alexandria: ASCD – Association for Supervision and Curriculum Development, 1-7.

LURIA, A.R. (1986). **Pensamento e Linguagem**. P.A.: Artes Médicas.

MACHADO, M. A. C. SANTOS, M. L. F. **Sociointeracionismo**: pressupostos teóricos para o embasamento de práticas escolares em leituras e escritas. **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 5, n. 2 p. 128 – 146, jul/dez 2015.

MARANHÃO. Secretaria de Estado de Educação do Maranhão. **Projeto Político Pedagógico**. Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio. Coelho Neto, 2018.

MAROCCI, L.M.; NACARATO, A. M. **Um ambiente de aprendizagem baseado na resolução de problemas**: a possibilidade de circulação de significações sobre Probabilidade por meio da linguagem, São Paulo, v.15, n.1, p.101-123, 2013

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual, análise de gênero e compreensão**. São Paulo, parábola, 2008.

MELO, Marcos Gervânio de Azevedo. **A Física no Ensino Fundamental**: Utilizando o jogo educativo “viajando pelo universo”. Lajeado, 2011.

\_\_\_\_\_, M. G. A. **O jogo pedagógico no ensino de física**. – 1. Ed. – Curitiba: Appris, 2015. 91p.

MOREIRA, Marcos Antonio. **Teoria de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. M. A. **Teorias de Aprendizagem**. EPU 2ª edição, 2011 (pág, 1007-120).

NASCIMENTO, S. S. B. **“Onde está o ar?”** Sequência de ensino investigativo para a promoção da Alfabetização Científica de alunos do 3º ano do ensino Fundamental. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Jataí, 2106.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. 1. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997. v. 3.

OLIVEIRA M. K. Vygotsky. **Aprendizado e desenvolvimento**: Um processo sócio/histórico. Scipione 4ª edição 1997; p. 27.

PEREIRA, Ricardo Francisco. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. XII Empec, Florianópolis, 2009.

\_\_\_\_\_; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física**. In: VII Enpec. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação. Florianópolis, 8 novembro 2000. ISSN: 21766940 .

POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Editora Artmed: Porto Alegre, p. 180, 1998.

\_\_\_\_\_, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gomes. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.

RIBEIRO, F.D. **Jogos e modelagem na educação matemática**. Curitiba: Ibepex, 2008.

RICARDO, E. C. A problematização no Ensino de Física. In: \_\_\_\_\_. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage, 2010. Cap. 2, p. 32

RIVIERE, Angel. **El sujeto de la psicología cognitiva**. Madrid, Alianza, p.111, 1987.

RUSSO, A. L. A. **Material didático elaborado em problematização e aprendizado para o ensino de eletricidade, com foco no currículo mínimo da SEEDUC-RJ**. 2017. 203f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IF, Campos dos Goytacazes, 2017.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTA' ANNA. et al. **Conexões com a Física**. 2 ed. São Paulo; Moderna, 2013.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola**. Revista Ensaio. Belo Horizonte, v. 17, 2015.

\_\_\_\_\_, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. Investigações em ensino de ciências, v.13, n.3, p.333-352, 2008.

\_\_\_\_\_, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. **Problematização no ensino de Ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. (ORG.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 2, p. 41-61.

SAVIN-BADEN, M.; MAJOR, C. (2004). **Foundations of Problem-Based Learning**. New York: Open University Press.

SCHWARZ, V. R. K. **Contribuições dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente**. 2006. 192 f. Dissertação (Mestrado em educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Porto Alegre, 2006.

SILVA, V. G. **Aplicação da metodologia do trabalho em grupo cooperativo no ensino de física**. 2015. 98 f. Dissertação (Programa de mestrado profissionalizante em ensino de Física) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa: 2015.

SILVA, Vanessa Martini da. **O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública**. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SOUSA, S. C.; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo**, Rio Grande do Norte, v. 5, n. 31, p. 184, 2015.

TIPLER, P. A. **Física para cientista e engenheiros: eletricidade e magnetismo**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 3.

VÁLIO, A. B. M. et al. **Ser protagonista**: Física, 3º ano: ensino médio. 3. Ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

\_\_\_\_\_, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

Vygotsky, Wallon - **Teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste apêndice, apresentamos o produto educacional gerado nesta pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, sendo este um material didático-pedagógico que pode ser utilizado separadamente da dissertação pelo professor em sala de aula.

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



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**ELETRO TRILHA: Jogo educacional como recurso didático para o ensino e  
aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade**

CLEOMAR DA COSTA LIMA

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) 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.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

TERESINA - PI  
NOVEMBRO - 2019

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho apresenta o produto educacional desenvolvido para o ensino de Física. Trata-se de uma proposta sobre o ensino de Eletricidade mediada pelo jogo educacional Eletro trilha. Essa proposta foi baseada em livros, artigos e dissertações que abordam o ensino de ciências por investigação. As atividades desenvolvidas neste trabalho, foram organizadas em uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que apresenta um roteiro de Ensino Investigativo sobre conceitos básicos de Eletricidade. Essa sequência foi elaborada com o objetivo de construir um produto educacional para ser utilizado por professores de Física no Ensino Médio. A elaboração deste material responde aos requisitos do programa nacional de pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Campus Ministro Petrônio Portella, em Teresina – PI. A SEI está dividida em etapas e mostra como aconteceu a construção do jogo educacional Eletro trilha, como as suas regras, o seu tabuleiro, as suas cartas e como está estruturado cada caso. Esta proposta de Ensino por Investigação foi aplicada em uma escola estadual Centro de Ensino Professor Antônio Nonato Sampaio, na cidade de Coelho Neto no estado do Maranhão, em duas turmas de terceira série do Ensino Médio. Os resultados desta SEI estão disponíveis na dissertação. A SEI é parte de uma dissertação elaborada para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. No decorrer deste trabalho são apresentadas informações que foram estruturadas a partir da pesquisa desenvolvida e do material implementado em sala de aula, sendo que estes podem ser reproduzidos ou divulgados total ou parcial desde que seja citada a fonte.

## SUMÁRIO

1	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA - SEI .....	142
1.1	Problematização no Ensino de Física .....	143
1.2	Os problemas não experimentais .....	73
1.3	Caracterizando uma Sequência de Ensino Investigativa .....	144
1.4	Atividades que levam à contextualização social numa SEI .....	737
2	NOSSA PROPOSTA.....	149
2.1	Elaboração e construção do jogo Eletro trilha.....	150
2.2	Casos do Jogo .....	73
2.2.1	Caso 1 .....	153
2.2.2	Caso 2 .....	158
2.2.3	Caso 3 .....	73
2.3	Regras do jogo.....	170
2.4	Caderno de anotações .....	172
2.5	Cartas de sorte ou azar.....	73
	REFERÊNCIAS .....	176

## 1 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA - SEI

Com base em levantamentos bibliográficos, percebemos a necessidade de uma formação dos alunos do Ensino Médio por meio de desenvolvimento de atividades direcionadas à Alfabetização Científica (AC). A AC é expressa como um processo que está ligado ao desenvolvimento de atividades que proporcionem ao aluno relacionar-se com o conhecimento científico e compreendê-lo como uma cultura (SASSERON; CARVALHO, 2008). Portanto, as atividades desenvolvidas voltadas à AC podem ser em vários níveis de ensino e não necessariamente em um curto intervalo de tempo. Nessa perspectiva, a produção de práticas pedagógicas voltadas à AC, culminam no desenvolvimento de uma Sequências de Ensino Investigativo (SEI).

De acordo com Carvalho (2013, p. 9):

Uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico do central do conteúdo programático.

Portanto, nesse contexto, é proposto uma SEI para auxiliar à mediação do produto educacional nesta pesquisa, onde abrange atividades planejadas que oferecem materiais que proporcionem interações didáticas aos alunos. Além disso, a SEI oferece condições aos alunos de aproveitar seus conhecimentos prévios e produzir novos conhecimentos, discutindo suas ideias com seus colegas e professor.

Para Azevedo (2009) e Sasseron e Carvalho (2008), uma SEI proporciona um ambiente investigativo em sala de aula de tal forma que o professor possa ensinar e mediar os alunos no processo científico, atingindo a cada aula a linguagem científica. O ensino por investigação fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, a comunicação e ajuda os alunos a aprender a fazer ciências por meio de processos investigativos (SILVA, 2014). Para esses autores, a SEI auxilia ao aluno a desenvolver e organizar as suas ideias, valoriza as atividades em equipe e favorece a discussão com seus colegas de sala de aula e professores.

Portanto, podemos perceber que, uma SEI oportuniza ao aluno em manipular materiais em sala, faz ele raciocinar mais diante de situações problemas e ainda proporciona a interação social. Assim, uma SEI no ensino de Física é proposta através de situações problemas que instiguem os alunos a estudar, investigar e solucionar os problemas apresentados fazendo o uso de vários recursos de ensino.

## 1.1 Problematização no ensino de Física

Para que problematizar o ensino de Física? No entendimento de Capecchi (2013), porque problematizar é superar o olhar fundado no senso comum, determinadas questões exigem a necessidade de certos instrumentos de investigação para respondê-las e o ensino de Ciências envolve aprender a falar e se expressar por meio de ferramentas específicas. Para Lemke (2003), cada conceito científico apresenta um meio de interpretação de nossa experiência no cotidiano e caso esses conceitos sejam desenvolvidos apenas em função de habilidades operacionais, essa prática dificulta a compreensão por parte dos alunos.

Esses autores incentivam propostas em aulas de Ciências que sejam desenvolvidas com base em temas do cotidiano e que envolva atividades lúdicas e que promovam a transformação da linguagem coloquial em linguagem científica. Nessa perspectiva, esse tipo de ensino torna o aluno mais curioso, passa a ter o desejo de fazer investigação e deixa de ser passivo. Mas para isso “é preciso criar condições a fim de que o cotidiano seja problematizado em sala de aula – para que novas questões sejam criadas e ferramentas para responde-las sejam apresentadas e experimentadas” (CAPECCHI, 2013 p. 23). Portanto, esse processo deve trazer situações problemas para serem resolvidas em sala de aula e instigar os alunos a terem um olhar científico sobre a realidade para que sejam oportunizadas novas oportunidades para que novos conhecimentos sejam construídos.

Os professores chamam, geralmente, um problema de desafio, principalmente os professores de Ciências do Ensino Fundamental (CARVALHO, 2013). A discussão de problemas pelos alunos ajuda na compreensão de fenômenos e as implicações que o conhecimento destes pode acarretar à sociedade e ao ambiente (SASSERON & CARVALHO, 2008). Dessa forma, iniciar um conteúdo de Física ou verificar a aprendizagem dos alunos a partir de um problema, torna-se mais interessante para eles, visto que o problema instiga o desejo de buscar as respostas.

Para esses autores existem vários tipos de problemas que podem ser organizados para iniciar uma SEI muitos deles podem ser propostos para envolver os alunos e são desenvolvidos com base em diversos meios. Os problemas propostos numa SEI, independentemente do tipo, precisa ser elaborado de forma a instigar os alunos a testar suas hipóteses e apresentar discussões com seus colegas e professor. No produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, os problemas são do tipo não experimentais e o material didático que dará suporte para resolvê-los foram preparados em concordância com os conteúdos abordados para serem utilizados pelos alunos.

Para carvalho (2013), o problema não pode ser uma questão qualquer, mas deve ser muito bem planejada e está contido no cotidiano dos alunos para que eles possam expor seus conhecimentos anteriormente adquiridos sobre o tema abordado. Nesse sentido, podemos dizer que a problematização no ensino de Física proporciona a construção de um cenário que oportuniza à exploração de situações de uma perspectiva científica (CAPECCHI 20113). Assim, torna-se muito importante levar em consideração a vivência e conhecimento prévio dos alunos que eles possam levantar e testar suas hipóteses para resolver os problemas.

## **1.2 Os problemas não experimentais**

Os problemas não experimentais “são problemas bastante utilizados no ensino às vezes no início de uma SEI, mas também como atividade complementar visando à introdução de novos conhecimentos que darão sustentação ao planejamento curricular (CARVALHO, 2013 p. 14). Para a autora, esses problemas podem ser elaborados a partir de figuras de revistas, de jornal ou da internet com o auxílio de textos, e a atividade investigativa deve ser bem planejada em todas as suas etapas e estar ligada ao cotidiano dos alunos e organizada na direção das resoluções a fim de que os alunos possam fazer suas hipóteses e testá-las. Esse tipo de problemas, muitas vezes é proposto em uma SEI para proporcionar condições de inserir o aluno em outras linguagens em Ciências, como analisar uma figura e interpretar gráficos e tabelas.

Vale ressaltar que a construção da problematização em sala de aula não se restringe a elaboração de um enunciado bem elaborado, que estimule a curiosidade do estudante, mas é preciso que os alunos sejam estimulados a agir e que o professor ajude nesse processo fazendo a mediação (CAPECCHI, 2013). Portanto, a problematização de determinado tema de Física, ao ser abordado em uma SEI, promove a passagem do uso de materiais ou instrumentos para ação intelectual que deve ser feita pelos alunos e de intervenções feitas pelo professor.

## **1.3 Caracterizando uma Sequência de Ensino Investigativa**

O material didático produzido numa SEI precisa ser bem organizado para que os alunos não se perdem durante a solução dos problemas, e deve ser também, atrativo para que os eles sintam interesse e tenham curiosidade durante o seu uso em sala de aula.

O planejamento de uma SEI é muito importante para que ocorra as interações didáticas entre os alunos e professor, principalmente em relação a produção do material didático e a elaboração do problema. Carmo (2015), e Carvalho 2013, ressaltam que uma SEI bem planejada

é aquela que dar relevância da situação-problema; transformar a ação manipulativa em ação intelectual; criar etapas para as explicações científicas; realizar atividades que exija a interação social para a construção do conhecimento; e valoriza o conhecimento prévio. A partir da análise dos pontos apresentados pelos autores, e para que possamos considerar os aspectos relacionados à interação social e as suas principais características, que culminam na construção do conhecimento por parte do aluno, é proposto que uma SEI deve ser estruturada em etapas, conforme Carvalho (2013).

- **Etapa 1:** Etapa de distribuição do material e proposição do problema pelo professor;
- **Etapa 2:** Etapa de Resolução do Problema;
- **Etapa 3:** Etapa da sistematização dos conhecimentos;
- **Etapa 4:** Etapa de escrever e desenhar.

Na etapa 1, o professor divide a turma em grupos, distribui o material didático na sala e apresenta o problema, explicando e conferindo se todos entenderam, mas não pode dar a solução, apenas fazer a mediação para que os alunos possam utilizar o material e serem guiados para buscar a solução. O desenvolvimento dessa etapa, permite ao aluno conhecer os materiais apresentados e assimilar o problema que se procura responder com a implementação da SEI (NASCIMENTO, 20116). O professor não pode fornecer pistas ou parte da solução pois o material didático dever ser usado para isso, e para que os alunos tenham a possibilidade de pensar e aplicar outras habilidades.

Na etapa 2, são levadas em considerações principalmente as condições que levaram os alunos a criarem e testarem suas hipóteses, ou seja, suas ideias e estratégias para resolver o problema. Mesmo quando a solução do problema não estiver correta, as hipóteses são muito importantes nessa construção, pois na discussão, as variáveis que interferiam no erro serão eliminadas e os alunos podem aprender com os erros. Essa etapa, os alunos tornam-se verdadeiros investigadores, devem reconhecerem como solucionaram o problema, sendo que isso será atingido a partir das interações estabelecidas entre cada equipe.

É importante ressaltar que a solução do problema deve ser feita em grupos, pois aqueles alunos que possuem maior facilidade em raciocínio, criar hipóteses e outras habilidades, irão propor suas ideias aos colegas. O professor nessa etapa precisa verificar se alunos compreenderam o problema, e orientá-los corretamente ao usar os materiais disponibilizados para consulta para que sejam guiados a buscar a solução correta.

Na etapa 3, o professor examina se todos os grupos já concluíram a resolução do problema, recolher o material para que os alunos não fiquem brincando com ele, desfazer as equipes e organizar a turma em círculo. É neste momento que ocorre a sistematização coletiva

do conhecimento, os alunos irão falar sobre suas experiências, comentar suas soluções, seus erros e acertos e assim vão sistematizando o conhecimento que foi produzido.

É importante que o professor faça perguntas aos alunos, sobre suas dificuldades e como ocorreu a investigação para chegar até a solução do problema, ou seja, devem ser discutidas as ações intelectuais que proporcionaram o levantamento de dados e de evidências que favoreceram a compreensão do fenômeno. Neste momento, é observada a linguagem do dia a dia do aluno que deve ser conduzida a uma interação mediada pelo professor, buscando a construção de conceitos mais elaborados e a aproximando da linguagem científica.

Nessa etapa há a necessidade de um texto de sistematização do conhecimento onde serão aplicados os conceitos trabalhados em aulas anteriores em uma linguagem mais formal que a linguagem usada geralmente na sala de aula pelos alunos. Essa contextualização pode levar o aluno ao entendimento de outros conceitos que não conseguiu durante a resolução do problema, ou seja, proporciona o aluno ir além do conteúdo explorado pelo problema.

Já na etapa 4, é aquela em que ocorre a sistematização individual do conhecimento. Durante a atividade em que ocorreu a solução do problema, os alunos construíram uma aprendizagem coletiva, em grupo com seus colegas e sob a mediação feita pelo professor. O professor deve aplicar uma atividade em que os alunos possam escrever ou desenhar sobre o conteúdo abordados pelo material durante a resolução dos problemas. Nessa última etapa que é feita a avaliação acerca do que foi trabalhado na atividade proposta é o momento de o aluno desenhar, escrever e expressar todo seu entendimento sobre o que foi trabalhado.

No Ensino Médio é indicado que se proponha uma atividade em os alunos possam expressar sua aprendizagem durante a atividade investigativa como uma forma de verificar os conhecimentos por meio de algum instrumento pós-teste, como por exemplo, um questionário. Todas as etapas da SEI são necessárias para garantir ao aluno o entendimento dos conteúdos trabalhados nessa proposta de ensino.

Numa SEI é importante planejar uma avaliação no final das atividades, a fim de verificar se os alunos estão ou não aprendendo (CARVALHO, 2013). Vale lembrar que o instrumento utilizado para fazer a avaliação deve estar ligado ao ensino que foi proposto e aproximar os alunos de noções científicas de modo que eles utilizem uma linguagem formal em suas respostas.

Ao finalizar uma SEI, a atividade de avaliação “permite não só identificar como foi a apropriação do conhecimento pelo aluno, mas também dá a oportunidade de o professor identificar diversas ações que devem ser desenvolvidas para melhoria do aprendizado (NASCIMENTO, 2016 p. 34). Assim, facilita a aplicação de um novo conteúdo, visto que

através de ações pedagógicas, o professor pode identificar algumas dificuldades apresentadas algumas habilidades adquiridas pelos alunos.

Os relatos produzidos permitem que o professor conheça o que foi de mais importante para o aluno, como o desenvolvimento da linguagem, visto que, a atividade de avaliação deve ser individual, possível conhecer o que, dentre toda a atividade proposta, foi mais relevante para cada aluno, já que nesta etapa o trabalho é individual (BARBOSA LIMA; CARVALHO; GONÇALVES, 1998). Ao final da implementação da SEI, podemos verificar a aprendizagem dos alunos a partir de relatos elaborados por eles ou por meio de dados coletados em algum instrumento como questionário.

#### **1.4 Atividades que levam à contextualização social numa SEI**

Numa SEI, o professor precisa apresentar o material em sala de aula e propor os problemas que deverão ser resolvidos. Conforme Azevedo (2009), uma atividade investigativa pode ser desenvolvida por meio de problemas abertos – questão que apresenta fenômenos ou situações que abrangem desde o conceito até a contabilização dos resultados encontrados.

É importante que o professor aplique uma atividade de sistematização do conhecimento após a resolução do problema para que os alunos possam discutir, refletir e analisar comparando o que fizeram e o que pensaram durante a solução do problema. Essa atividade tem uma grande importância, uma vez que proporciona a contextualização do conteúdo trabalhado no problema e os alunos podem perceber a importância do conhecimento produzido no dia a dia. Vale ressaltar também que os erros ocorridos em cada etapa devem fazer parte da construção do conhecimento, pois quando o aluno reconhece que errou, têm a oportunidade de reconhecerem as ações corretas e aumenta o nível de segurança para desenvolver as ações seguintes.

Conforme Carvalho (2013), as principais características das atividades de uma SEI são:

- ✓ Contextualiza o conhecimento no dia a dia dos alunos;
- ✓ Cria um ambiente investigativo em sala de aula;
- ✓ Inicia-se por um problema;
- ✓ Promove a interação em sala de aula;
- ✓ Papel do professor como mediador do conhecimento;
- ✓ Passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica;
- ✓ Participação ativa dos alunos;
- ✓ Propicia a sistematização do conhecimento.

A partir da análise dos pontos apresentados pela autora, nesta pesquisa consideramos necessária a realização de todas as etapas e foi possível verificar todas as características citadas acima por meio da utilização do jogo educacional Eletro trilha que proporcionou aulas interativas mediadas pelo professor. Por sugestões de Carvalho e Sasseron (2013), a turma deve ser dividida em grupo para facilitar a mediação feita pelo professor. Essas características da SEI estruturadas pelo jogo educacional foram essenciais na construção do conhecimento.

## 2 NOSSA PROPOSTA

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) proposta neste trabalho foi elaborada e voltada ao desenvolvimento e implementação do produto educacional que é um jogo educacional de tabuleiro que contempla alguns conteúdos de eletricidade. Os conteúdos trabalhados no jogo são previstos na matriz curricular da terceira série do Ensino Médio, a ser ministrado no 1º e no 2º bimestre. Com a implementação das atividades a partir do produto educacional, buscar-se atingir alguns objetivos que serão descritos em cada caso conforme os conteúdos contemplados pelo jogo.

No decorrer do desenvolvimento e da implementação da SEI, buscamos estimular os estudantes a observar fatos do cotidiano e promover a participação afetiva em sala de aula a fim de permitir que eles possam construir o próprio conhecimento, adquirindo competências e habilidades, fomentando à curiosidade e ao espírito investigativo, bem como estimular a leitura e escrita, análise de figuras e interpretação de gráficos e tabelas.

A SEI apresentada neste trabalho, tem como objetivo desenvolver e aplicar o jogo educacional Eletro trilha em turmas de terceira série do Ensino Médio. O jogo contempla os conteúdos: carga elétrica (eletricidade estática); força elétrica; campo elétrico; potencial elétrico; energia potencial elétrica; corrente elétrica; resistência elétrica e resistores; e circuitos elétricos. Os conteúdos foram divididos em três casos conformes os problemas que cada caso aborda e pode ser trabalhados em 6 aulas.

**Quadro 1: Organização das atividades aplicadas a partir da SEI.**

<b>Atividades propostas</b>	<b>Recursos</b>	<b>Duração</b>
Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos referentes ao tema eletricidade	Questionário pré-teste	01 aula
Aplicação do jogo educacional: caso 1	Jogo Eletro trilha	02 aulas
Aplicação do jogo educacional: caso 2	Jogo Eletro trilha	02 aulas
Aplicação do jogo educacional: caso 3	Jogo Eletro trilha	02 aulas

Verificação dos conhecimentos dos alunos após a aplicação do jogo	Questionário pós-teste	01 aula
Avaliação do jogo	Questionário de opinião	01 aula

Fonte: Autor, 2018.

A SEI apresentada aqui foi desenvolvida para que o aluno possa vivenciar fenômenos e situações do cotidiano que envolvem a Física e possibilitando o trabalho em equipe de forma investigativa de modo que desperte a curiosidade e que promova a colaboração desde à elaboração de hipóteses até à solução dos problemas abordados. Esta vivência em sala de propiciará pô em prática o que é ensinado sobre Eletricidade e todos os conceitos apresentados fazem parte do cotidiano dos alunos. Espera-se que nesta SEI os alunos possam criar estratégias para resolver problemas, raciocinar, fazer abstrações com base em situações concretas, generalizar, organizar e representar fenômenos, comunicar-se e discutir conceitos de grandezas, utilizando as diversas formas de linguagem empregadas em Matemática e Física.

## 2.1 Elaboração e construção do jogo Eletro trilha

O material didático desenvolvido neste trabalho aborda alguns conteúdos de Eletricidade do Ensino Médio e se insere no contexto da rede de ensino do estado do Maranhão que adota o currículo proposto pela Secretaria de Estado da educação (SEDUC/MA). O material corresponde a um material didático, que pode ser utilizado diretamente em sala de aula, interagindo com o currículo mínimo proposto e utilizado paralelamente a um livro didático, ou outros recursos e instrumentos.

Esse jogo foi direcionado a alunos de 3ª série do Ensino Médio com a finalidade progredir em seus conhecimentos sobre Eletricidade básica. Desejou-se com esse jogo, melhorar o desempenho dos alunos acerca dos conteúdos relacionados à essa área da Física que é considerada complicada por muitos estudantes. Os alunos de cada equipe, passam a ser investigadores, deverão usar evidências e operações lógicas, discursivas e mentais descobrir alguns fenômenos elétricos e solucionar problemas relacionados com o cotidiano deles, a fim de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Portanto, os materiais contribuem para o desenvolvimento de atividades e para a mediação entre o aluno e o conhecimento, onde organização do espaço escolar influencia a concretização dessas práticas (VINÂOFRAGO; ESCOLANO, 1998). Ao longo de cada problema aplicado os alunos poderão se envolver na situação e buscar a resolução, trabalhando

em grupo de forma autônoma, podendo ainda consultar o professor que é o mediador, sempre que for necessário. Os problemas foram formulados a partir de questões abertas que serão resolvidos com base em conhecimentos prévios ou atrair os alunos para a discussão para alguns conteúdos ou provocar neles o interesse para trabalhar em grupo auxiliando-os na construção de conexões entre saberes.

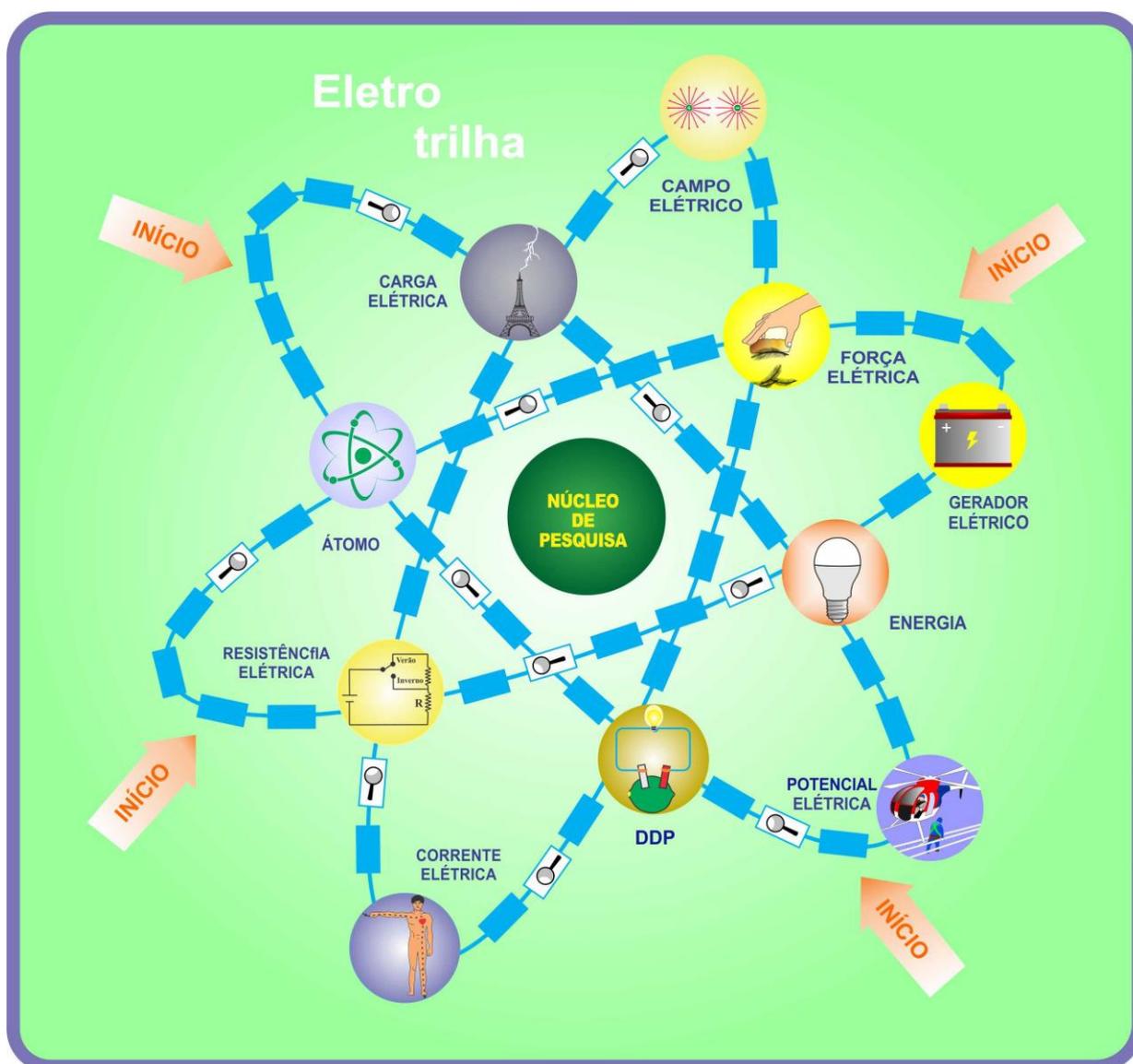
O jogo Eletro Trilha é composto por um tabuleiro, um dado, botões e cartas. Esse recurso pode ser utilizado durante ou depois de trabalhar os conteúdos, como uma forma de testar os conhecimentos prévios dos alunos ou fixar os conteúdos estudados. Eletro Trilha é um jogo educativo de caráter investigativo onde os alunos são desafiados e instigados a solucionar diferentes problemas sobre conteúdos básicos de Eletricidade.

Eletro Trilha contém três casos onde são abordados problemas do cotidiano e apresentam objetivos específicos e abordam conceitos básicos de Eletricidade que são comumente trabalhados em sala de aula. Em todos os casos, são trabalhados aspectos históricos, sociais e culturais afim de que os estudantes percebam a importância de se estudar e aprender a Física em especial a Eletricidade uma vez que ela está presente em diferentes situações do nosso cotidiano. Esse jogo tem um caráter, de no ambiente escolar, provocar a interação entre os estudantes, despertar suas curiosidades e estimular o desenvolvimento e aplicação de diversas habilidades, como uma intervenção inovadora no ensino de Física.

A construção do jogo Eletro trilha foi realizada com o auxílio de recursos de informática, alguns materiais utilizados para impressão, bem como materiais necessários para a realização de cada caso. As trilhas do tabuleiro e as figuras que compõem as cartas do jogo educacional Eletro trilha foram criadas utilizando o programa CorelDRAW X7. As figuras foram salvas em formato JPEG e coladas no programa Word 2010 para serem montadas e impressas conforme estão apresentadas na Sequência de Ensino Investigativa.

O tabuleiro foi impresso em lona 280 gramas nas dimensões 38,5 cm x 42 cm e as cartas foram impressas em papel fotográfico A4 adesivo e gramatura 180 gramas. As cartas de problemas nas dimensões 8,7 cm x 13,3 cm, as cartas pistas nas dimensões 8,0 cm x 12,0 cm e as cartas de sorte ou azar nas dimensões 4,5 cm x 5,5 cm. A escolha desse material para a impressão do produto foi feita para que os danos causados no mesmo pudessem ser minimizados durante sua implementação. Alguns materiais ficam sujos, amassados e sofrem rasuras com facilidade o que torna necessário fazer novas impressões ao aplicar o produto novamente em outras datas e turmas. Assim, o material sugerido aqui para a impressão do produto, permite que o mesmo possa ser utilizado várias vezes, sendo pouco danificado.

A Figura 1 – Tabuleiro do jogo Eletro trilha.



Fonte: Autor, 2018.

Tanto as cartas de problemas, como as cartas de pistas e cartas de sorte ou azar após a impressão, foram recortadas, dobradas e coladas para obter o formato em frente e verso.

## 2.2 Casos do jogo

O jogo Eletro trilha deve ser implementado seguindo as etapas da SEI em todos os casos propostos, conforme já descritas pelos autores. A seguir apresentaremos cada caso com seus respectivos problemas que cada um aborda, bem como seus objetivos e conteúdos que devem ser trabalhados.

### 2.2.1 Caso 1

O caso 1 está estruturado da seguinte forma:

**Nome do caso:** A carga elétrica.

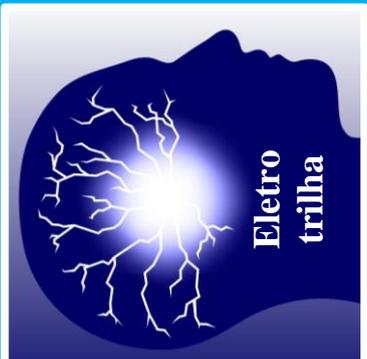
**Problema:** Descobrir qual a função do cabo antiestático (fio terra) existente nos caminhões-tanques e usado durante o descarregamento da carga de combustível.

**Conteúdos:** Carga elétrica, princípios da Eletrostática e processos de eletrização.

**Objetivos:** Entender como um corpo pode ser eletrizado e como sua carga elétrica pode ser descarregada.

A carta de problema e as cartas de pistas a seguir devem ser recortadas, dobradas e coladas.

CASO



Eletro  
trilha

A CARGA ELÉTRICA

A CARGA ELÉTRICA

Os caminhões que transportam combustíveis, antes de iniciar o descarregamento, o terminal da mangueira é encaixado na boca do tanque. Essa boca possui um aterramento, isto é, uma conexão condutora com a Terra. Um cabo metálico faz a ligação entre o tanque do caminhão e o terminal da mangueira e só após essa operação, o abastecimento é efetuado.

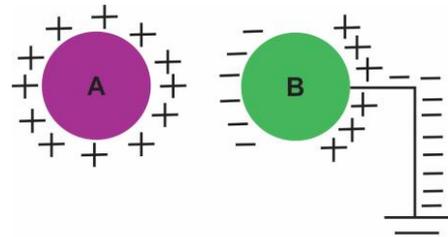
Você deverá descobrir qual a função do cabo antiestático (fio terra) existente nos caminhões-tanques e usado durante o descarregamento da carga de combustível.

## GERADOR ELÉTRICO

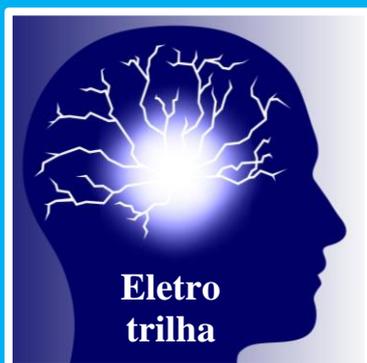


A CARGA ELÉTRICA

Quando um corpo é eletrizado, seja por atrito, contato ou indução, passa a se comportar como um gerador (gerador eletrostático) e ao ser ligado à Terra (aterrado) se estiver eletrizado positivamente, seus elétrons em excesso movimentam-se para a Terra e perde sua eletrização (torna-se neutro), e se estiver eletrizado positivamente, elétrons movimentam-se da Terra para o condutor, neutralizando seu excesso de cargas positivas.



## RESISTÊNCIA ELÉTRICA



A CARGA ELÉTRICA

É comum nos desenhos, quem leva um choque ficar com os pelos eriçados.



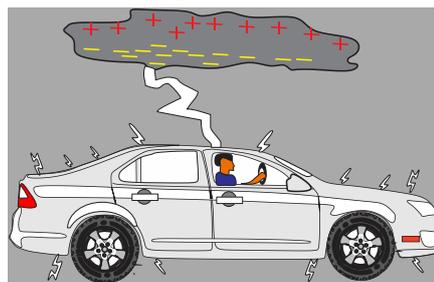
Cargas de mesmo sinal acumulam-se nos pelos e nos cabelos gerando repulsão entre eles.

DDP

Eletro  
trilha

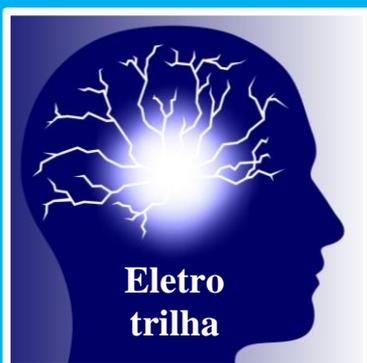
A CARGA ELÉTRICA

Durante uma tempestade, uma carga em excesso colocada em um condutor se distribui na superfície do condutor (oco ou maciço) de tal forma que o potencial é o mesmo em todos os pontos do condutor (tanto na superfície quanto no interior).



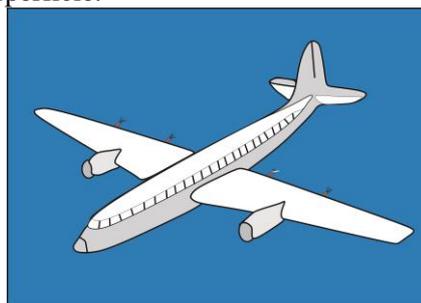
Uma forte descarga elétrica atinge um automóvel e chega à Terra através de uma centelha que parte da calota do pneu sem fazer mal ao motorista, pois o carro funciona como uma gaiola de Faraday.

CORRENTE ELÉTRICA

Eletro  
trilha

A CARGA ELÉTRICA

O atrito da superfície externa de um avião com o ar produz a eletrização dessa superfície.



Os fios metálicos que se prolongam das asas são regiões pontiagudas por meio das quais as cargas elétricas são escoadas durante o voo. Durante o abastecimento de aviões, eles são conectados à terra para que possíveis cargas elétricas existentes na superfície externa sejam escoadas, evitando pequenas descargas elétricas que poderiam explodir o combustível que está sendo introduzido nos tanques.

## POTENCIAL ELÉTRICO



A CARGA ELÉTRICA

No século XVIII, o cientista estadunidense Benjamin Franklin (1706 – 1790) conseguiu provar que era o raio uma simples descarga elétrica que ocorria entre nuvens eletrizadas e a Terra.

Os raios ocorrem quando o campo elétrico entre uma nuvem e a Terra supera o limite da capacidade dielétrica do ar atmosférico, que normalmente varia entre 10 000 Volts/cm e 30 000 Volts/cm.



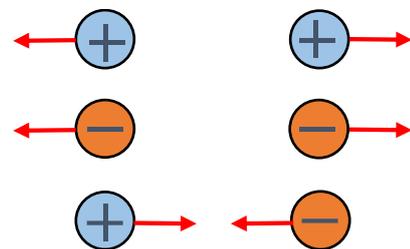
Reprodução da gravura representando o experimento de Franclín que resultou na invenção do para-raios.

## FORÇA ELÉTRICA



A CARGA ELÉTRICA

A força elétrica de atração ocorre quando cargas elétricas de sinais contrários estão próximas umas das outras. Quando são cargas de mesmo sinal, a força é repulsiva.



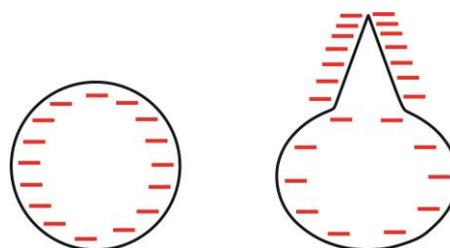
Essas características das cargas elétricas demonstram o princípio da atração e repulsão.

## CAMPO ELÉTRICO

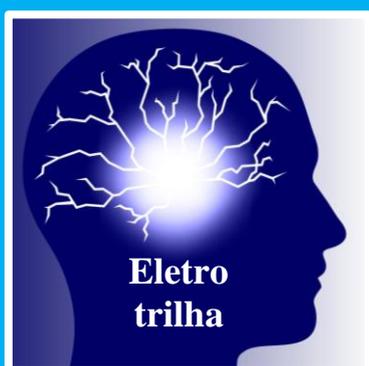
Eletro  
trilha

A CARGA ELÉTRICA

Um condutor ao ser eletrizado negativamente, os elétrons em excesso se repelem, são distribuídos pela superfície do condutor e atingem o equilíbrio eletrostático. O campo elétrico no interior de um condutor em equilíbrio é nulo e mais intenso em regiões pontiagudas.

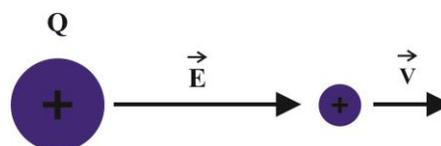


## ENERGIA

Eletro  
trilha

A CARGA ELÉTRICA

Devido ao campo elétrico gerado em uma carga  $Q$ , ao ser colocada uma carga de prova  $q$  em seu espaço de atuação podemos perceber que, esta, será atraída ou repelida, adquirindo movimento, e conseqüentemente **Energia Cinética**.



Por adquirir energia cinética, a carga de prova  $q$  armazena uma energia **potencial eletrostática** ou **potencial elétrica**.

### 2.2.2 Caso 2

O caso 2 está estruturado da seguinte forma:

**Nome do caso:** Blindagem eletrostática.

**Problema proposto:** Descobrir por que o automóvel é um abrigo seguro contra raios.

**Conteúdos abordados:** Campo elétrico, força elétrica, energia potencial elétrica, potencial elétrico, diferença de potencial e corrente elétrica.

**Objetivos:** Reconhecer as características de um campo elétrico gerado por um corpo eletrizado.

A carta de problema e as cartas de pistas a seguir devem ser recortadas, dobradas e coladas.

CASO



Eletro  
trilha

BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

Dentre os fenômenos atmosféricos que podem causar sérios problemas, estão os raios que são descargas elétricas intensas que ocorrem a partir de nuvens carregadas, devido a eletrização que ocorre pelo atrito entre nuvens, entre o ar e as nuvens, e por colisões das partículas de gelo no interior das nuvens, formando o excesso de cargas elétricas.

Agora você deverá descobrir por que o automóvel é um abrigo seguro contra raios.

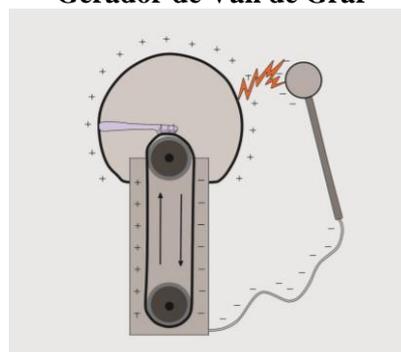
## ÁTOMO



**BLINDAGEM ELETROSTÁTICA**

Acima de determinado valor de campo elétrico, o ar deixa de funcionar como isolante e se torna condutor elétrico e, se houver um corpo carregado por perto, pode ocorrer uma descarga elétrica.

### Gerador de Van de Graf



Nesse equipamento, há uma cúpula esférica de metal e uma tira de material isolante, que envolve duas polias que giram por meio de um motor elétrico. Próximo das polias, a borracha atrita com um condutor, para haver transferência de elétrons entre a borracha e o condutor.

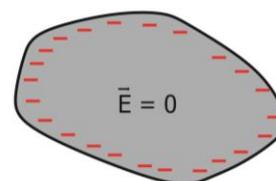
## CARGA ELÉTRICA



**BLINDAGEM ELETROSTÁTICA**

Quando um corpo condutor é eletrizado por algum processo, as cargas em excesso se distribuem em sua superfície. Devido a repulsão entre os elétrons livres do condutor, que tendem a se afastar uns dos outros até atingir o equilíbrio eletrostático e o campo elétrico no interior do condutor torna-se nulo.

### Condutor em equilíbrio eletrostático



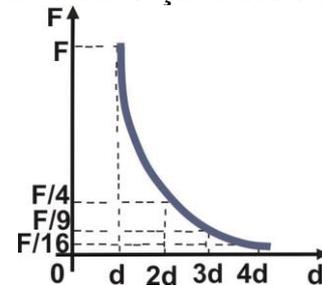
## FORÇA ELÉTRICA



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

A intensidade da força elétrica com que duas cargas elétricas pontuais se atraem ou se repelem é diretamente proporcional ao produto dos módulos dessas cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

### Diagrama da força versus distância



O diagrama acima mostra alguns pontos característicos dessa dependência da força elétrica com a distância.

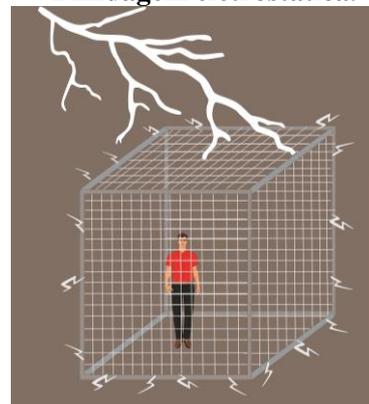
## CAMPO ELÉTRICO



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

Equipamentos eletrônicos são montados em gabinetes metálicos, e ainda, fios elétricos e cabos coaxiais, usados para transmissão de sinais de TV e telefonia, são envolvidos por uma tela metálica. O campo elétrico no interior de um condutor eletrizado é nulo.

### Blindagem eletrostática.



Esse fenômeno foi descoberto pelo físico experimental inglês Michael Faraday.

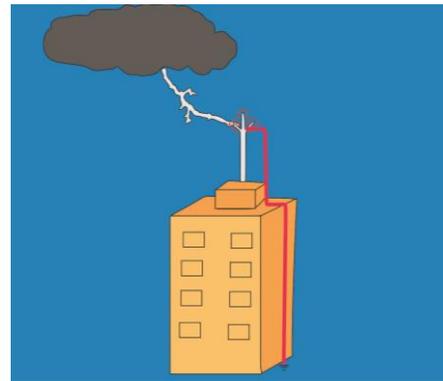
DDP



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

O poder da blindagem eletrostática faz com que a pessoa dentro da Gaiola de Faraday não leva choque porque a carga elétrica se distribui sobre a superfície metálica não atingindo a pessoa.

A Diferença de potencial (ddp) entre a parte inferior de uma nuvem e a superfície da Terra costuma variar entre 10 milhões de volts e 100 milhões de volts.



Os raios costumam atingir objetos altos e pontiagudos (poder das pontas).

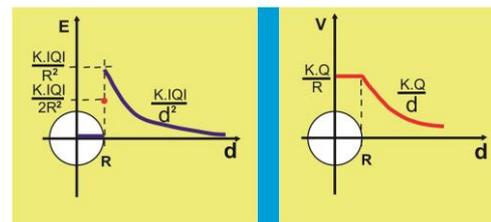
POTENCIAL ELÉTRICO



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

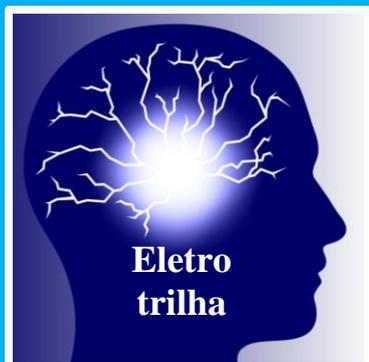
Em um condutor a carga elétrica fica concentrada na superfície, fazendo com que o centro de um objeto oco tenha carga zero e, conseqüentemente, um campo elétrico é zero. Essa descoberta recebeu o nome de Gaiola de Faraday. Os carros funcionam como uma Gaiola de Faraday.

**Campo elétrico e potencial elétrico num condutor esférico**



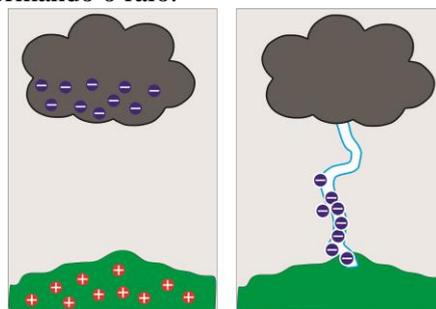
No interior de uma esfera eletrizada em equilíbrio eletrostático, todos os pontos têm o mesmo potencial elétrico, portanto, no centro de um condutor eletrizado, a ddp é zero.

## GERADOR ELÉTRICO



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

Devido à diferença de potencial existente entre uma nuvem e a Terra, a intensidade do campo elétrico formado, energia potencial elétrica é cedida para as cargas livres presentes no ar, feito isso as cargas irão percorrer um caminho, criando assim um fluxo de cargas elétricas que se denomina corrente elétrica devido a ionização do ar, que o torna condutor, formando o raio.



As cargas positivas mais próximas do raio saltam até encontra-lo, fechando assim o circuito elétrico entre a nuvem e o solo.

## RESISTÊNCIA ELÉTRICA



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

No início do século IXX, o físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) descobriu duas leis que determinam a resistência elétrica dos condutores. Uma outra grandeza usada para especificar o caráter elétrico de um material é a resistividade elétrica. Quanto mais baixa for a resistividade elétrica, mais facilmente o material permite a passagem de uma carga elétrica.

**Resistividade elétrica de alguns materiais à temperatura ambiente (20°C)**

Material	Resistividade ( $\Omega \cdot m$ )
Prata	$1,62 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,69 \cdot 10^{-8}$
Ouro	$2,35 \cdot 10^{-8}$
Alumínio	$2,75 \cdot 10^{-8}$
Silício puro	$2,5 \cdot 10^3$
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$

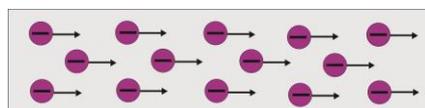
## CORRENTE ELÉTRICA



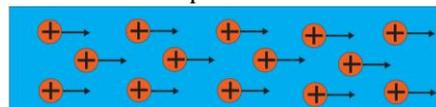
BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

Em um condutor, os elétrons livres têm movimento desordenado, isto é, movimentam-se em todas as direções e sentidos. Mas se houver um campo elétrico nesse condutor, a maioria dos elétrons livres desenvolverá movimento praticamente em apenas um sentido, contrário ao vetor campo elétrico. Nessa condição, dizemos que uma **corrente elétrica** percorre o condutor.

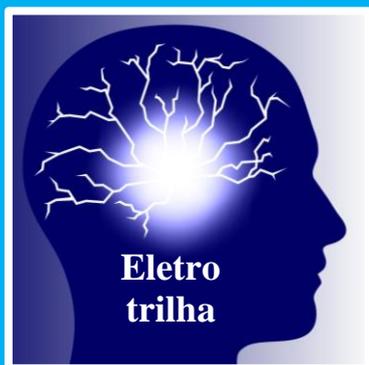
Em um condutor metálico, a corrente elétrica é formada pelo movimento ordenado de elétrons.



Agora, a corrente elétrica é o movimento ordenado de íons positivos:

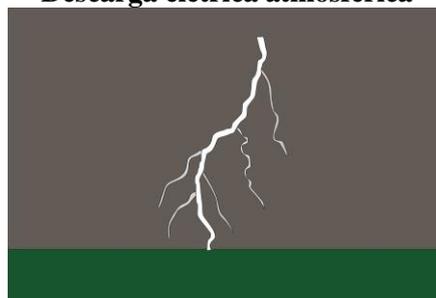


## ENERGIA



BLINDAGEM ELETROSTÁTICA

## Descarga elétrica atmosférica



Esta é uma das mais violentas manifestações da natureza. Manifestação que, em uma fração de segundos, pode produzir uma carga de energia tão alta cujos parâmetros podem chegar a:

- 1) 125 milhões de volts
- 2) 200 mil ampères
- 3) 25 mil graus centígrados

Para uma descarga de 100 milhões de volts, há energia suficiente para acender 30 mil de lâmpadas de 100 Watts de potência.

### 2.2.3 Caso 3

O caso 3 está estruturado da seguinte forma:

**Nome do caso:** O brilho da lâmpada.

**Problema proposto:** Descobrir se o brilho da lâmpada  $L_1$  é maior quando a chave estiver fechada ou aberta.

**Conteúdos abordados:** Resistência elétrica, potência elétrica, circuitos elétricos, associação de resistores em série e associação de resistores em paralelo.

**Objetivos:** Aplicar as relações entre as grandezas tensão elétrica, potência elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica em circuitos em que os elementos são ligados em série, em paralelo, ou em uma associação mista.

A carta de problema e as cartas de pistas a seguir devem ser recortadas, dobradas e coladas.

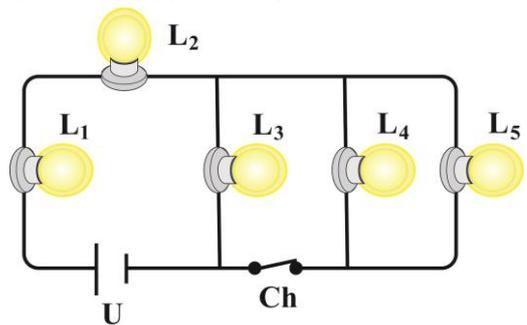
CASO



**Eletro  
trilha**

O BRILHO DA LÂMPADA

Estamos cercados de circuitos elétricos, os quais são compostos por dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia elétrica. O circuito elétrico a seguir é formado por um gerador, 5 lâmpadas idênticas, uma chave e os fios condutores que ligam os elementos do circuito.



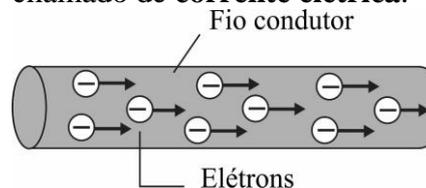
Você deverá descobrir se o brilho da lâmpada  $L_1$  é maior quando a chave estiver fechada ou aberta.

## ÁTOMO

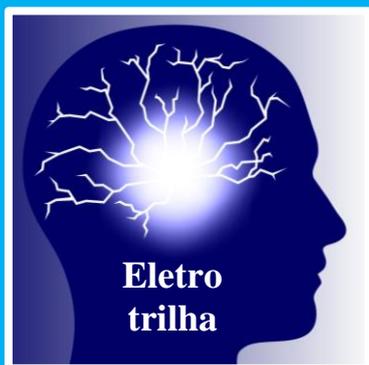


O BRILHO DA LÂMPADA

Toda a matéria que conhecemos é formada por moléculas. Esta, por sua vez, é formada de átomos, que são compostos por três tipos de partículas elementares: prótons, nêutrons e elétrons. O movimento ordenado dos elétrons em um condutor metálico é chamado de **corrente elétrica**.

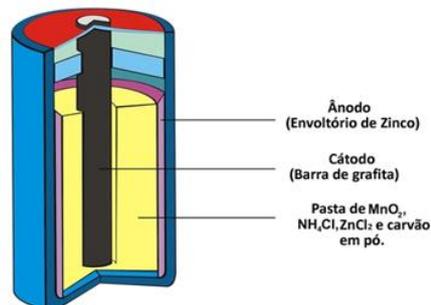


## CARGA ELÉTRICA



O BRILHO DA LÂMPADA

O físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) inventou a denominada Pilha Elétrica, antecessora da bateria elétrica. Seu trabalho foi crucial para a história da ciência, já que, pela primeira vez, conseguiu que fosse produzido um fluxo estável de eletricidade.



<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilha-seca-leclanche.htm>

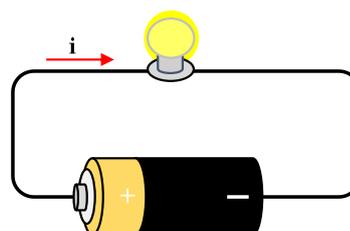
Pilha seca possui um polo positivo, que é a barra de grafita envolvida por dióxido de manganês, carvão e uma pasta úmida, e o polo negativo, que é o envoltório de zinco.

## CAMPO ELÉTRICO

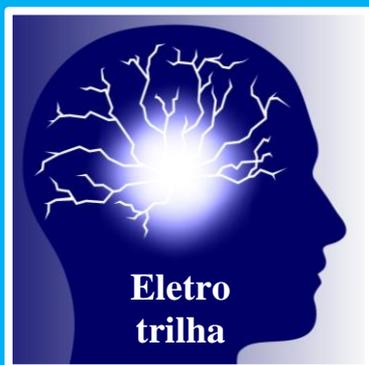


O BRILHO DA LÂMPADA

Ligando as extremidades de um fio condutor aos polos de uma pilha comum, um campo elétrico é criado no interior deste condutor, de modo que uma corrente elétrica passa a fluir por ele.

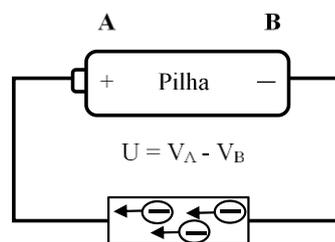


## FORÇA ELÉTRICA



O BRILHO DA LÂMPADA

Ao aplicarmos em um condutor uma diferença de potencial  $V_A - V_B$ , esta origina, no interior de um condutor, um campo elétrico  $E$ , cujo sentido é do polo positivo para o polo negativo. Inseridos nesse campo elétrico, os elétrons ficam sujeitos a uma força elétrica  $F_{el} = q.E$  de sentido oposto ao vetor campo elétrico.



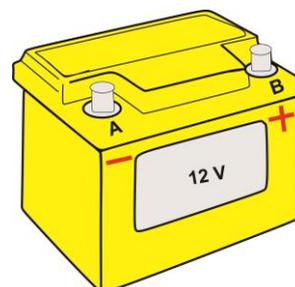
A pilha por estabelecer uma diferença de potencial entre seus polos origina o movimento ordenado das cargas elétricas.

## DDP



O BRILHO DA LÂMPADA

As baterias são dispositivos capazes de transformar energia química, que está contida nos materiais que as compõem, em energia elétrica.



A diferença  $V_B - V_A$  é a diferença de potencial (d.d.p) entre os pontos A e B, ou seja, é a energia por unidade de carga ao passar pela bateria e recebe o nome de tensão U. Num gerador a corrente elétrica vai do potencial menor para o potencial maior.

## POTENCIAL ELÉTRICO



O BRILHO DA LÂMPADA

Os pássaros conseguem pousar sobre fios elétricos de alta tensão desencapados e não levar choque. Isso causa grande espanto, pois quando um fio desencapado é tocado libera grande descarga elétrica. Com os pássaros é diferente.



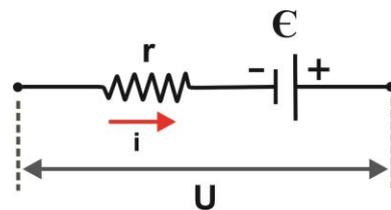
A distância entre as patas dos pássaros é bem curta, não é suficiente para gerar uma ddp. O choque, dessa forma, somente acontece quando a corrente elétrica entra por um determinado local e sai por outro, ou seja, fecha o ciclo elétrico.

## GERADOR ELÉTRICO



O BRILHO DA LÂMPADA

A força eletromotriz  $\mathcal{E}$  de um gerador é a energia produzida por unidade de carga. Um gerador real tem uma resistência interna  $r$ , há uma perda de tensão  $U'$  dentro do próprio gerador, calculada por:



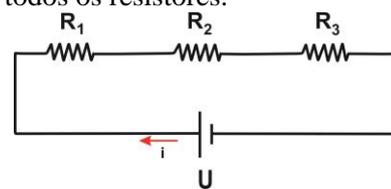
Desse modo, a diferença de potencial  $U$  entre os terminais desse gerador é dada por:

## RESISTÊNCIA ELÉTRICA



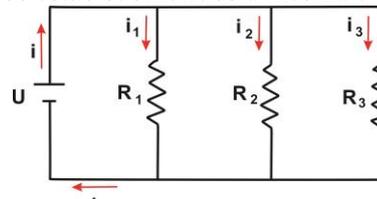
O BRILHO DA LÂMPADA

Na associação de resistores em série a corrente  $i$ , é a mesma em todos os resistores e resistência equivalente  $R_{eq}$  é igual à soma dos valores das resistências de todos os resistores.



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Na associação de resistores em paralelo, todos estão submetidos à mesma d.d.p.



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

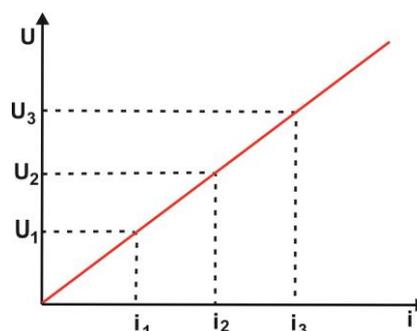
## CORRENTE ELÉTRICA



O BRILHO DA LÂMPADA

A constante de proporcionalidade entre a tensão ( $U$ ) aplicada aos terminais do condutor percorrido por uma corrente elétrica ( $i$ ) corresponde ao valor da resistência elétrica ( $R$ ).

$$U = R \cdot i \quad 1^{\text{a}} \text{ Lei de Ohm.}$$



Para um resistor ôhmico, o gráfico da tensão em função da corrente é uma reta.

## ENERGIA



O BRILHO DA LÂMPADA

Um chuveiro, por exemplo, utiliza a energia elétrica para aquecer a água, portanto ele transforma **energia elétrica** em energia térmica (calor).

O consumo de energia elétrica  $E_{el}$  desse aparelho que ocorreu num intervalo de tempo  $\Delta t$  é dada por:

$E_{el} = p \cdot \Delta t$ , onde  $p$  é a potência elétrica do aparelho.

Consumo de energia elétrica por alguns aparelhos domésticos

Aparelho	Potência (Watts)	Consumo (kWh)
Ar condicionado	1200	1,20
Cafeteira	500	0,50
Chuveiro	4800	4,80
Ferro elétrico	1000	1,0
Lâmpada de LED	8	0,008

### 2.3 Regras do jogo

O jogo Eletro trilha é composto por um tabuleiro e cada caso apresenta uma Carta do Problema, 10 Cartas de Pistas e Cartas de Sorte ou Azar que são comuns para todos os casos. Totalizado 3 Cartas de Problemas, 30 Cartas de Pistas e 18 Cartas de Sorte ou Azar. Durante o jogo, os participantes serão estimulados a despertar sua curiosidade, a interação e a troca de ideias. Os estudantes serão os investigadores e instigados a encontrar a solução do problema apresentado na carta do problema. As pistas exploram resultados de experiências, introduzindo formas de apresentação de dados comuns na linguagem científica, tais como: gráficos, tabelas, equações, mantendo uma linguagem acessível aos estudantes.

O jogo pode deve ser jogado no modo competindo e tem como objetivo encontrar uma solução para o problema contido em cada caso. Os alunos devem ter em mãos lápis ou caneta para fazer anotações.

Inicialmente, os estudantes deverão formar equipes de até 4 jogadores. A quantidade de tabuleiro utilizados numa sala deve ser de acordo com a quantidade de alunos presentes. Em cada tabuleiro podem ser formadas até quatro equipes de modo que fiquem no máximo 12 participantes.

Ao iniciar o jogo, é escolhido um jogador para lê a Carta do Problema em voz alta para que todos os estudantes que compõem as equipes da mesa do tabuleiro possam ouvi. Em seguida, cada uma das equipes deverá colocar seu botão em um dos locais do tabuleiro indicado com o nome Início. As equipes lançam o dado e aquela que conseguir o maior número iniciará o jogo. Em caso de empate, as equipes com mesma pontuação, deverão fazer um novo lançamento de dado. Cada equipe ao iniciar a jogada deve lançar o dado novamente e o número obtido deve ser igual a quantidade de compartimentos que ela deve se deslocar na trilha do tabuleiro. Elas devem se mover sempre no sentido horário.

Com um compartimento de pista correspondente no tabuleiro, a Carta Pista deve ser retirada analisada e discutida somente pela equipe que a retirou para que seja feito o registro da mesma no Caderno de Anotações e depois devolvida à mesa do tabuleiro. Se o número atingido no lançamento do dado for maior que o compartimento de pista seguinte, a equipe pode consultar a Carta Pista referente a este compartimento.

Os 10 compartimentos de Cartas Pistas são: Átomo; Carga elétrica; Campo elétrico; Força elétrica; Gerador elétrico; Energia; Potencial elétrico; DDP; Corrente elétrica; e Resistência elétrica.

Quando a equipe atingir no tabuleiro o compartimento que contiver uma lupa, a equipe deverá retirar a Carta de Sorte ou Azar que possibilita o avanço ou o regresso no jogo.

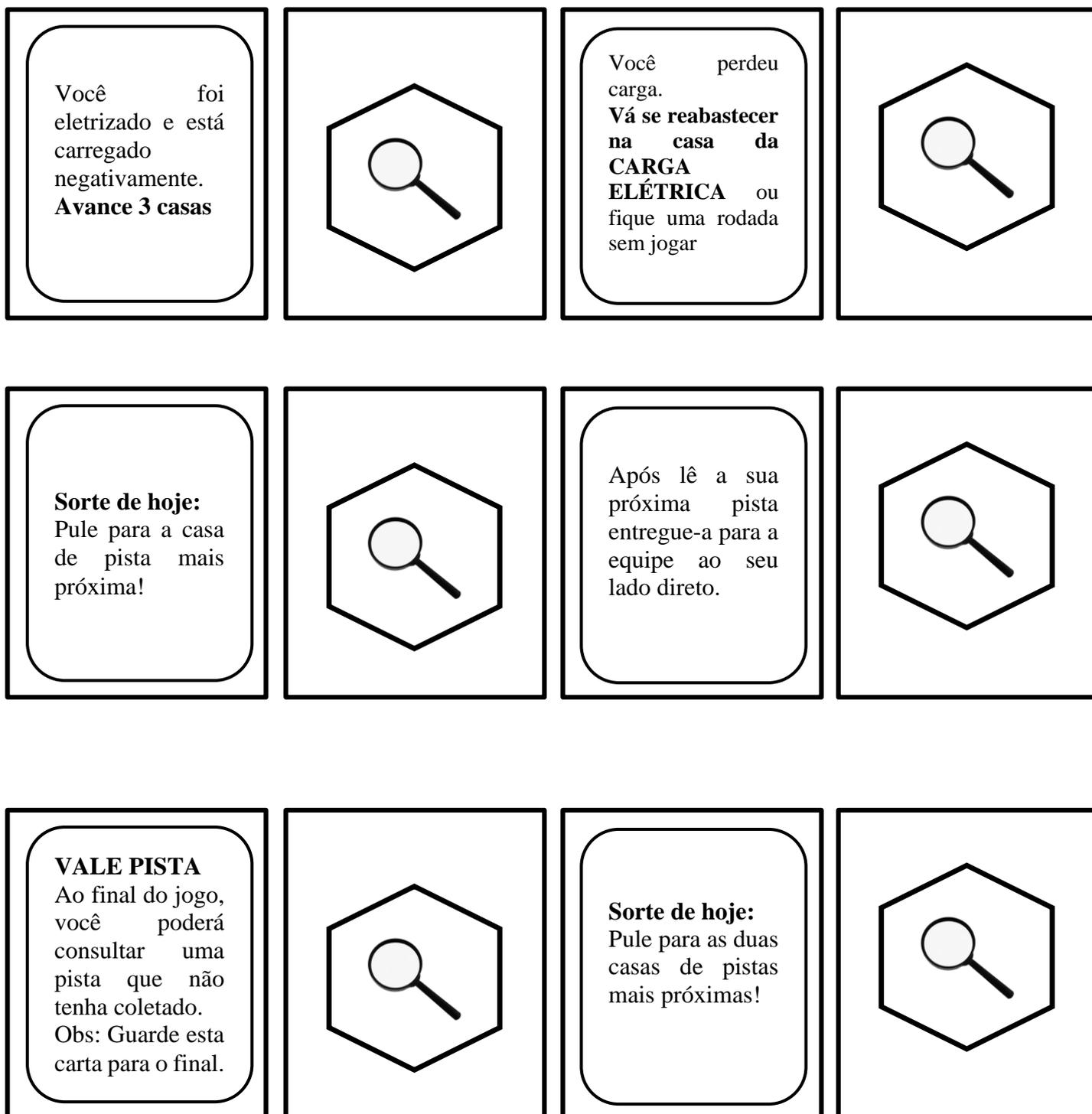
Após consultar as pistas que contêm as evidências, os estudantes juntos deverão discutir suas anotações e elaborar a solução para o problema proposto no caso. Ao terminar a coleta de pistas, todos os estudantes de uma mesma equipe do tabuleiro, deverão se juntar, discutir suas informações anotadas no Caderno de Anotações cooperando entre si e escrever uma solução para o problema proposto no caso. Após escrever a solução no Caderno de Soluções, a equipe deverá se deslocar para o Núcleo de Pesquisa e a mesma deve ser lida para o professor, mas sem que outras equipes ouçam. Se a solução estiver correta, a equipe foi a vencedora, mas se estiver errada, a equipe sairá do jogo e as demais devem continuar jogando até saí as soluções corretas. Assim as equipes poderão ser classificadas num ranking, como primeira, segunda e terceiras colocadas.

## 2.4 Caderno de anotações

**CADERNO DE ANOTAÇÕES****Átomo:****Carga elétrica:****Campo Elétrico:****Força Elétrica:****Gerador Elétrico:****Potencial Elétrico:****Energia:****DDP****Corrente Elétrica****Resistência Elétrica:****Solução:**

## 2.5 Cartas de Sorte ou Azar

As cartas de sorte ou azar a seguir devem ser recortadas, dobradas e coladas.



Você pegou carona nas linhas de campo elétrico. Na próxima rodada **SOME 2 PONTOS** do número obtido no dado.



Você está com uma diferença de potencial elevada.

**Avance 3 casas!**



O gerador elétrico, dispositivo que transforma em energia elétrica outro tipo de energia, acaba de te conceder o direito de **REVER** uma pista à sua escolha!



Você entrou num curto circuito.

**Fique uma rodada sem jogar!**



Você está eletricamente neutro.

**Vá até a carga elétrica para se eletrizar.**



A resistência elétrica está atrapalhando sua movimentação.

**Na próxima rodada DESCONTE 2 pontos do número obtido no dado!**



Você é uma carga elétrica em movimento.

**Vá direto para a casa da corrente elétrica.**



Você acaba de ganhar energia.

**Vá para qualquer órbita (trilha) e escolha um compartimento de pista.**



Você acaba de entrar numa região pontiaguda.

**O intenso campo elétrico permite você avançar 2 casas.**



Você entrou na Gaiola de Faraday e está protegido de descargas.

**Escola uma carta pista.**



**Procure abrigo!**

A forte tempestade faz com que você fique uma rodada sem jogar.



Você saiu do banho, está molhado e descalço e mesmo assim ligou a TV.

**Retire uma carta pista e entregue para a equipe do seu lado direito.**



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Frederico Borges de. "**Por que os pássaros geralmente não tomam choque em fios elétricos?**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/curiosidades/por-que-passaros-nao-tomam-choque-fios.htm>>. Acesso em 15 de jul. 2018.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação**: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

BARBOSA LIMA, Maria Conceição; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GONÇALVES, M. E. R. A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos Físicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n.3, p.223-242, jan. 1998. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6885>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (ORG.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 2, p. 21-39.

CARMO, A. B. **Argumentação matemática em aulas investigativas de física**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado – Programa de pós-graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: \_\_\_\_\_. **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1, p. 01-20.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Pilha Seca de Leclanché"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilha-seca-leclanche.htm>>. Acesso em 15 de jul. 2018.

LEMKE, J. L. *Aprendendo a hablar ciência: Linguagem, aprendizagem y valores*. Barcelona: Paidós, 1997.

NASCIMENTO, S. S. B. "**Onde está o ar?**" Sequência de ensino investigativo para a promoção da Alfabetização Científica de alunos do 3º ano do ensino Fundamental. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Jataí, 2106.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**: Eletromagnetismo – Vol. 3, 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "**Raios**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/raios.htm>>. Acesso em 05 de agosto de 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. *Investigações em ensino de ciências*, v.13, n.3, p.333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (ORG.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 2, p. 41-61.

SILVA, Vanessa Martini da. **O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública**. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VÁLIO, A. B. M. et al. **Ser protagonista**: Física, 3º ano: ensino médio. 3. Ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. **Física 3**: Eletricidade e Física Moderna. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

SANTA' ANNA. et al. **Conexões com a Física**. 2 ed. São Paulo; Moderna, 2013.

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE**

1) Onde a eletricidade está presente no seu dia a dia?

---

---

---

2) Como é produzida a energia elétrica que você utiliza em casa para ligar a TV, ligar aparelhos eletrodomésticos, videogame e o computador?

---

---

---

3) Faça um desenho representando de forma simplificada o caminho da energia elétrica, desde a fonte geradora até nossas residências.

4) Das partículas que constituem o átomo, qual (is) possui (em) carga elétrica negativa?

( ) Prótons

( ) Elétrons

( ) Nêutrons

( ) Prótons e elétrons

5) Caracterize o processo de eletrização por atrito.

---

---

---

6) Dê quatro exemplos de materiais isolantes elétricos e quatro de materiais condutores elétricos.

---

---

---

7) Se duplicarmos a distância entre duas cargas elétricas, como varia a força elétrica que se estabelece entre elas? Faça um esquema para explicar.

---

---

---

8) Qual a unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional de Unidades? Explique.

---

---

---

9) Na sua casa quando todas as lâmpadas estão ligadas, se uma for queimada ou removida, o que acontece com as demais? Por que isso ocorre?

---

---

---

10) Um circuito elétrico é formado por uma bateria e três lâmpadas idênticas associadas em série. Um outro circuito é formado pelos mesmos elementos do circuito anterior, mas as lâmpadas estão ligadas em paralelo. Faça o desenho de cada circuito e diga, em qual deles as lâmpadas possuem maior brilho? Explique sua resposta.

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE**

1) Um dos processos de eletrização nos diz que se atritarmos corpos de materiais diferentes, ambos ficam com carga de sinais opostos. Diante desse processo, o que acontece, quando atritamos a caneta feita de plástico ao nosso cabelo e a aproximamos a pedaços de papel picado?

---

---

---

2) Vamos considerar uma esfera que está eletrizada e isolada, como está distribuída sua carga?

---

---

---

3) Suponha que um condutor esteja eletrizado e em equilíbrio eletrostático. Qual das afirmativas seguintes não é verdadeira?

- a) Apesar de o condutor estar eletrizado, o campo elétrico é nulo no seu interior.
- b) Se o condutor estiver eletrizado positivamente, a carga estará distribuída em sua superfície.
- c) Todos os pontos do condutor estão no mesmo potencial.
- d) Em qualquer ponto externo ao condutor e bem próximo, o campo elétrico tem a mesma intensidade.
- e) Se o condutor estiver negativamente eletrizado, a carga estará distribuída em sua superfície.

4) Em um dia de tempestade, uma pessoa se encontra no interior de um carro, qual o motivo dessa pessoa não ser atingida por um raio?

---

---

---

5) O que você entende por corrente elétrica?

---

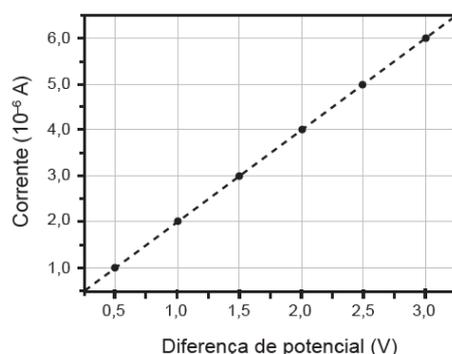
---

---

6) (ENEM 2009) Nas residências, é comum encontrar chuveiro elétrico e lâmpadas incandescentes, além de outros aparelhos elétricos. Os chuveiros e as lâmpadas apresentam uma propriedade física denominada \_\_\_\_\_, que está relacionada com a oposição ao movimento das cargas elétricas. Esses aparelhos têm por finalidade \_\_\_\_\_ a energia elétrica em energia \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do texto acima.

- a) condutividade térmica - conservar - luminosa
- b) capacitância - aumentar - térmica
- c) tensão elétrica - diminuir - luminosa
- d) resistência elétrica - transformar - térmica
- e) corrente elétrica - criar - térmica

7) (ENEM 2017) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.

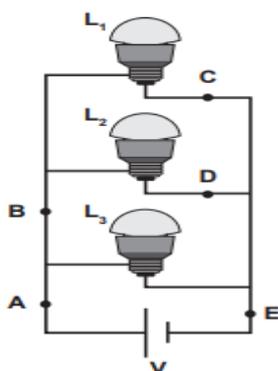


O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- a)  $0,5 \times 10^0$ .
- b)  $2,0 \times 10^0$ .
- c)  $2,5 \times 10^5$ .

- d)  $5,0 \times 10^5$ .  
 e)  $2,0 \times 10^6$ .

8) (ENEM 2016) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_D$  e  $I_E$ , respectivamente.



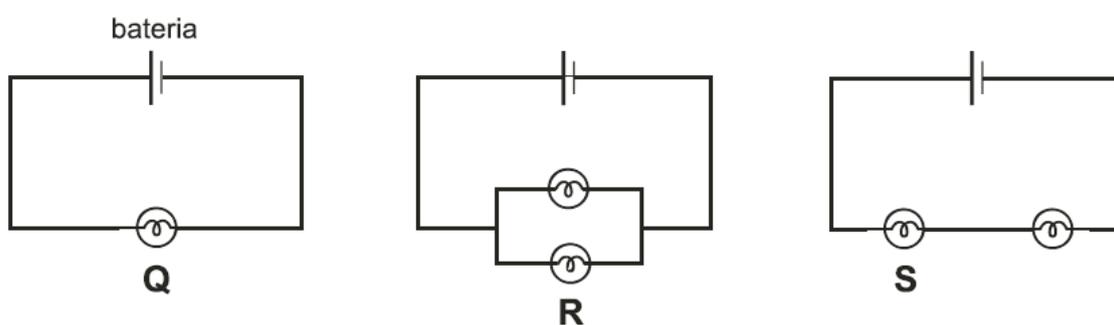
O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- a)  $I_A = I_E$  e  $I_C = I_D$ .  
 b)  $I_A = I_B = I_E$  e  $I_C = I_D$ .  
 c)  $I_A = I_B$ , apenas.  
 d)  $I_A = I_B = I_E$ , apenas.  
 e)  $I_C = I_B$ , apenas.

9) (PUC – RJ 2008) Três resistores idênticos de  $R = 30\Omega$  estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:

- a)  $R_{eq} = 10\Omega$ , e a corrente é 1,2 A.  
 b)  $R_{eq} = 20\Omega$ , e a corrente é 0,6 A.  
 c)  $R_{eq} = 30\Omega$ , e a corrente é 0,4 A.  
 d)  $R_{eq} = 40\Omega$ , e a corrente é 0,3 A.  
 e)  $R_{eq} = 60\Omega$ , e a corrente é 0,2 A.

10) (UFMG 2017) Em uma experiência, Nara conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Considere que, nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma e os fios de ligação têm resistência interna nula.

Sejam  $P_Q$ ,  $P_R$  e  $P_S$  os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas **Q**, **R** e **S**.

Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que

- $P_Q > P_R$  e  $P_R = P_S$ .
- $P_Q = P_R$  e  $P_R > P_S$ .
- $P_Q > P_R$  e  $P_R > P_S$ .
- $P_Q < P_R$  e  $P_R = P_S$ .
- $P_Q < P_R$  e  $P_R > P_S$ .

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO**

- 1) Você tem dificuldades de aprendizagem em disciplina Física?
- sim
- não
- 2) Casos a resposta do item anterior seja sim, qual sua principal dificuldade de aprendizagem em Física?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- 3) Durante a aplicação do jogo “educacional Eletro trilha”, você se sentiu motivado a estudar o conteúdo?
- Sim
- Não
- 4) Você já havia participado de alguma atividade lúdica com o uso de algum jogo educacional acerca de algum conteúdo de alguma disciplina no Ensino Médio?
- Sim
- Não
- 5) Você considera que as aulas com atividades lúdicas com utilização do jogo educacional Eletro trilha foram:
- Interessantes  Interessantes e despertam curiosidade
- Muito interessantes  Pouco interessantes
- Enfadonhas
- Outro. Especifique: \_\_\_\_\_
- 6) Você gostaria de ter mais aulas de Física com recursos didáticos como jogos educacionais?
- Sim
- Não

7) Qual sua opinião em relação à metodologia adotada pelo professor durante a aplicação do jogo para trabalhar o tema “Eletricidade”?

- Gostei.
- Gostei muito.
- Não gostei.
- Detestei.

Por quê?

---

---

---

8) Como você prefere que as aulas de Física sejam ministradas?

- a) Aula expositiva dialogada.
- b) Aula com experimentos.
- c) Aula com seminários ou trabalhos.
- d) Aula com o uso de algum jogo educacional como recurso didático.
- e) Aula com simulações computacionais, slides e vídeos.

9) Os recursos disponibilizados pelo jogo educacional Eletro trilha, como o tabuleiro, as cartas de pistas, as cartas de sorte ou azar e a folha de regras, foram:  Inadequados;  Poucos adequados;  Adequados;  Muito adequados.

- Inadequados.
- Poucos adequados.
- Adequados.
- Muito adequados.

10) A forma como decorreram as aplicações do jogo educacional “Eletro trilha”, ajudou-lhe a melhorar a capacidade de:

- Raciocínio.
- Pesquisa de informações.
- Relacionar Conteúdos.
- Analisar e compreender textos, tabelas e gráficos.
- Trabalhar em equipe.
- Outro (s) \_\_\_\_\_