



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**FLUMINENSE**

**JANAÍNA DE SOUZA MOREIRA DO AMARAL**

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO  
MÉDIO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL, UTILIZANDO  
*BLOGS* COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA**

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2019,1**



**JANAÍNA DE SOUZA MOREIRA DO AMARAL**

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL, UTILIZANDO *BLOGS* COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Fluminense 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.

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Marília Paixão Linhares

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Cassiana Barreto Hygino Machado

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2019,1**

Biblioteca Anton Dakitsch  
CIP - Catalogação na Publicação

d485c

do Amaral, Janaina de Souza Moreira

A Construção de Conceitos de Eletrostática no Ensino Médio: uma Abordagem Histórica e Experimental, utilizando Blogs como Ferramenta Pedagógica. / Janaina de Souza Moreira do Amaral - 2019.  
198 f.: il. color.

Orientador: Marília Paixão Linhares

Coorientador: Cassiana Hygino Machado

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

Referências: f. 142 a 146.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Colaborativa. 3. Blogs. 4. História da Ciência. 5. Eletrostática. I. Paixão Linhares, Marília, orient. II. Hygino Machado, Cassiana, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO:  
UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL, UTILIZANDO BLOGS COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA.**

**Janaína de Souza Moreira do Amaral**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 15 de março de 2019.

Banca Examinadora

Dr.<sup>a</sup> Cristiane Nunes Ferreira  
IFFluminense

Dr.<sup>a</sup> Regata Lacerda Caldas  
IFFluminense

Dr. João Paulo Casaro Erthal  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr.<sup>a</sup> Marília Paixão Linhares  
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora  
IFFluminense

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2019, 1º Semestre**

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todas as pessoas que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para que eu conseguisse realizar esse sonho.

Primeiramente a Deus, sem Ele eu teria desistido ou mesmo não estaria viva para concretizar a pesquisa.

À minha família, em especial minha mãe Dalcinéa que sempre me apoiou e incentivou, a meu marido Rogério que, junto com minha mãe, cuidava dos meus filhos para que eu pudesse estudar e sair da minha cidade que dista 50 Km de Campos, aos meus filhos Roger e Igor que somente por existirem já são responsáveis por todas as minhas lutas.

Às amigas que sempre me incentivaram e que Deus colocou ao meu lado, as quais sempre pude contar: Márcia Purcino, Vanessa Cruz e Cláudia Moreto.

## **AGRADECIMENTOS**

Sou imensamente grata à minha orientadora e professora Marília Paixão Linhares, sem ela, nada disso teria acontecido. Agradeço por seu carinho e atenção, mesmo à distância e por todo o apoio durante o período em que sofri um acidente de carro. A minha coorientadora Cassiana Hygino, que foi essencial para a conclusão da pesquisa e sempre muito solícita e atenciosa.

Agradeço também, os meus demais professores: Professor Wander Gomes, Professor Pierre Augé, Professora Cristine Nunes e Professora Renata Caldas.

À SBF, MNPEF e ao IF Fluminense, que proporcionaram o mestrado na nossa região, contribuindo para o meu desenvolvimento acadêmico.

Sou eternamente grata ainda, aos meus colegas de classe: Adriana, Davson, Elisa, Gedmar, Jackson, Leomir, Rafaela, Thiago e Priscila. Fomos uma família desde 2017/1 e tínhamos um ao outro para contar e ajudar nos momentos em que precisávamos.

Agradeço de coração aos alunos e funcionários do Colégio Estadual Elvídio Costa, essenciais na realização da pesquisa e a aluna Carol Rodrigues do Colégio Fidelense por ter feito várias ilustrações gentilmente para mim.

À Capes pelo apoio financeiro.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.”  
**John Dewey**

## RESUMO

### A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL, UTILIZANDO BLOGS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Janaína de Souza Moreira do Amaral

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Marília Paixão Linhares

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Cassiana Hygino Machado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Fluminense 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.

O ensino de Física tem sido apresentado frequentemente de forma descontextualizada, ocasionando certo desinteresse dos alunos. Diante disso, nesta pesquisa buscou-se oferecer um planejamento alternativo sobre Eletrostática tendo como orientação principal a Aprendizagem Colaborativa, a fim de favorecer a compreensão do conhecimento da Física, como uma ciência experimental construída coletivamente, passível de mudanças e evoluções. Desse modo, elaborou-se uma sequência didática para trabalhar os conceitos de Eletrostática inseridos em seu contexto histórico, com a experimentação sendo utilizada como estratégia de aprendizagem e de ensino. Também se fez uso de novas tecnologias, em especial a utilização de aplicativos *on line* de questionários ou *Game Quiz*, bem como a criação de *Blogs* por grupos de alunos. Esta sequência foi organizada em 10 encontros, com momentos e atividades diversificadas e contextualizadas na História da Ciência e foi aplicada no período de fevereiro à maio de 2017. Para a avaliação da pesquisa de cunho qualitativo utilizou-se como instrumentos de coleta de dados as gravações de aula, questionários, desenhos, textos produzidos pelos alunos e os *Blogs*. A partir da análise dos dados houve indícios de aprendizagem efetiva através da colaboração e integração, bem como desenvolvimento da aprendizagem social e afetiva que demonstraram ao longo da pesquisa, além dos conceitos físicos e históricos que foram construídos em conjunto e compartilhados ao final, para além da turma, culminando com um entendimento que a Eletrostática, traz conceitos importantes ao entendimento do Eletromagnetismo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Colaborativa, *Blogs*.

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2019,1**

## **ABSTRACT**

### **THE CONSTRUCTION OF ELECTROSTATIC CONCEPTS IN MIDDLE SCHOOL: A HISTORICAL AND EXPERIMENTAL APPROACH, USING BLOGS AS A PEDAGOGICAL TOOL**

Janáína de Souza Moreira do Amaral

Advisor: Dr.<sup>a</sup> Marília Paixão Linhares

Coorientator: Dr.<sup>a</sup> Cassiana Hygino Machado

Master's dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

The teaching of physics has often been presented in a decontextualized way, causing a certain disinterest of the students. Therefore, in this research we have tried to offer an alternative planning on Electrostatics with as main orientation the Collaborative Learning, in order to favor the understanding of the knowledge of Physics, as an experimental science constructed collectively, susceptible of changes and evolutions. Thus, a didactic sequence was elaborated to work the concepts of Electrostatics inserted in its historical context, with the experimentation being used as strategy of learning and teaching. New technologies have also been used, in particular the use of online questionnaire applications or Game Quiz, as well as the creation of Blogs by groups of students. This sequence was organized in 10 meetings, with moments and activities diversified and contextualized in the History of Science and was applied in the period from February to May 2017. For the evaluation of the qualitative research, the recordings were used as instruments of data collection of class, quizzes, drawings, texts produced by the students and the Blogs. From the analysis of the data there was evidence of effective learning through collaboration and integration, as well as the development of social and affective learning that they demonstrated throughout the research, in addition to the physical and historical concepts that were jointly constructed and shared at the end, beyond of the class, culminating with an understanding that the Electrostatic brings important concepts to the understanding of Electromagnetism.

Keywords: Physics education, Collaborative Learning, Blogs.

**Campos dos Goytacazes/RJ**

**2019,1**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Processo de Eletrização por Contato .....	47
Figura 2-Processo de Eletrização por Indução .....	48
Figura 3-Uma balança de torção do tipo usado por Coulomb.....	51
Figura 4-Campo elétrico e seus sentidos pontuais.....	54
Figura 5-Princípio da superposição de campos elétricos,.....	57
Figura 6-Projeção de um elemento de área $dA$ de uma esfera de raio $R$ .....	59
Figura 7-Prédio do Colégio Estadual Elvídio Costa.....	63
Figura 8-Imagens do 1º Encontro da Aplicação.....	75
Figura 9-Imagens dos alunos assistindo vídeo em classe.....	76
Figura 10-Alunos realizando a atividade pictórica.....	77
Figura 11-Alunos apresentando verbalmente seus desenhos feitos em classe.....	78
Figura 12-Aplicação do Game Quiz Kahoot.....	81
Figura 13-Jogo para teste do aplicativo.....	82
Figura 14-Colagens de Fotos da aplicação do Kahoot.....	82
Figura 15-Lista de perguntas do 1 ao 5.....	83
Figura 16-Lista de perguntas do 6 ao 10.....	83
Figura 17-Roteiro de experimento Pêndulos Eletro.....	84
Figura 18-Roteiro de experimento Eletroscópio de Folhas.....	85
Figura 19-Roteiro da Maquete de Para-raios.....	85
Figura 20-Roteiro da Garrafa de Leyden.....	86
Figura 21-Roteiro de experimento de Blindagem Eletrostática.....	86
Figura 22-Maquetes de Para-raios.....	87
Figura 23-Apresentação sobre Blindagem Eletrostática.....	88
Figura 24-Apresentações de Pêndulos Eletrostáticos,.....	89
Figura 25-Experimento Eletroscópio de Folhas.....	89
Figura 26-Experimento da Garrafa de “choques” .....	89
Figura 27-Roteiro das Biografias.....	91
Figura 28-Alunos da Turma 3001 se preparando para as caracterizações.....	92
Figura 29-Apresentação dos Grupos A1 e D2.....	92
Figura 30-Apresentação dos Grupos D1 e A2.....	93
Figura 31-Apresentação dos Grupos C1 e E2,.....	94

Figura 32-Apresentação do Grupo E1.....	94
Figura 33- Apresentação do Grupo B1 .....	95
Figura 34-Alunos criando seus Blogs .....	96
Figura 35-Prints dos Blogs.....	97
Figura 36-Desenho do Grupo A1.....	101
Figura 37-Desenho do Grupo B1.....	102
Figura 38-Desenho do Grupo C1,.....	103
Figura 39-Desenho do Grupo D1.....	104
Figura 40-Desenho do Grupo E1.....	104
Figura 41-Desenho do Grupo A2.....	105
Figura 42-Desenho do Grupo B2.....	106
Figura 43-Desenho do Grupo C2.....	107
Figura 44-Desenho do Grupo D2 ,.....	108
Figura 45- Desenho do Grupo E2.....	109
Figura 46-Placar do Game .....	116
Figura 47-Placar Final da Turma 3002 .....	117
Figura 48-Resultado Geral da Turma 3001.....	117
Figura 49-Resultado Geral da Turma-3002.....	118
Figura 50-Maquete do Grupo A1,.....	119
Figura 51-Maquete do Grupo D2.....	120
Figura 52-Blindagem Eletrostática, Grupo B1.....	121
Figura 53-Blindagem Eletrostática Grupo B2.....	121
Figura 54-Pêndulos Simples e Duplo.....	122
Figura 55-Pêndulo Duplo Grupo E2.....	123
Figura 56-Grupo D1, eletrização por Atrito.....	123
Figura 57-Eletroscópio, Grupo A2.....	124
Figura 58-Máquina de Choques.....	124
Figura 59-Alunos caracterizados da turma 3001 e 3002.....	129

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Comparativo entre Aprendizagem Tradicional e Colaborativa.....	23
Quadro 2-Série Triboelétrica.....	39
Quadro 3-Desenvolvimento da Análise de Conteúdo.....	66
Quadro 4-Nomes dos Grupos escolhidos pelas equipes.....	79
Quadro 5-Categorias e US do Miniquestionário Inicial.....	98
Quadro 6-US da questão 3.....	100
Quadro 7-Análise Quantitativa da frequência que aparecem os desenhos.....	110
Quadro 8-Categorias e respectivas US das respostas iniciais e finais da questão 1.....	113
Quadro 9-Categorias e respectivas US das respostas iniciais e finais da questão 2.....	114
Quadro 10-Análise dos Experimentos.....	125
Quadro 11-Análise das Apresentações Biográficas.....	128
Quadro 12-Análise dos Blogs.....	131

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Frequência dos Desenhos da Eletricidade do Passado.....	111
Gráfico 2 – Frequência dos Desenhos da Eletricidade do Presente.....	111
Gráfico 3 – Pergunta 1 da Avaliação da Proposta.....	133
Gráfico 4 – Pergunta 2 da Avaliação da Proposta.....	133
Gráfico 5 – Pergunta 4 da Avaliação da Proposta.....	134
Gráfico 6 – Pergunta 5 da Avaliação da Proposta.....	134
Gráfico 7 – Pergunta 6 da Avaliação da Proposta.....	135
Gráfico 8 – Pergunta 8 da Avaliação da Proposta.....	135
Gráfico 9 – Pergunta 9 da Avaliação da Proposta.....	136
Gráfico 10- Pergunta 10 da Avaliação da Proposta.....	136
Gráfico 11 – Pergunta 11 da Avaliação da Proposta.....	137
Gráfico 12 – Pergunta 12 da Avaliação da Proposta.....	137

## **LISTA DE SIGLAS**

**EM** – Ensino Médio

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

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**FC** – Física Clássica

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**UFES** – Universidade Federal do Espírito Santo

**UFG** – Universidade Federal de Goiás

**UCS** – Universidade de Caxias do Sul

**UTFPR** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**IF FLUMINENSE** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

**HC** – História da Ciência

**TIC** -( Tecnologia de Comunicação e Informação)

**US** – Unidades Significativas

**CEFET** – Centro Federal de Educação e Tecnologia

## SUMÁRIO

<b>1-INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 Apresentação Pessoal.....	14
1.2 Apresentação do trabalho de pesquisa.....	14
1.3 Justificativa da Pesquisa.....	16
1.4 Caracterização do local de aplicação da pesquisa.....	17
1.5 Objetivos.....	18
<b>2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	20
2.1 Aprendizagem/Vygotsky.....	21
2.1.1 Abordagens Teóricas que favorecem a Interação Social.....	22
2.2 Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky.....	23
2.2.1 Papel do professor para Vygotsky.....	25
2.3 Aprendizagem Colaborativa.....	26
2.3.1 TICs: O <i>Blog</i> como ferramenta na Aprendizagem Colaborativa.....	29
2.3.2 Experimentação como instrumento na construção da Aprendizagem Colaborativa.....	32
2.4 A História da Ciência facilitando a aprendizagem de Eletrostática.....	34
2.5- Ensino de Eletricidade Estática.....	40
2.5.1 Carga elétrica.....	41
2.5.2 Princípio da atração e repulsão.....	43
2.5.3 Princípio da conservação das cargas elétricas.....	44
2.5.4 Materiais Condutores e isolantes.....	45
2.5.5 Eletrização por atrito.....	46
2.5.6 Eletrização por Contato.....	47
2.5.7 Eletrização por indução .....	48
2.5.8 Lei de Coulomb.....	50
2.5.9 Campo elétrico e blindagem eletrostática.....	53
<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	62
3.1 Caracterização do estudo.....	62
3.2 Planejamento das aulas.....	62
3.3 Seleção e caracterização da instituição e dos sujeitos participantes da pesquisa.....	63
3.4 Ferramentas pedagógicas.....	64
3.5 Coleta de dados.....	64
3.6 Análise dos dados.....	65

<b>4-DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>68</b>
4.1 Sequência didática.....	68
<b>5-APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
5.1 Descrição da Aplicação.....	74
5.2 Análise da Aplicação.....	98
5.2.1 Questionário para avaliação de conhecimentos prévios.....	98
5.2.2 Análise das representações pictóricas.....	100
5.2.3 Questionário antes e após apresentação de slides.....	112
5.2.4 Análise do Game Quis Kahoot.....	115
5.2.5 Análise dos Experimentos construídos em grupos e apresentados em classe.....	118
5.2.6 Análise das apresentações biográficas.....	126
5.2.7 Análise final dos Blogs.....	130
5.2.8 Questionário avaliativo da proposta didática.....	132
<b>6-CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>139</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>141</b>
<b>APÊNDICE A – PRODUTO.....</b>	<b>148</b>
<b>APENDICE B - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA PROPOSTA.....</b>	<b>149</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação Pessoal

A autora é professora da rede estadual do Rio de Janeiro desde 1999, atuando inicialmente no Ensino Fundamental. Em 2004 concluiu o Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza-Habilitação em Química do Instituto Federal Fluminense (IFF), na época, ainda Centro Federal de Educação e Tecnologia (CEFET). Começou assim, a lecionar no Ensino Médio com as disciplinas de Química e Física, a partir de 2004. Ao longo desses anos, foi percebendo o desinteresse dos alunos por estas disciplinas. Eles acreditam que a disciplina de Física, em especial, é apenas memorização de fórmulas e conceitos científicos abstratos, sem contextualização e, portanto, não percebem a utilidade prática da Física nem como o estudo e a produção da ciência podem ser apaixonantes e interessantes.

Sempre foi percebida certa dificuldade e até mesmo um pré-conceito com a disciplina por parte dos alunos. Alguns deles acham a disciplina tediosa, outros trazem dificuldades de pré-requisitos nos cálculos matemáticos, tornando o aprendizado difícil. Assim a estigmatização da disciplina, acompanhada por dificuldades de cálculos, geram um desinteresse e há sempre um número grande de alunos reprovados.

A busca por práticas inovadoras, que aumentem o interesse dos discentes e que tentem sanar as dificuldades existentes, é um dos objetivos dos trabalhos da área de ensino e aprendizagem.

## 1.2 Apresentação do Trabalho de Pesquisa

Neste trabalho buscou-se apresentar os conceitos de Eletrostática inseridos em seu contexto histórico, com a experimentação sendo utilizada como estratégia de aprendizagem e de ensino. Também se fez uso de novas tecnologias, em especial a utilização de aplicativos *on line* de questionários ou *Game Quiz*, bem como a criação de *Blogs* por grupos de alunos.

O presente trabalho buscou fornecer métodos e técnicas para incentivar a aprendizagem de Física e torná-la mais produtiva, contextualizada e atraente aos alunos. A abordagem da História da Ciência, especificamente da Eletricidade, foi utilizada com esta perspectiva.

A História da Ciência, especialmente da Física desempenha um papel importante para ajudar o estudante a entender a natureza do conhecimento científico, ao mostrar que a atividade científica faz parte da atividade humana e que não é apenas fruto de mentes privilegiadas (SÁ MENEZES, 2009, p.1).

Outro recurso adotado é o *Blog*, diário virtual onde se pode apresentar um trabalho, divulgar vídeos pessoais, fazer um relato, emitir e receber opiniões e assim, facilitar a interação. É uma ferramenta educacional importante que facilita a Aprendizagem Colaborativa. Para Moresco (2006, p.2), “a partir da criação de *Blogs*, o aluno poderá pesquisar, analisar, refletir e buscar soluções para resolver problemas, ao mesmo tempo em que se apropria das tecnologias digitais.”

O uso de novas tecnologias, como questionários virtuais ou *Game Quiz*, além dos *Blogs*, somou-se a outros recursos para produzir uma Aprendizagem Colaborativa, cujos principais alicerces são a interação e a construção do conhecimento em conjunto.

Acredita-se que a aprendizagem dos conceitos de Eletrostática fica extremamente abstrata quando são apresentadas apenas teorias, leis e fórmulas aos alunos do Ensino Médio. Para incentivar e despertar o interesse da aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, uma abordagem experimental e histórica, com experimentos clássicos de Eletrostática foi mais um dos recursos utilizados na perspectiva da construção do conhecimento.

A aprendizagem de Física sempre foi rotulada como difícil, complicada e apenas quantitativa. Alguns acreditam que isto ocorre em função dos docentes apenas se preocuparem com fórmulas, sem desenvolver a contextualização e a discussão dos fenômenos cotidianos e não levando em conta as mudanças de paradigmas e evoluções históricas.

“Hoje o grande desafio é que a atividade científica seja vista como essencialmente humana, com seus erros e acertos, defeitos e virtudes”(BONJORNIO et.al., 2016, p.3). Especialmente o estudo da História da Eletricidade nos leva a entender a construção de paradigmas e suas mudanças, pois, a interpretação do mundo através da Física há que ser dinâmica, os conhecimentos sobre a Eletricidade não podem ser vistos como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim como uma construção humana, passível de mudanças e evoluções.

A história da pesquisa elétrica na primeira metade do século XVIII proporciona um exemplo mais concreto e melhor conhecido da maneira como uma ciência se desenvolve antes de adquirir seu primeiro paradigma universalmente aceito. Durante aquele período houve quase tantas concepções sobre a natureza da eletricidade como experimentadores importantes nesse campo, homens como Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watson, Franklin e outros (KHUM, 1998, p.32).

Assim, faz-se necessário promover uma aprendizagem também qualitativa, onde não se priorize apenas as fórmulas, mas suas aplicações e construções práticas. “Numa visão construtivista, que pressupõe a interação do sujeito com o mundo concreto dos objetos e

também em termos socioculturais, adquirem um relevante papel nos processos de ensino-aprendizagem”, (COELHO e NUNES, 2007, p.10).

Diante destas possibilidades desenhou-se uma sequência didática sobre Eletrostática, cujas características principais são a integração e interação entre os alunos e com o professor, visando a Aprendizagem Colaborativa dos alunos.

A pergunta norteadora da pesquisa está explicitada a seguir:

**Que apreensões podem ser feitas das abordagens histórica e experimental do estudo da Eletrostática no Ensino Médio e da utilização de *Blogs* como ferramenta pedagógica visando à construção dos conceitos de Eletrostática, na perspectiva da Aprendizagem Colaborativa?**

Partindo deste questionamento construiu-se uma sequência didática que foi desenvolvida com alunos do Ensino Médio. A análise destas atividades visa conhecer como a aprendizagem é construída colaborativamente, na perspectiva dos pressupostos da Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky, e como a aprendizagem é favorecida quando se utiliza os recursos da História da Ciência aliada à experimentação. Também foi analisada a contribuição das novas tecnologias ao processo de aprendizagem, como um recurso na construção efetiva e colaborativa do conhecimento.

### **1.3 Justificativa da Pesquisa**

A pesquisa tem assim, sua justificativa quando se observa que a aprendizagem de Física no Ensino Médio por vezes pressupõe apenas o ensino de fórmulas, conceitos e ideias sem o contexto que permeia essa aprendizagem, bem como a experimentação e as atividades em grupo que auxiliam na Aprendizagem Colaborativa. É importante que os conhecimentos, especialmente os de Física tenham significado para o aluno, não apenas um significado teórico ou abstrato, mas para sua vida.

Ocorreram várias mudanças na sociedade: inovações tecnológicas, mudanças sociais e econômicas, avanços constantes nos meios de comunicação, relação social etc. A escola necessita acompanhar estas transformações, seja contextualizando historicamente, culturalmente e socialmente a aprendizagem ou trazendo para os ambientes de aprendizagem, a utilização da tecnologia que nossos alunos já vivenciam no cotidiano.

A escola há que ajudar na formação do indivíduo como um todo, preparando-o para esta nova e mutante forma organizacional da sociedade. Por este motivo, Bonjorno, (2016, p.3), nos mostra que a “Física não deve apresentar-se de forma descontextualizada do mundo, fornecendo somente ideias irrevogáveis, como produtos acabados”. É a grande diferença entre

educação para dependência e educação que desenvolve competências. Competência é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles.” (PERRENOUD, 1999, p.7)

É notório também que a sociedade atual está imersa em grandes avanços tecnológicos, sendo constante e intenso o uso de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), faz-se assim necessário, o uso de ferramentas tecnológicas como aplicativos de jogos e questionários *on line*, como o *Kahoot* e a criação de *Blogs* que facilitam a troca e o compartilhamento de conhecimentos. Já, que:

Neste contexto, a educação poderá beneficiar-se ao agregar conceitos andragógicos e pedagógicos, com o objetivo de estimular a aprendizagem colaborativa e fomentar a construção do conhecimento, a partir de um instrumento que diz respeito ao hoje e ao que as pessoas estão usando como forma de expressão. Assim, o uso do blog na educação apresenta-se como um possível viabilizador da construção do coletivo a partir da cooperação para o conhecimento (BARBOSA, 2005, p.2).

Novas ideias e estratégias didáticas muitas vezes não são divulgadas, assim percebe-se “pouca repercussão das novas propostas curriculares no âmbito escolar, desrespeito às concepções alternativas dos estudantes, pequeno número de experiências pedagógicas sobre novas abordagens, recursos e metodologias, ausência de atividades experimentais e outros” (PENA e FILHO, 2009, p. 2). A pesquisa, assim se justifica como uma proposta, que já vem sendo discutida nos meios educacionais, de um ensino de Física contextualizado, com a História da Ciência permeando e se integrando a ele, e com a utilização de ferramentas tecnológicas, tão presentes na vida social e contemporânea dos alunos que deve ser inserida e divulgada.

#### **1.4 Caracterização do Local de aplicação da Pesquisa**

O presente trabalho foi aplicado em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio, do Colégio Estadual Elvídio Costa, que faz parte da rede pública do estado do Rio de Janeiro e fica localizado na cidade de São Fidélis. Os conceitos de Eletrostática são aplicados logo no 1º bimestre, e são importantes para que se faça uma introdução ao estudo do Eletromagnetismo. Assim, fez-se necessária uma discussão histórica do estudo da Eletricidade, suas mudanças de paradigmas, bem como uma fundamentação teórica com base em conceitos empíricos, significativos e colaborativos, justificados pela Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky, favorecendo as atividades em grupos e a utilização das novas Tecnologias de Informação.

## 1.5 Objetivos

O **Objetivo Geral** desse trabalho é analisar as contribuições de um planejamento alternativo sobre Eletrostática, bem como o material e sua aplicação na intervenção pedagógica na construção da aprendizagem, tendo como orientação principal a Aprendizagem Colaborativa, com a utilização de experimentos, História da Ciência e *Blogs*.

### . **Objetivos específicos:**

- construir um produto educacional para utilizar no ensino de Física, especialmente de Eletrostática;
- aplicar o produto em pelo menos uma turma de 3º ano;
- identificar as contribuições das atividades experimentais;
- avaliar a contribuição do contexto histórico na aprendizagem de Eletrostática;
- analisar a utilização das TICs, como ferramenta de aprendizagem;

Assim sendo, no capítulo 2 é apresentada a fundamentação da pesquisa com as teorias que a embasaram pedagogicamente, enfatizando a Aprendizagem Sócio-Interacionista de Vygotsky e também é apresentada a Aprendizagem Colaborativa. A importância do contexto histórico para entendimento dos conceitos de Eletrostática, bem como a utilização das TICs, mais especificamente, a construção dos *Blogs* e descrevendo os conceitos de Eletrostática que foram objetos da aprendizagem. A fundamentação teórica trará a Aprendizagem Colaborativa, com base na Teoria Sócio-Interacionista de Vygostky, na qual a aprendizagem e a interação social se integram. Uma das ideias fundamentais que elas encerram é a de que o conhecimento é construído socialmente, na interação entre pessoas e não apenas pela transferência de conhecimento do professor para o aluno, o professor é o facilitador da construção do conhecimento e não mero transmissor ou detentor de todo o saber. Portanto, “rejeitam fortemente a metodologia de reprodução do conhecimento, que coloca o aluno como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem.” (TORRES, 2014, p. 65).

No capítulo 3, descreve-se a metodologia da pesquisa, que apresenta o planejamento da sequência didática que foi desenvolvida com estudantes do Ensino Médio e caracteriza a pesquisa, descrevendo as ferramentas de coleta de dados e de análise.

O capítulo 4 apresenta a descrição do produto e os momentos que seriam desenvolvidos e construídos pelo professor e a turma. Apresenta também a sequência didática, guiada pelas orientações da Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky e da Aprendizagem Colaborativa, buscando destacar a contextualização histórica e social, a experimentação e a utilização de novas tecnologias.

O capítulo 5 divide-se na descrição da aplicação do produto, detalhando os momentos realizados e produzidos com os alunos e a análise desta aplicação, utilizando-se da análise de conteúdo, além de análises qualitativas diversas.

Finalmente, o capítulo 6 traz as considerações finais e a avaliação da pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trata dos fundamentos teóricos que embasam o presente trabalho. É necessário um relato da Aprendizagem Cognitivista, que nesta pesquisa se fundamenta primordialmente na Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky, na qual a interação e a colaboração são os requisitos fundamentais para a aprendizagem e para a construção dos conceitos de Eletrostática. Ferramentas como produção de *weblogs*<sup>1</sup>, de experimentos históricos e da própria História da Ciência, auxiliaram na busca desta aprendizagem inovadora e essencial, diante a nova sociedade tecnológica, interativa e dinâmica que existe atualmente.

Assim, o item **2.1** tratará da aprendizagem, sua construção e interação social, que são os conceitos gerais que regem o trabalho e o produto final. Em seu subitem **2.1.1**, um breve relato das abordagens teóricas baseadas na interação social.

No item **2.2** descreve-se a Teoria de Aprendizagem Sócio-Interacionista de Vygotsky, que é uma das Teorias Cognitivistas que embasam a Aprendizagem Colaborativa, e a que foi utilizada em toda pesquisa, como fundamentação primordial do trabalho. No subitem **2.2.1**, descreve-se o papel do professor, com base nos pressupostos de Vygotsky, frente à Aprendizagem Colaborativa, já que no presente estudo a relação entre professor-aluno e aluno-aluno, é valorizada e a troca de informações e sentimentos é uma constante.

O item **2.3**, trata da Aprendizagem Colaborativa que tem sua base na interação e nos trabalhos desenvolvidos em grupos. É relevante em todo o processo que as construções pessoais dos alunos em conjunto serão consideradas e suas respectivas interações. O subitem **2.3.1**, trata das novas tecnologias como recurso pedagógico na Aprendizagem Colaborativa, pois a utilização do *weblog* e a utilização do *Game Quiz<sup>2</sup> Kahoot* são ferramentas colaborativas fundamentais no presente trabalho. No subitem **2.3.2**, a experimentação como instrumento facilitador da construção da Aprendizagem Colaborativa, será descrita, já que a realização e construção de experimentos pelos alunos, fornece a oportunidade do estudante pesquisar, participar e pensar. E quando estes experimentos são produzidos em grupo e apresentados para outros educandos, contribuem para a colaboração e cooperação coletiva. E quando embasados em experimentos históricos da Eletricidade, a aprendizagem contextualizada e integral favorecida.

---

<sup>1</sup> **Weblogs:** é resultante da justaposição das palavras da língua inglesa *web* e *log*. *Web* aparece aqui com o significado de rede (da internet) enquanto que *log* é utilizado para designar o registro de atividade ou desempenho regular de algo. Numa tradução livre podemos definir blog como um "**diário online**".

<sup>2</sup> **Game Quiz:** *Quiz* é o nome de um **jogo de questionários que tem como objetivo fazer uma avaliação dos conhecimentos** sobre determinado assunto.

O Item 2.4, descreve como a História da Ciência pode facilitar a aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, já que o contexto histórico e social pode favorecer uma formação mais ampla e prática do estudante.

E finalmente, os conhecimentos específicos de Eletricidade Estática, seus conceitos, fórmulas e cálculos se fazem presentes no item 2.5.

## 2.1 Aprendizagem / Vygotsky

Teorias do desenvolvimento cognitivo como as de Jean Piaget, Lev Vygotsky, nos mostram a importância da interação do indivíduo com o meio social para o desenvolvimento cognitivo. Assim sendo, este referencial teórico se baseia na construção conjunta dos conhecimentos, estes que são alicerçados na interação social e na valorização do contexto histórico, essenciais ao desenvolvimento cognitivo nos ambientes de aprendizagem.

O Construtivismo surgiu com pensadores como Piaget, Vygotsky, Wallon e valoriza a aprendizagem resultante da interação entre as estruturas do pensamento e o meio a ser compreendido. A Aprendizagem Construtivista é o resultado de uma nova informação, construída em conjunto com o que o indivíduo já sabia, é a assimilação de ideias para concretização de novos conceitos. “Para o Construtivismo, o conhecimento é sempre uma interação entre a nova informação que nos é apresentada e o que já sabíamos, e aprender é construir modelos para interpretar a informação que recebemos”.(POZO, 2002, p.48).

A aprendizagem com base construtivista não trata de mera memorização ou reprodução de respostas, mas de gerar novas ideias e soluções. “Para Piaget, a aprendizagem é uma mudança gerada na própria necessidade interna de reestruturar nossos conhecimentos”(PIAGET,1975 *apud* POZO, 2002, p.50).

Acredita-se que a aprendizagem é duradoura quando o aprendiz consegue construir os conhecimentos, e estes podem ser utilizados e reutilizados em diferentes situações. E esta construção realizada em colaboração entre os partícipes do processo de apropriação do conhecimento, será mais eficiente e motivadora. O conhecimento prévio é um dos pontos essenciais, já que a aprendizagem pressupõe conhecimentos dinâmicos que se desequilibram e reequilibram frente a novas situações e contextos.

Na construção do conhecimento, com bases construtivistas e colaborativas, o professor é mediador ou facilitador, deixa de ser o centro do processo de aprendizagem e passa a dividir com o aluno a construção do conhecimento, levando o aluno a questionar, refletir e propor soluções para os problemas. Visto que a sociedade está em constante mutação com inovações tecnológicas, avanços nos meios de comunicação e informação, o professor então, é um

colaborador e promotor do conhecimento frente a essa evolução social e de informação tão rápida. A aprendizagem sugere uma troca de conhecimentos e uma interação desse conhecimento com o mundo e a sociedade que nos cerca. A relação entre o professor e aluno frente a tudo isto, é muito importante. Assim, a epistemologia construtivista, “que pressupõe a interação do sujeito com o mundo concreto dos objetos e também em termos sócio-culturais, a ação conjunta dos sujeitos que aprendem adquirem um relevante papel nos processos de ensino-aprendizagem” (COELHO e NUNES, 2008, p.10).

A interação social também é aliada da construção do conhecimento. A troca de saberes entre os estudantes ou entre eles e o mundo que os cerca é importante para a aprendizagem escolar, e esta deve ser integrada a toda a sua vida. Segundo alguns estudiosos, a interação auxilia a aprendizagem mais que, apenas se existir somente um esforço individual. A teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky nos diz que construímos nossa história por meio das relações que estabelecemos com as outras pessoas. A interação social na construção do conhecimento é muito importante para a aprendizagem, principalmente no contexto escolar, como nos diz Martins (1997, p.116), “as interações sociais na perspectiva sócio-histórica permitem pensar um ser humano em constante construção e transformação que, mediante as interações sociais, conquista e confere novos significados e olhares para a vida em sociedade e os acordos grupais.”

A interação entre os discentes, discentes e docentes, ou mesmo entre indivíduos fora do ambiente escolar, ajuda ao compartilhamento de saberes, ao crescimento e união deles, pois:

quando há a interação entre pessoas de forma colaborativa por meio de uma atividade autêntica, elas trazem seus esquemas próprios de pensamento e suas perspectivas para a atividade. Cada pessoa envolvida na atividade consegue ver o problema de uma perspectiva diferente e estão aptas a negociar e gerar significados e soluções por meio de um entendimento compartilhado (TORRES, 2014, p.89).

### **2.1.1 Abordagens Teóricas que favorecem a Interação Social**

Segundo Gebran, (2002), os primeiros estudos sobre a interação social e sua influência no desenvolvimento pessoal e cognitivo, surgiram com as abordagens teóricas que favorecem a interação e o desenvolvimento cognitivo. Estas orientações colaboram para a fundamentação e compreensão da Aprendizagem Colaborativa, apresentando a importância da participação social e da colaboração no desenvolvimento cognitivo do indivíduo. A sequência didática desenvolvida neste trabalho utilizou-se de momentos com as três orientações, mas especialmente a Sócio-Cultural, enfatizando a Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky. “Dentre as teorias que seguem a linha interacionista estão a teoria Sócio-Cultural, a teoria

Sócio-Construtivista e a teoria da Cognição Compartilhada” (GEBRAN, 2002 ,p.67) as quais são explicadas abaixo.

a) Teoria Sócio Construtivista: propaga as ideias de Jean Piaget, criada por um grupo de psicólogos. Consistia em trabalhos com algumas etapas, algumas individuais e outras em grupo. Percebia-se que em grupo, os conflitos gerados por discussões, enriqueciam a construção do conhecimento. “Para Piaget existem dois tipos de relação social: a coação e a cooperação”(OTSUKA, 1997 *apud* GEBRAN, 2002, p.68). Na coação, um indivíduo detém o poder, ou o conhecimento, além de autoridade e expõe suas ideias ao restante, que são apenas ouvintes. Já na cooperação, as ideias são compartilhadas, os questionamentos geram debates e a exposição de proposições criam a cooperação. Segundo Gebran,(2002, p.68), “a abordagem Sócio-Construtivista investiga as consequências da interação social cooperativa no desenvolvimento individual.” O seu arcabouço principal é de que o desenvolvimento cognitivo individual é resultado das relações entre os mesmos.

b) Teoria da Cognição Compartilhada: a atenção maior é ao contexto social, que seria responsável pela colaboração; não apenas os sujeitos são relevantes, mas toda a sua cultura, sua experiência histórica e política.(GEBRAN, 2002)

c) Teoria Sócio-Cultural: esta abordagem, tem seus pressupostos na Teoria de Vygostsky, “Segundo esta abordagem, cada mudança na cognição interna tem sua causa relacionada ao efeito de uma interação social” (KUMAR,1996 *apud* GEBRAN, 2002, p.69). Segundo Gebran, (2002), esta abordagem advém do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que será explicitado mais a frente. A colaboração é considerada fator desencadeador, seja da transformação dos antigos e talvez utópicos conceitos, em novos e reais conceitos aprendidos.

Toda a aplicação do produto ocorreu em momentos em que uma, ou mais destas orientações foram utilizadas, todas buscando a construção da Aprendizagem Colaborativa. Essas três orientações são as bases do Método de Aprendizagem Colaborativa, que no presente trabalho, se fundamenta na Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky.

## **2.2 Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky**

Segundo Rego (1995), a teoria de Vygotsky nos indica uma mudança de sentido das interações sociais no contexto escolar, que se tornam condição necessária para a construção de conhecimentos pelos alunos, especialmente aquelas que facilitam e permitem a colaboração, o diálogo, a troca de conhecimentos, o debate com pontos de vista divergentes e

que necessitam da divisão de tarefas e atitudes, onde cada um tem uma responsabilidade que, juntas, resultarão em um objetivo comum.

A teoria de Vygotsky se baseia na interação social entre os indivíduos e entre estes e o meio. Para Vygotsky, (2007) a aprendizagem é um processo, no qual existem ações propositais mediadas por várias ferramentas. Dentre estas ferramentas, a linguagem é essencial. Ela facilita a interação entre as pessoas e a elaboração inter e intrapessoal.

Para Torres, (2014), a aprendizagem tem origem social e acontece primeiro no coletivo, para depois haver a construção individual. Há então, uma cooperação em uma atividade interpessoal que possibilita uma construção pessoal.

Nessa interação social, a linguagem é fundamental para Vygotsky. Ele a considera como o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, pois o libera dos vínculos contextuais imediatos (*ibid*, 2014). Neste trabalho foi utilizada a linguagem verbal e não verbal<sup>3</sup>, muito presentes nos meios virtuais; sejam o *Game quiz*, *Blogs*, ou redes sociais, que atualmente são os principais meios de comunicação das pessoas. Principalmente dos jovens e adolescentes, alunos do Ensino Médio.

A interação social é importante para a construção em conjunto dos conceitos de eletricidade, neste trabalho especificamente de Eletrostática, pois possibilita as trocas de significados e consequente reciprocidade. Para Moreira (2009), os significados de palavras e gestos são construídos socialmente, e por isso mesmo, são contextuais.

Além da interação, para Vygotsky os conhecimentos prévios também são importantes. A interação se dá quando estes conhecimentos podem ser compartilhados com os colegas que interagem e com o que pode fazer através desses conhecimentos com a ajuda dos colegas. Então, esse desenvolvimento através da colaboração entre os aprendizes e entre eles e o professor, Vygostky chamou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)<sup>4</sup> e se diferencia, ao mesmo tempo se associa do que o aprendiz consegue fazer sem a ajuda, que seria o desenvolvimento real. “Na ZDP, o professor tem o papel fundamental, pois quando o aluno faz um questionamento, podemos perceber a importância do interlocutor que dialoga com a criança, dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal” (LA ROSA, 2004, pág.141).

A zona de desenvolvimento proximal é,

---

<sup>3</sup>A **linguagem verbal** é aquela expressa por meio de palavras escritas ou falada, ou seja, a linguagem verbalizada, enquanto a **linguagem não verbal**, utiliza dos signos visuais para ser efetivada.

<sup>4</sup> ZDP- Em inglês zone of proximal development (ZPD).

“a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (Vygotsky, 2007, p.97).

Para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo é uma construção de aprendizagem do uso das ferramentas, construída com o auxílio de outras pessoas mais experientes, através da colaboração.

Assim, o desenvolvimento e a aprendizagem não são resultantes apenas dos estímulos externos e nem apenas da produção da razão, mas um resultado da interação dos dois. A construção do conhecimento pelo educando ocorrerá a partir da relevância do conhecimento trazido de suas vivências anteriores e de como tudo isto é compartilhado.

Através da reconstrução interna dos significados, o desenvolvimento humano ocorre. Mas para que esta reconstrução ocorra, é necessário o compartilhamento destes construtos individuais que podem ser sociais, históricos e culturais. Assim entende-se a importância tão significativa da interação social; pois assim, a pessoa pode apreender significados e compartilhar estes com os parceiros, comprovando suas veridades (MOREIRA, 2009).

### **2.2.1 Papel do professor para Vygotsky**

A teoria de Vygotsky destaca a mudança do papel do professor, que de mero transmissor passa a facilitador ou a mediador da aprendizagem. Um indivíduo é capaz de socializar saberes com os educandos, dividindo conhecimentos e levando os alunos a construir seu próprio significado e aprendizado, podendo intervir e debater sobre estes.

O professor participa do processo guiando o educando; seja na busca do conhecer ou do aprender. Pois o que o aluno aprende não resulta de memorização, mas de crítica, interação e reflexão que ele chega com o apoio do professor.

Tudo isto, requer uma inovação pedagógica por parte do professor, pois, “ toda a tradição pedagógica leva-os a conceber as situações de implementação como simples exercícios e compreensão ou de memorização de conhecimentos, previamente ensinados em uma ordem lógica”(PERRENOUD, 1999, p.54). Assim, rever suas atitudes e planejamentos se faz necessário e é essencial para que se efetive a aprendizagem.

Moreira, (2009), nos relata que na Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky, o papel do professor é essencial; porém ele é um mediador. Ele traz para o ambiente de aprendizagem seus saberes, seus significados já internalizados e os alunos “devolvem” o que conseguiram entender, compreender e racionalizar. Cabe ao professor analisar e verificar se essa

compreensão foi correta e socialmente aceita. O ensino se concretiza quando o docente e seu aprendiz compartilham saberes e significados distintos (*ibid*, 2009).

O professor, como mediador, vai auxiliar na introdução do contexto social e histórico, na aprendizagem de Física. Assim, o trabalho docente é inseparável da vivência social do educando, devendo sempre se preocupar com a vida deste, seu contexto sociocultural e buscar trazer para o ambiente de aprendizagem também o contexto histórico em que se deram as evoluções conceituais.

A interação social acontece, sob a coordenação e direcionamento do professor, para que assim seja o mais produtiva possível. O professor deve assegurar as condições de participação igualitária e interativa entre todos e além disto, organizar as atividades de maneira que auxiliem o trabalho em conjunto e consigam superar as dificuldades (DAVIS, *et.al.*, 1989).

Assim, neste trabalho o professor é o mediador, mas também é o articulador. Ele prepara o contexto, as estratégias, para que a aprendizagem ocorra pela interação dos participantes do processo.

Todas essas ideias e conceitos de Vygotsky, fundamentam o método de Aprendizagem Colaborativa. Todos, sejam mestres ou alunos, trocam conhecimentos e em conjunto o reconstróem. Nesta pesquisa, as etapas do produto didático, primam, por esses pressupostos da Aprendizagem Colaborativa.

### **2.3 Aprendizagem Colaborativa**

A Aprendizagem Colaborativa tem como base a interação entre os aprendizes. Ela ocorre essencialmente pela troca de saberes entre os membros de um grupo e não diretamente entre mestre e aluno. “Portanto, rejeitam fortemente a metodologia de reprodução do conhecimento, que coloca o aluno como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem” (TORRES, 2014, p.65).

Nessa concepção de aprendizagem o professor tem o papel de articulador, ele prepara o contexto, as estratégias, mas a aprendizagem ocorre pela interação dos participantes do processo. Na formação dos grupos, o que se busca é uma troca de conhecimentos e uma construção em conjunto destes. O aluno deixa seu papel, ultrapassado, de passivo, e se torna um aluno que interage, que é criativo, pesquisador e constrói em conjunto com os outros alunos e professores a aprendizagem.

Segundo TORRES (2014, p. 65),

pode-se dizer que de maneira geral, espera-se que ocorra a aprendizagem como efeito colateral de uma interação entre pares que trabalham em sistema de interdependência na resolução de problemas ou na realização de uma tarefa proposta pelo professor (TORRES, 2014, p. 65).

A Aprendizagem Colaborativa, muitas vezes se confunde com Aprendizagem Cooperativa. Ambas estimulam a aprendizagem em conjunto, mas há semelhanças e diferenças. Há nessas duas abordagens, diferentes visões sobre: o estilo, a função e o grau de envolvimento do professor, da autoridade e do relacionamento entre professor e aluno. (*ibid*, 2014) Assim,

Na colaboração, o processo é mais aberto e os participantes do grupo interagem para atingir um objetivo compartilhado. Já na cooperação o processo é mais centrado no professor e orquestrado diretamente por ele. Trata-se de um conjunto de técnicas e processos que os alunos utilizam com uma maior organização dentro do grupo de estudo para a concretização de um objetivo final ou a realização de uma tarefa específica. É um processo mais direcionado do que o processo de colaboração e mais controlado pelo professor (*ibid.*, p. 66).

Neste trabalho foram utilizadas técnicas, métodos e ferramentas cooperativas e colaborativas de forma integrada e sem explicitar ou diferenciá-las, podendo utilizar o termo colaborativa ou cooperativa, já que na própria literatura os dois termos se complementam. Ambas as práticas enfatizam uma maior responsabilização dos aprendizes no seu processo de aprendizagem, colocando-os como partícipes na construção do conhecimento (TORRES, 2014).

A Aprendizagem Colaborativa é um método que promove, além da aprendizagem dos conceitos, a socialização e a troca de afetividades. Auxilia também o crescimento pessoal, social, além do cognitivo.

Assim, (SILVERMAN; HARASIM; LAROCQUE; FAUCON; KLEMM *apud* GEBRAN, 2002, p. 52) identificaram os objetivos da Aprendizagem Colaborativa.

- promover o desenvolvimento cognitivo de um grupo de aprendizes através da interação colaborativa entre estes durante a realização de uma determinada tarefa de aprendizagem;
- estimular o desenvolvimento da expressão dos alunos, permitindo que estes expressem melhor suas ideias, justifiquem suas opiniões, argumentem e debatam;
- estimular o desenvolvimento social dos alunos através do desenvolvimento da auto-estima e de relacionamentos positivos com indivíduos que possuem diferentes formações sociais e culturais;
- estimular a resolução de problemas, o pensamento crítico e a análise, além de facilitar o entendimento de conceitos abstratos;
- possibilitar a aprendizagem através de experimentações ativas, ações construtivistas, e de discursos reflexivos em grupo;
- adotar a ideia da aprendizagem como uma atividade para a vida toda (*lifelong learnin*) e não a aquisição de um conjunto fixo de conhecimentos. O aluno deve ser capaz de aprender colaborativamente e aprender a aprender;
- aumentar a motivação do aluno através da contextualização do processo de aprendizagem em tarefas do mundo real.

Através desses objetivos, pode-se perceber como a Aprendizagem Colaborativa busca a formação completa do aluno. Quando promove a interação, não serão aprendidos apenas os conceitos de Eletrostática, mas há um desenvolvimento emocional, motivacional e social.

A Aprendizagem Colaborativa vem em oposição a Aprendizagem Tradicional. Schmidt, 2013 em seu artigo: “Aprendizagem colaborativa: Mitos ou Possibilidades”, nos coloca um quadro comparativo entre a Aprendizagem Tradicional e a Colaborativa, de Rego, que nos faz este paralelo de forma bastante didática:

**Quadro 1 – Comparativo entre Aprendizagem Tradicional e Colaborativa**

<b>APRENDIZAGEM TRADICIONAL</b>	<b>APRENDIZAGEM COLABORATIVA</b>
Sala de aula	Ambiente de aprendizagem
Professor - autoridade	Professor – orientador
Centrada no Professor	Centrada no Aluno
Aluno - "Uma garrafa a encher"	Aluno - "Uma lâmpada a iluminar"
Reativa, passiva	Proativa, investigativa
Ênfase no produto	Ênfase no processo
Aprendizagem em solidão	Aprendizagem em grupo
Memorização	Transformação

**Fonte:** REGO (1995) *apud* SCHMIDT, 2013, p.6

Através do Quadro 1 fica claro o papel central do aluno em todo o processo de aprendizagem, que pode ocorrer em diferentes ambientes. Também fica evidente que o aluno traz concepções, conceitos e ideias a serem divididas e compartilhadas, e o objetivo principal não é a mera memorização, mas a transformação pessoal, afetiva, social e intelectual do aluno.

O aluno muda seu papel de receptor passivo do conhecimento, torna-se criativo, crítico e atuante, construindo o conhecimento junto com os colegas e professores.

Na Aprendizagem Colaborativa podem ser utilizadas muitas ferramentas para se alcançar os objetivos de aprendizagem cognitiva e social. Dentre eles, nesta pesquisa destacam-se a experimentação realizada em grupo e a divulgação delas e do que foi desenvolvido durante todo o processo em *Blogs*.

### 2.3.1 TICs : O *Blog* como ferramenta na Aprendizagem Colaborativa

A interação entre os alunos é essencial para Vygostky e colabora muito para a construção da aprendizagem realmente efetiva. O *Blog* ou *Weblog*, é uma importante ferramenta ou instrumento nessa interação entre os alunos e busca auxiliar a integração dos conhecimentos, pois o compartilhamento em rede é utilizado como instrumento tecnológico de comunicação, na construção da Aprendizagem Colaborativa. O conhecimento se dá quando há relação, integração, contextualização do que sabemos com o que estamos aprendendo, além da interação entre os participantes desse processo.

Assim, o conhecimento se dá no processo rico de interação do externo e interno. Pela comunicação aberta e confiante desenvolvem-se contínuos e inesgotáveis processos de aprofundamento dos níveis de conhecimento pessoal, comunitário e social (MORAN, 2000).

Na sociedade atual, que é extremamente tecnológica, midiática e dependente da tecnologia, utilizá-la para a aprendizagem se faz essencial. Assim, os alunos estão imersos nessa grande rede de informação e tecnologia, com seus celulares modernos, que são verdadeiros computadores de mão ou mesmo em seus computadores pessoais. Independente da classe social, os alunos querem e fazem questão de participar dessa tecnologia, seja para fazer parte de um grupo, seja porque é o principal e atual meio de informação e comunicação. Assim, é necessário integrar esse contexto social atual com o processo de aprendizagem, utilizando-o como ferramenta que colabora com a aprendizagem. Então,

é importante conectar sempre o ensino com a vida do aluno. Chegar ao aluno por todos os caminhos possíveis: pela experiência, pela imagem, pelo som, pela representação (dramatização, simulações), pela multimídia, pela interação *on-line* e *off-line* ( *ibid*, p. 61).

Nessa relação de interação o papel do professor é orientar os alunos e facilitar a utilização dos meios digitais, pois através das construções dos *Blogs* os alunos poderão conseguir organizar o conhecimento que estão construindo e ao mesmo tempo compartilhá-los com os colegas próximos ou mesmo distantes. O professor incentiva, faz as correções necessárias, as avaliações desses construtos feitos em grupo e compartilhados em rede. O professor há que valorizar, facilitar a confiança e a construção de um referencial de predisposições e conhecimentos. Para Moran (2000), a Internet favorece a construção cooperativa, desse trabalho entre professor e aluno, e entre alunos, seja virtualmente ou presencialmente. É necessário unir o que podemos fazer melhor em sala com o que podemos fazer a distância.

Assim:

O importante é combinar, o que podemos fazer melhor em sala de aula-conhecer-nos, motivar-nos, reencontrar-nos com o que podemos fazer a distância, pela lista – comunicar-nos quando for necessário e também acessar os materiais construídos em conjunto na *home Page*, na hora em que cada um achar conveniente (*ibid.*, p. 50).

Devido a importância da utilização de TICs como meio de integração e construção do conhecimento, no presente trabalho, o *Blog* e um aplicativo de perguntas e respostas, o *Game Quiz Kahoot*, foram escolhidos como instrumentos pedagógicos para auxiliarem a aprendizagem, buscando o maior interesse e participação dos alunos.

O *Blog*, na verdade é uma abreviação de *weblog*, ou diário digital que proporciona dinamismo e interação, principalmente pela facilidade de acesso e de atualização. Ele é de fácil utilização e o que o distingue de um site comum é a facilidade de criação, registros, edições, possibilidade de adicionar fotos e vídeos, além de os registros aparecerem de maneira cronológica. A manutenção também é simples, como o sistema organiza automaticamente as mensagens (*posts*) do usuário, é bem mais fácil acrescentar textos a um *blog* do que a um site tradicional. Além disso, é possível criar diários coletivos, mantidos por vários usuários (FOLHA ONLINE, 2003 apud BARBOSA, 2005).

Assim,

no hipertexto cooperativo todos os envolvidos se unem em torno de um objetivo comum: a construção de um texto coletivo que, para sua efetiva produção, passará por um processo de negociação: trocas de ideias, aceitação de diferentes pontos de vista, escrita e reescrita, reflexão (MORESCO, 2006, p.4).

Os *Blogs* possuem uma estrutura de publicação de fácil utilização e apresentam pequenos parágrafos que podem ser acrescentados, retirados ou editados, aparecendo na tela de maneira cronológica, que sempre pode ser atualizada. Segundo MORESCO (2006, p.4), “estes blocos de textos são chamados de *posts*”, estes, podem ser escritos pelo autor, ou uma lista de membros autorizados por ele. Os últimos *posts*, ou seja, os mais recentes, aparecerão primeiro; existe também a possibilidade de interação através dos comentários. Os comentários podem ser escritos por qualquer pessoa que visite o *Blog* e suas páginas podem apresentar textos, imagens, sons e fotografias. Esta facilidade de criação, edição, e interação digital, foi o principal motivo de escolha desta ferramenta tecnológica pedagogicamente.

“O próprio ambiente estimula a construção de conhecimentos necessários para realizar as alterações desejadas, tornando o usuário autor e organizador do seu próprio

espaço”(ibid.,p.5). Os *Blogs* facilitam a Aprendizagem Colaborativa, tornando o aluno um ser ativo que interage, constrói e reconstrói sua aprendizagem. A construção de um hipertexto cooperativo, através do uso dos *Blogs*, favorece a interação não somente dentro do grupo de trabalho, mas entre grupos distintos ou mesmo grupos fora do ambiente de aprendizagem, já que

são ferramentas que oferecem um ótimo nível de interação com o aluno, pois disponibilizam espaço para que os leitores interajam com o autor por meio de mensagens instantâneas. Esta característica permite que amigos, grupos de trabalho ou grupos de estudos expressem suas ideias e sentimentos sobre o conteúdo postado, formando uma comunidade com objetivos comuns, que colabora e coopera através do blog. (*ibid.*, p.6)

No ambiente de aprendizagem, os *Blogs* registram os conhecimentos dos alunos. Nesta pesquisa, especificamente, registraram as atividades, os experimentos e a aprendizagem dos conceitos de Física – Eletrostática durante o processo de estudo, com a possibilidade de enriquecer relatos e textos com *links*<sup>5</sup>, fotos, sons e ilustrações.

Com a utilização de *Blogs* na educação,

desenvolve-se o hábito de registro e divulgação de descobertas e boas iniciativas. É uma ótima estratégia para desenvolver a criatividade e dar oportunidade de expressão ao estudante. O uso de blogs no processo de aprendizagem pode abrir novos canais de comunicação entre professores e alunos, alunos e comunidade, alunos e o mundo, incentivando o convívio e a aprendizagem dos conhecimentos curriculares e das tecnologias digitais (*ibid.*, p.7).

Neste sentido, os *Blogs* utilizados como ferramentas pedagógicas, criam ambientes favoráveis à aprendizagem, enriquecendo as aulas, favorecendo a Aprendizagem Colaborativa e os pressupostos teóricos de Vygotsky. Já que estimulam a cooperação e a interação entre os alunos, o compartilhamento de suas realizações pessoais e em grupo, durante todo o processo de aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, demonstrando para um público ainda maior, além dos ambientes de aprendizagem, os trabalhos e experimentos históricos realizados pelos grupos de trabalho.

---

<sup>5</sup> *Link* é uma palavra em inglês que significa **elo**, **vínculo** ou **ligação**. No âmbito da informática, a palavra *link* pode significar **hiperligação**, ou seja, uma palavra, texto ou imagem que quando é clicada pelo usuário, o encaminha para outra página na internet, que pode conter outros textos ou imagens.

### 2.3.2 A experimentação como instrumento facilitador na construção da Aprendizagem Colaborativa

Além das novas tecnologias, a experimentação também será utilizada como instrumento facilitador da construção da aprendizagem. A experimentação é uma estratégia clássica utilizada no processo de ensino e aprendizagem em Ciências, especialmente em Física.

A abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes, pois é na prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas, questionam sobre diversos assuntos, e o mais importante, proporciona uma aprendizagem mais significativa (MORAES, 2014, p. 62).

A experimentação realizada e produzida em grupos de alunos favorece a Aprendizagem Colaborativa, através da interação e construção em conjunto dos conceitos; bem como a atribuição de significados aos mesmos.

A utilização de experimentos históricos auxilia a contextualização do conhecimento, bem como um entendimento de todo processo de evolução dos conhecimentos científicos e também tecnológicos, os quais foram crescentes durante a História da Eletricidade. Percebe-se assim, a importância de se entender como aconteceram as descobertas científicas, seu contexto histórico e social, favorecendo a explicitação das teorias, os processos científicos, e as formulações e equações físicas. E também a utilização de materiais de fácil acesso que possibilitam reproduzir muitos experimentos históricos, facilitando a compreensão dos fenômenos eletrostáticos.

Para LABURÚ, (2008), a utilização de materiais de baixo custo, ou fácil acesso, favorece a realização dos experimentos, principalmente em Instituições de ensino onde não há laboratórios de Ciências, como é o caso da escola onde o produto foi aplicado. Assim esses materiais facilitam o manuseio, a aquisição, além de não ser necessário habilidades específicas. Essas condições favorecem a relação dos professores e dos alunos com os materiais, na medida em que e não há dificuldades para trabalhar com eles.

Logo, os equipamentos e experimentos de baixo custo, por serem simples, são também fáceis de compreender; isto permite que o sujeito fique motivado e concentrado, prioritariamente, na relação teoria e observação e na aplicação conceitual, e não em aprender o funcionamento ou a operação do equipamento (ibid., pág. 171).

Acredita-se que seja essencial aos alunos prepararem e produzirem seus materiais, com as orientações necessárias feitas pelo professor, para que assim favoreçam a construção do conhecimento e da Aprendizagem Colaborativa.

Alguns elaboradores de baixo custo veem como importante que o próprio aluno construa seus materiais. Observam nisso uma oportunidade de aprimorar habilidades manuais e, acima de tudo, um maior cuidado do estudante com o material por ele construído (LABURÛ, 2008, p.171).

Dentro do contexto de materiais de baixo custo, neste trabalho buscou-se experimentos históricos de Eletrostática, já que a Física, “enquanto ciência que estuda a natureza tem na experimentação um forte aliado na busca por desvelar esta natureza”(ORTH, 2016, p.26).

Assim, a experimentação, especialmente os experimentos com bases históricas, podem tornar a aprendizagem de Física melhor compreendida e mais motivadora. Além, de aliar teoria e prática, tornando perceptível que a Ciências, especialmente a Física, foi construída socialmente, historicamente, através de evoluções e da interação do contexto social e filosófico. Associando o contexto em que se deu o surgimento dos paradigmas com o contexto social vigente, fazendo com que esta dicotomia seja essencial a aprendizagem, podemos então,

destacar que boas atividades experimentais se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidas a conflitos cognitivos. Desta forma, o ensino de Ciências, integrando teoria e prática, poderá proporcionar uma visão das ciências como uma atividade complexa, construída socialmente, em que não existe um método universal para solução de todos os problemas, mas uma atividade dinâmica, interativa, uma constante interação de pensamento e ação (ROSITO, 2003 *apud* ORTH, 2016, p. 27).

É notório e Orth (2016) escreve, que a experimentação sempre se fez presente no processo evolutivo da Física, mostrando ao longo da História da Ciência diferentes momentos relacionados às pesquisas em Física, em especial a História da Eletricidade, unindo concepções epistemológicas distintas para cada período, tendo resultado direto na forma como se desenvolviam as investigações na Física.

Como já relatamos, a teoria de Vygotsky é utilizada no presente trabalho e também como fundamentação para a utilização da experimentação na aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, de maneira colaborativa e interativa. Gaspar, (2016), relata que para Vygotsky o indivíduo desenvolve os conceitos científicos, no início com sua conceituação verbal, e depois com a aplicação em operações formais e práticas.

Assim, os experimentos em sala de aula, particularmente os relacionados a conteúdos de Física, mesmo tendo seus fundamentos em conceitos científicos e abstratos, tem por própria definição e especialidade a ênfase no real, no que é observável. E quando estes experimentos são realizados em grupos, com a orientação do professor de Física, além de facilitar o entendimento, e a interpretação de seus arcabouços teóricos, favorece a Aprendizagem Colaborativa.

Em resumo, quando as crianças se confrontam com um problema um pouco mais complicado para elas, apresentam uma variedade complexa de respostas que incluem: tentativas diretas de atingir o objetivo, uso de instrumentos, fala dirigida à pessoa que conduz o experimento ou fala que simplesmente acompanha a ação e apelos verbais diretos ao objeto de sua atenção.[...] Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança.[...] Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizada nas ligações entre história individual e social (VYGOTSKY, 2007, p.19,20).

Neste trabalho, os principais experimentos históricos de Eletrostática foram desenvolvidos pelos alunos, como Eletroscópios baseados no primeiro eletróforo criado por Alessandro Volta, 1775, que é o precursor das máquinas de indução eletrostática. Além deste, um protótipo de Para-raios, o Pêndulo Eletrostático, o Pêndulo Duplo, a Garrafa de Leyden, e a gaiola de Faraday, todos foram experimentos desenvolvidos pelos estudantes e contextualizados historicamente no próximo item deste capítulo e minuciosamente descritos no capítulo relacionado à aplicação do produto.

#### **2.4. A História da Ciência facilitando a aprendizagem dos conceitos de Eletrostática**

Ao analisar as práticas, dilemas, experimentos e aprendizagens do passado, torna-se possível viabilizar uma proposta de mudança na Educação e mais especificamente na aprendizagem de Física. Assim, a História da Ciência (HC) neste trabalho, especialmente a História da Eletricidade, se faz importante na construção dos conceitos de Física. A HC não deve ser tratada de maneira evolutiva, heroica, fantasiosa ou meramente introdutória, mas como parte integrante de toda a aprendizagem. “A história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade”(QUINTAL e GUERRA, 2009, p. 22).

O PCN<sup>6</sup>, o qual nesta pesquisa trata-se especificamente do PCN do Ensino Médio, recomenda e traz a importância da contextualização social e histórica na aprendizagem. Um de seus objetivos é a inserção do educando na vida social e econômica atual, a formação de cidadãos críticos e seus princípios norteadores apontam as premissas indicadas pela UNESCO, como base em uma educação humana inserida em uma nova sociedade que se coloca: “Aprender a conhecer, Aprender a fazer, Aprender a viver, Aprender a ser” (BRASIL, 1999, p.15-16).

Nesse sentido, faz-se necessário aprender a conhecer o mundo, o universo no qual vivemos, seu contexto histórico, social e filosófico. Aprender a fazer, a desenvolver habilidades e enfrentar novas situações, sempre envolvendo teoria e prática. Aprender a viver em sociedade, em comunidade, interagindo e compartilhando conhecimentos novos e antigos. Aprender a ser uma pessoa crítica, que saiba questionar, intervir e solucionar problemas. Assim, o currículo, especialmente de Física deve estar voltado para o desenvolvimento de competências básicas, como a interpretação de fenômenos físicos, históricos, humanos e sociais.

A aprendizagem contextualizada implica em relacionar os indivíduos, o sujeito, os conteúdos e o objeto. A contextualização histórica é essencial para a participação do educando na construção do conhecimento, pois, assim, poderá participar, questionar, debater e relacionar o que aprende na escola, com suas experiências pessoais. “A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social, cultural e mobiliza competências cognitivas já adquiridas”(Cf. PCN,1999, p.22).

Os conhecimentos de Física necessitam envolver a tecnologia, a compreensão de conhecimentos científicos, bem como seu contexto histórico, relacionados com a construção de sua concepção de mundo social e particular. O PCN, trata da importância da relação entre o saber contextualizado e o desenvolvimento de conhecimentos abstratos da área, estes utilizados em sua vida social e cognitiva.

O aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como a articulação de uma visão do mundo natural e social (PCN, 1999, p.208).

---

<sup>6</sup> Os Parâmetros Curriculares Nacionais — PCN — são referências para os Ensinos Fundamental e Médio de todo o país. O objetivo dos PCN é garantir a todas as crianças e jovens brasileiros, mesmo em locais com condições socioeconômicas desfavoráveis, o direito de usufruir do conjunto de conhecimentos reconhecidos como necessários para o exercício da cidadania. Não possuem caráter de obrigatoriedade e, portanto, pressupõe-se que serão adaptados às peculiaridades locais.

O aprendizado deve levar a construção da compreensão de nossa vivência material, de convívio com o mundo informacional e histórico. Assim, os episódios históricos permeando a aprendizagem, a experimentação e a construção do conhecimento de eletrostática podem contribuir para a real significação e associação prática da teoria e todo seu contexto.

A história, a filosofia da ciência podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de aula (QUINTAL e GUERRA, 2009, p.22).

Especialmente a História da Eletricidade nos leva a entender a construção de Paradigmas e suas mudanças, pois, a interpretação do mundo através da Física, deve ser dinâmica, os conhecimentos sobre a Eletricidade não devem ser vistos como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim como uma construção humana passível de mudanças e evoluções.

Todos seus numerosos conceitos de eletricidade tinham algo em comum — eram parcialmente derivados de uma ou outra versão da filosofia mecânico-corpuscular que orientava a pesquisa científica da época. Além disso, eram todos componentes de teorias científicas reais, teorias que tinham sido parcialmente extraídas de experiências e observações e que determinaram em parte a escolha e a interpretação de problemas adicionais enfrentados pela pesquisa. Entretanto, embora todas as experiências fossem elétricas e a maioria dos experimentadores lessem os trabalhos uns dos outros, suas teorias não tinham mais do que uma semelhança de família (KHUN, 1998, p.33).

KHUN (1998) nos relata que no século XVII existiam 3 grupos de teóricos elétricos, “eletricistas”, assim eles se autodenominavam. Um grupo considerava a atração e a geração por fricção como os fenômenos elétricos fundamentais. Eles não discutiam os efeitos da condução elétrica descobertos por *Gray*. Outros, consideravam a atração e a repulsão como manifestações fundamentais da eletricidade e um terceiro grupo, que entendia a Eletricidade mais como um “fluido” que podia circular através de condutores.

A Eletricidade no século XVII parecia algo fantástico e mágico, por isso seus efeitos eletrostáticos eram apresentados em verdadeiros espetáculos artísticos. Mas mesmo assim, isso contribuía também para o campo acadêmico, já que os experimentos eram constantes e em face de uma nova descoberta, novos paradigmas eram gerados e novas pesquisas iniciadas. Até os conhecimentos de Benjamin Franklin, muito se discutiu e debateu, se era um ou dois

fluidos distintos, de onde viria esse fluido? Franklin foi quem primeiro falou em “perda” e “ganho” de carga elétrica, na época não se conhecia esta, e ele chamou de “fogo elétrico”. (*ibid.* p.33)

Um exemplo de um paradigma elétrico gerado, é que

após a assimilação do paradigma de Franklin, o eletricista que olhava uma Garrafa de Leyden via algo diferente do que vira anteriormente. O instrumento tornara-se um condensador, para o qual nem a forma, nem o vidro da garrafa eram indispensáveis. Em lugar disso, as duas capas condutoras —uma das quais não fizera parte do instrumento original — tornaram-se proeminentes. As duas placas de metal com um não condutor entre elas haviam gradativamente se tomado o protótipo para toda essa classe de aparelhos, como atestam progressivamente tanto as discussões escritas como as representações pictóricas. Simultaneamente, outros efeitos indutivos receberam novas descrições, enquanto outros mais foram observados pela primeira vez (KHUN, 1998, p. 152).

A História da Eletricidade é dinâmica, ao mesmo tempo antiga e atual e neste trabalho permeia toda a aplicação do produto. Quando se trata dos conceitos de Carga Elétrica, deve-se falar inicialmente dos modelos atômicos, em especial o de Rutheford, e que nesse período o francês Charles François Du Fay realizou experimentos e determinou dois tipos de Eletricidade, uma que ele chamou Eletricidade vítrea, relacionando aos materiais de vidro e outra, que chamou de resinosa, por causa das resinas, como por exemplo, o âmbar, que antes de Cristo já teriam sido visualizadas suas propriedades eletrostáticas ao ser atritado pelo grego Tales de Mileto. Somente muito depois de Du Fay que Benjamin Franklin, comerciante e estadista na época, relacionou os termos positivo(+), e negativo (-), associando-os a “debitar”, doar e “creditar”, receber, à partir de experimentos de eletrização (SILVA, 2011).

A partir disto podem ser propostos os experimentos relacionados à atração e repulsão. Como o eletróforo de Volta, o eletroscópio de folha e o pêndulo eletrostático.

Ao tratar dos princípios da Eletrostática, seja o princípio da atração e repulsão, ou o da conservação elétrica, relaciona-se aos fatos ou episódios históricos de vários cientistas, como novamente o estadista norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790), que teria dito que [...]: “... um ou mais corpos devem ganhar fogo elétrico de corpos que perdem-no (esta afirmação é hoje conhecida como a lei de conservação da carga elétrica)” (BASSALO, 1996, p. 301, *apud* SILVA, 2011, p.101).

No estudo dos processos de eletrização, seja a eletrização por atrito, contato ou indução, serão explicados os fenômenos à luz das publicações do físico inglês Robert Symmer (1707-1763) que publicou em 1759, um relato reafirmando as teorias de Du Fay:

Symmer observou que pares de meias, de mulher, um branco e um preto, depois de serem vestidas em uma mesma perna e posteriormente retiradas provocando o atrito entre a meia e a perna, eram fortemente atraídas quando separadas a uma certa distancia. Concluiu então, que todo corpo neutro tinha uma quantidade igual de cada um de dois fluidos elétricos de sinais opostos. Portanto, um corpo eletrizado teria excesso de um deles sobre o outro. Contudo, essa concepção de Symmer diferia da de Du Fay, já que para este, as duas eletricidades (“vítrea” e “resinosa”) apresentavam o mesmo sinal (BASSALO, 1996, p. 304 *apud* SILVA, 2011, p.101).

Ao tratar dos materiais condutores e isolantes, pode se utilizar exemplos atuais, mas relacionando-os com os experimentos de *Gray*, que era apenas um tingidor de seda, e que após perceber alguns efeitos elétricos na seda se interessou por experimentos considerados fantásticos para a época, como quando pendurou um menino em uma espécie de “balanço”, e o eletrizou com uma máquina da época, e o menino atraiu pequeninas folhas de ouro, ou em diversos outros experimentos elétricos (SILVA, 2011).

Stephen Gray (1696-1736), fez o seguinte comunicado aos cientistas da época: “... a virtude elétrica de um tubo atritado pode ser transmitida a outros corpos com os quais ele está em contato e, então dar-lhes a mesma propriedade de atração que possui o tubo atritado” (ROCHA, 2002: 193, *ibid.*, 2011, p.105).

As descobertas de Gray foram corroboradas por experimentos desenvolvidos por ele. O físico BASSALO (1996) *apud* SILVA, 2011, descreve uma dessas experiências que foi muito importante para a conceituação de materiais condutores e isolantes elétricos.

... um tubo de vidro tampado com uma rolha de cortiça em uma de suas extremidades era atritado com um pedaço de lã e, em consequência disso, a rolha passou a atrair corpos leves. Em outra experiência, Gray observou que o comportamento da rolha de cortiça seria o mesmo se ela estivesse ligada ao tubo de vidro por intermédio de um fio longo de cânhamo. De outra feita, em vez de pendurar a corda verticalmente, ele a manteve na posição horizontal, pendurada no teto por meio de várias fitas de seda. Contudo, um certo dia partiu-se uma dessas fitas e ele a substituiu por um fio de cobre. Em virtude disso, Gray observou que a rolha de cortiça não mais se eletrizava (BASSALO, 1996, p.298 *apud ibid.*, 2011,p.105).

Ao discutir materiais isolantes e condutores, será possível relacionar aos Para-raios, e explicar o chamado “poder das pontas”, teoria construída por meio de um experimento sugerido por Benjamin Franklin, mas que este mesmo nunca o realizou com fios condutores, garrafa de Leyden, todos expostos a uma tempestade com relâmpagos. Acredita-se que motivados pelas ideias de Franklin, o experimento foi realizado por outros cientistas que confirmaram a relação entre os relâmpagos e as descargas elétricas dos laboratórios ou experimentos.

Ainda situando os conceitos historicamente, ao tratar da Lei de Coulomb, cita-se Joseph Priestley (1733-1804) e Henri Cavendish (1731-1810), o primeiro publicou em 1767 o livro intitulado “A história e a situação atual da Eletricidade”. Neste trabalho ele supôs que a força elétrica deveria diminuir de intensidade com o inverso do quadrado da distância. (SILVA, 2011, p.108).

E concluindo os conceitos eletrostáticos, ao falar de Campo Elétrico, e Blindagem Eletrostática, seus cálculos matemáticos e o entendimento teórico dos conceitos, há que se tratar de Faraday. “O conceito de Campo elétrico, que foi introduzido pelo físico e químico britânico Michael Faraday (1791-1867), que, através de seus experimentos, verificou que o espaço ao redor de um corpo carregado é preenchido com linhas de força.”(*ibidem*, 2011, p.109)

De acordo com Máximo e Alvarenga (1997), Michael Faraday já conhecia o fenômeno denominado Blindagem Eletrostática, realizando uma famosa experiência para poder relatar sua existência. Faraday entrou numa grande gaiola de metal que estava montada sobre suportes isolantes com um medidor elétrico em mãos, a gaiola de metal que foi em seguida eletrizada intensamente por seus assistentes. O cientista não sofreu nenhum dano e não foi verificada nenhuma descarga elétrica em seu interior, demonstrando assim, que a gaiola metálica, apesar de não possuir uma superfície contínua, apresentava a propriedade de proteger seu interior de quaisquer influências de fenômenos eletrostáticos ou eletromagnéticos, como sabe-se atualmente.

Apesar deste trabalho trazer apenas os conceitos de Eletricidade Estática, historicamente continua-se relacionando a pesquisa da Eletricidade até chegar a relação existente com o Eletromagnetismo.

Assim, a HC nos revela diversos debates, entre eles, os italianos Alessandro Volta e Luigi Aloisio Galvani. Através deles descobriu-se que a eletricidade poderia ser bem mais que choques ou faíscas teatrais, poderia ser gerada continuamente. Galvani, seguia ideias tradicionais e religiosas, porém Alessandro Volta era um liberal com ideias iluministas. Galvani fazia testes elétricos, com a máquina de Hauksbee, em cadáveres, sapos e rãs mortas. Estimulava músculos paralisados e acreditava que a Eletricidade seria parte dos corpos dos animais, um fluido que viria do cérebro e se transformaria em movimento. Galvani acreditava e defendia a “eletricidade animal”.

Alessandro Volta, discordava, acreditava que era a eletricidade externa que fazia os cadáveres e músculos de animais se moverem e começou sua busca pela nova fonte de Eletricidade. Ele analisava os metais que Galvani usara para contrair as pernas do sapo. Ele

descobriu que a eletricidade devia vir do contato entre os metais distintos, sua teoria contrariava a de Galvani. Volta, utilizando metais diferentes e ácidos, inventou o que conhecemos como "pilha."

A eletricidade liberada pela pilha ficou conhecida por corrente elétrica. Atualmente, sabe-se que o fluxo de elétrons é o que é chamado de corrente elétrica.

Após este episódio tem-se uma intensa pesquisa sobre a corrente elétrica seus efeitos e a busca para armazená-la e utilizá-la. Thomas Edson foi inventor reconhecido. Ele inventou a primeira lâmpada incandescente e desenvolveu meios de gerar eletricidade contínua, criou empresas e construiu a primeira usina geradora de eletricidade e rede elétrica em Nova York. Tesla, desenvolveu a corrente alternada e temos uma nova disputa, agora entre geração de corrente Contínua defendida por Thomas Edson e Corrente Alternada. Tesla venceu a disputa, e graças a suas ideias podemos hoje levar a eletricidade a milhões de quilômetros de distâncias.

Com o avanço no estudo do Magnetismo, Osterd foi quem descobriu a relação entre Magnetismo e Eletricidade, a base para a revolução tecnológica que se tem atualmente.

Assim, o contexto histórico será relevante durante toda a aplicação do produto, não sendo apenas uma introdução, mas fazendo parte da aprendizagem de cada conceito eletrostático desenvolvido e construído.

## **2.5 Ensino de Eletricidade Estática**

A utilização das tecnologias, bem como dos trabalhos em grupo, da história e dos experimentos, tem em comum o objetivo da construção da aprendizagem dos conceitos de Eletricidade Estática ou simplesmente Eletrostática.

A Eletrostática, segundo Roditi (2005, p.76), é o “Ramo da Física que investiga as propriedades e o comportamento dos campos elétricos de cargas elétricas ou fontes de cargas estacionárias, ou seja, ela se ocupa das propriedades das cargas elétricas em repouso”(RODITI apud SILVA, 2011, p.99).

Como docente, constata-se pela prática que o ensino da Eletrostática no nível médio, algumas vezes é rápido, dando-se apenas alguns tópicos para se chegar a Eletrodinâmica. E pior ainda, em algumas escolas dá-se ênfase apenas a Eletrodinâmica, sem que o aluno tenha a noção da evolução dos conceitos e possa fazer o elo entre o passado e presente, e compreenda melhor todo o estudo da Eletricidade e do Eletromagnetismo.

Apresentamos neste item, os tópicos a serem desenvolvidos e trabalhados no Ensino de Eletrostática, com enfoque na história, na experimentação e na tecnologia como principais subsídios para a aprendizagem.

### 2.5.1 Carga elétrica

Segundo Young e Freedman (2009), foi em 600 a.C., que Tales de Mileto, descobriu que ao atritar a resina âmbar com lã, ela adquiria a propriedade atrair objetos. Atualmente, sabe-se que o âmbar adquiria uma carga elétrica e se tornava carregado. O termo “elétrico” vem da palavra de origem grega *elektron*, que é o mesmo que âmbar.

Os fenômenos elétricos estão intimamente ligados à estrutura da matéria; e muitos cientistas propuseram diversas teorias para explicá-los.

O cientista Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739) realizou algumas experiências, onde descobriu a existência de dois tipos de eletricidade: “a eletricidade vítrea (+) e a eletricidade resinosa (-)”, percebendo que a repulsão ou atração entre duas esferas dependia de como elas eram eletrizadas. Benjamin Franklin (1706-1790) convencionou os sinais positivo e negativo. (MÁXIMO, 2010)

No final do século XIX, a descoberta do elétron como constituinte universal da matéria, feita por Joseph John Thomson (1856-1940), e a comprovação da existência de átomos e moléculas, em 1908, nos trabalhos de Jean Baptiste Perrin (1870-1942), físico francês, e o modelo planetário do átomo apresentado por Ernest Rutherford (1871-1937), físico neozelandês, e seus assistentes [...] foram importantes para mudar a explicação dos fenômenos elétricos, além da tese dos “fluidos” e ganhou maior credibilidade com o modelo baseado na estrutura atômica da matéria (BONJORNO, et. al. 2016).

Em 1909, Rutherford, acompanhado de Johannes Hans Wilhelm Geiger (1882-1945) e do professor inglês Ernest Marsden (1889-1970), trabalharam em uma experiência que permitia a observação da trajetória da radiação alfa (também descoberta por Rutherford). A partir das análises dos resultados dessa experiência, Rutherford idealizou um novo modelo atômico; o qual consistia numa região central, chamada de núcleo atômico, que é constituído de prótons e nêutrons, e ao seu redor existia a eletrosfera constituída por elétrons (SILVA, 2011, p.100).

O experimento de Rutherford consistia em lançar um feixe de partículas *alfa*, sobre uma lâmina de ouro que chocava com uma tela de sulfeto de zinco, esta brilhava ao receber as partículas. Ele e seu grupo de trabalho perceberam que a maior parte das partículas do feixe mantinha sua trajetória sem sofrer desvio, “apenas uma em cada 100 mil era desviada de um

ângulo superior a  $10^\circ$  e raras vezes, retornava na direção do lançamento”( TOSCANO e GONÇALVES F., 2016, p.69).

Para explicar, Rutheford disse que no átomo existia uma região pequena chamada de núcleo, que era envolto por elétrons. As partículas *alfa*, por serem positivas, ao se aproximarem do núcleo sofriam repulsão e mudavam assim sua trajetória. Como o número de partículas que passava sem desviar era grande, propôs então que havia um grande espaço vazio no átomo. Rutheford fez cálculos e mediu a probabilidade de desvio das partículas alfa, para alguns ângulos e, desse modo, foi possível determinar quantitativamente, as dimensões do átomo: o núcleo, com aproximadamente  $10^{-12}$  cm e o átomo,  $10^{-8}$  cm (ibid., 2016).

Tipler (2006, p.4) relata que a “carga elétrica de um elétron ou de um próton é uma propriedade intrínseca da partícula, assim como a massa e o *spin*”

Experiências revelaram que os prótons e os elétrons são partículas eletrizadas que apresentam comportamentos opostos, mas com igual intensidade. E assim, associou-se ao próton e elétron a propriedade denominada carga elétrica, e por convenção, estabeleceu-se que a carga elétrica associada ao elétron é negativa e ao próton é positiva (BONJORNO, et al., 2016, p. 16).

No início do século XX, o físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953), realizou experiências com gotas de óleo eletrizadas por atrito e concluiu que a carga elétrica é quantizada, ou seja, a quantidade de carga é sempre igual ao múltiplo de uma quantidade da carga elementar, representada por  $e$ . Logo, a carga elétrica é dada pela equação:  $Q = n.e$ , sendo  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C, denominada de carga elétrica fundamental e  $n$  é um número inteiro (MÁXIMO, 2010).

Millikan incorporou duas placas de metal dentro de uma câmara de bolhas[...], a fim de estabelecerem campo elétrico variável no interior do dispositivo e, em seguida, pulverizou gotículas de água. Sob a ação de determinado valor de campo elétrico, a gota eletrizada poderia atingir um estado de equilíbrio e ser visualizada por um tempo significativo. Quando uma gota atingia o equilíbrio, seu peso se igualava ao módulo da força elétrica, e era possível escrever:  $q \cdot E = m \cdot g$ , assim  $|q| = mg/E$ . Com base nesse raciocínio, Millikan determinou a carga de uma série de gotículas e percebeu que sempre múltiplos de um determinado valor, menor do que o valor da carga de qualquer outra gotícula. Esse valor é a medida da carga elementar, ou da carga de 1 elétron, igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  (SANT'ANNA et al., 2013, p.44).

“Entretanto, para os corpos em geral “ $n$ ” normalmente é muito grande e a carga parece ser contínua, da mesma forma que o ar tem a aparência de ser contínuo, quando se sabe que ele é constituído de muitas moléculas” (TIPLER, 2006, p.4).

No S.I. uma carga elétrica é dada em Coulomb (C), que é definido em função da unidade de corrente elétrica, o ampére (A) que é a unidade de corrente elétrica, “O Coulomb é igual à quantidade de carga que passa por um condutor em um segundo quando a corrente no condutor é de um ampére” (ibid. 2006, p.4 ).

### 2.5.2 Princípio da atração e repulsão

*“Cargas com mesmo sinal elétrico se repelem, e com sinais contrários se atraem”* (TIPLER, 2006, p. 3).

O primeiro a propor a existência de dois tipos de Eletricidade foi Du Fay em 1733, fazendo experiências. Du Fay já havia concluído que a repulsão entre corpos eletrizados também era uma realidade. Esta repulsão passou a ser considerada uma nova propriedade dos corpos carregados eletricamente. Ele também já havia descoberto o mecanismo de atração-contato-repulsão (ibid., 2006).

A atração entre cargas contrárias e a repulsão entre cargas iguais, é facilmente comprovada com experimentos clássicos, porém de difícil interpretação pelos alunos. Tanto que no início dessas descobertas a atração parecia mágica ou poderes sobrenaturais.

Através de experimentos clássicos com pente de cabelo, canudos plásticos ou bolas de aniversário, representando o tubo de vidro utilizado originalmente, é possível se repetir o experimento que nos demonstra a atração e repulsão dos materiais.

Segundo TIPLER, 2006, p.3 “atualmente sabemos que quando o vidro é atritado com a seda, os elétrons são transferidos do vidro para a seda. Já que a seda está carregada negativamente [...], os elétrons possuem carga negativa.”

Na série triboelétrica (em grego significa “fricção”), os materiais localizados mais abaixo nessa série, apresentam maior afinidade com os elétrons. Quando colocamos dois desses materiais em contato, os elétrons serão transferidos dos materiais acima para os localizados abaixo.

Na página 4, TIPLER, vol. 2, 2006, traz a série triboelétrica, com alguns materiais que cedem elétrons e outros que recebem elétrons, dependendo de com qual os atritemos . Esta série é muito utilizada no EM, em Eletrostática e foi transcrita no quadro 2, a seguir:

**Quadro 2- série triboelétrica**

(+) Extremidade Positiva da Série
Amianto, vidro, náylon, madeira, couro, prata, alumínio, papel, algodão, aço, plástico, níquel e cobre, bronze e prata, borracha sintética, Orlon(tipo de acrílico), Saran (tipo de plástico), polietileno, teflon, borracha de silicone
(-) Extremidade Negativa da Série

**Cf. Tipler, volume2, 2006, p.4**

### 2.5.3 Princípio da conservação das cargas elétricas

*“Num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das quantidades de cargas positivas e negativas é constante”* (TIPLER, 2006, p.4). A carga elétrica resultante de dois corpos permanece constante, isto é, a carga elétrica é conservada.

Acredita-se que a lei da conservação da carga elétrica seja uma lei de conservação universal, não existindo nenhuma experiência que viole esse princípio. Até em interações envolvendo energias elevadas, durante as quais ocorrem criação e destruição de partículas, tal como a criação de um par elétron-pósitron, a carga elétrica total do sistema isolado permanece exatamente constante (YOUNG E FREEDMAN, 2009, p. 4).

Quando se atritam dois corpos, um deles passa a ter uma quantidade a mais de elétrons, ficando carregado negativamente, o outro corpo atritado fica com falta de elétrons,

tornando-se positivo. A carga total, resultado da soma das cargas dos dois corpos permanece constante, ou seja, se conserva.

O famoso cientista, Benjamin Franklin (1706-1790) fez relatos ao historiador da ciência, o inglês Peter Collinson (1693-1768), em que ele fez a seguinte descrição: “... um ou mais corpos devem ganhar fogo elétrico de corpos que perdem-no (esta afirmação é hoje conhecida como a lei de conservação da carga elétrica)”(BASSALO, 1996, 301, *apud* SILVA, 2011,p.101). Mas atualmente sabe-se que esse “ fogo elétrico” dos corpos, descrito por Franklin, na verdade é a carga elétrica que pode ser doada ou recebida, mas a soma delas permanece a mesma sempre.

Portanto, se num sistema eletricamente isolado houver “n” corpos com pelo menos um deles eletrizado, poderão ocorrer trocas de cargas elétricas entre eles, mas a soma algébrica dessas cargas será a mesma antes, durante e depois das trocas. Podemos dizer então que :  $(\Sigma Q)$  antes das trocas de cargas elétricas =  $(\Sigma Q')$  após as trocas de cargas elétricas. (BISCUOLA, et al., 2013)

#### 2.5.4 Materiais Condutores e isolantes

Em muitos materiais, como o cobre e outros metais, alguns elétrons podem se movimentar livremente. Esses materiais são chamados condutores. Já em outros materiais como a madeira ou o vidro, todos os elétrons estão unidos nas vizinhanças dos átomos e não podem se mover livremente. Esses materiais são chamados de isolantes (TIPLER, 2006, pág. 5).

Foi o físico anglo-francês John Theophilus Desaguliers (1683-1744) quem utilizou pela primeira vez os termos condutores e insuladores (isolantes), em 1739, ao se referir aos corpos condutores de “fluídos” elétricos e aos que isolavam o mesmo “fluído” na região em que eram atritados, respectivamente (BASSALO, 1996 *apud* SILVA 2011).

“Segundo Rocha (2002), os fenômenos de condução e indução elétrica entraram no mundo da ciência em 1729, pelo inglês Stephen Gray ao então dar-lhes a mesma propriedade de atração que possui o tubo atritado” (ROCHA, 2002: 193 *apud ibid.*, p.104).

Sabemos que um átomo que tem um elétron removido ou adicionado, adquire uma carga elétrica e este, é chamado de íon. “Um condutor é eletricamente neutro se para cada íon com uma carga positiva +e existe um elétron livre com uma carga negativa -e”(TIPLER, 2006, p.5)

Tanto um material condutor, quanto um material isolante podem ser eletrizados. Porém, no isolante, a carga elétrica em excesso permanece exclusivamente no local onde se deu o processo de eletrização, já no material condutor, essa carga se distribui na superfície externa (BISCUOLA, et.al., 2013).

Quando vários átomos se reúnem para formar alguns sólidos nos condutores, os elétrons das órbitas mais externas não permanecem ligados ao respectivo átomo, adquirindo liberdade de movimento. Estes são os chamados “elétrons livres”.

Existem os condutores de primeira, segunda e terceira espécie. Os de primeira espécie, embora somente pela Física Quântica, pode se justificar a existência de elétrons livres, de modo simples podemos dizer que esses materiais os possuem. Como exemplo, temos os metais e a grafita. Os condutores de segunda espécie, possuem íons positivos e íons negativos, isto é, átomos que perderam ou ganharam elétrons; os encontramos em soluções eletrolíticas, como soluções aquosas de ácidos, bases ou sais. E os condutores de terceira espécie, podem conter portadores de carga que podem ser íons negativos, íons positivos e elétrons livres, exemplo dos gases ionizados, como a lâmpada fluorescente que tem gás em seu interior que se ioniza com a tensão elétrica aplicada (*ibidem.*, 2013).

### 2.5.5 Eletrização por atrito

William Gilbert (1544-1603), em 1600,

[...]ao estudar a eletrização dos corpos por fricção, Gilbert achava que tal eletrização decorria da remoção de um fluído, ou humour (substância etérea e imaterial) esses mesmos corpos, deixando um efluvium elétrico, ou atmosfera, em seus redores...” (BASSALO, 1996:120 *apud* SILVA, 2011, p.102).

Ao longo do tempo descobriu-se que o atrito entre os corpos faz ocorrer a eletrização destes, ou seja, quando dois corpos são atritados, um perde elétrons e outro ganha. Assim, um adquire excesso de carga elétrica positiva e outro negativa.

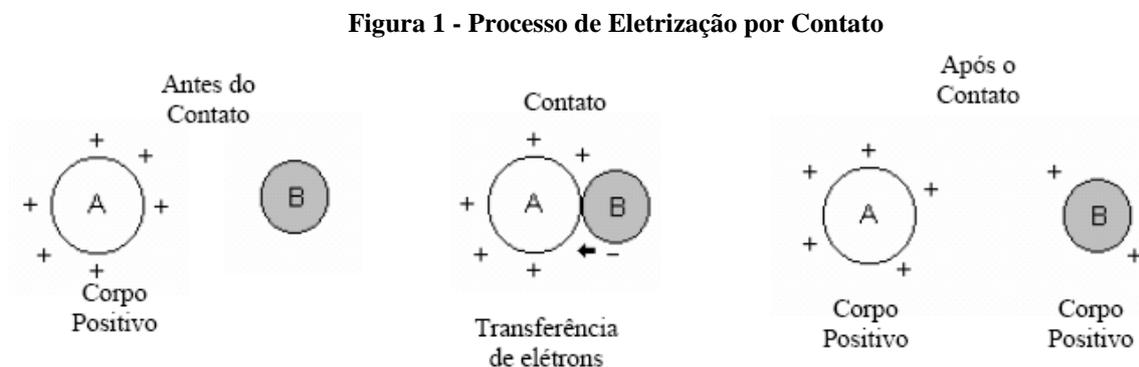
Bonjorno, et.al., (2016) traz que quando dois materiais diferentes são atritados, o contato entre eles acontece com grande proximidade tal que os átomos de um material interagem muito com os átomos do outro. Nessa interação, os elétrons de um corpo se transferem para o outro. O que doa elétrons fica eletrizado positivamente, e aquele que recebe elétrons fica eletrizado negativamente.

Assim, na eletrização por atrito, há a transferência de elétrons de um objeto para o outro. Os objetos adquirem cargas elétricas com sinais opostos e em igual número. Ao

atritarmos os materiais da série triboelétrica, dada no quadro 2, os localizados na parte de cima, tendem a doar elétrons para os localizados abaixo, e ambos ficam com cargas contrárias, ou seja, positiva e negativa (TOSCANO e GONÇALVES F., 2016).

### 2.5.6 Eletrização por Contato

Para eletrizar um corpo por contato, deve-se colocar um corpo carregado eletricamente em contato com um corpo neutro. Se inicialmente, antes do contato o corpo eletrizado estiver positivo, após o contato o corpo neutro cede elétrons para o corpo eletrizado. Já que a carga positiva atrai os elétrons do corpo neutro, como na figura 1.



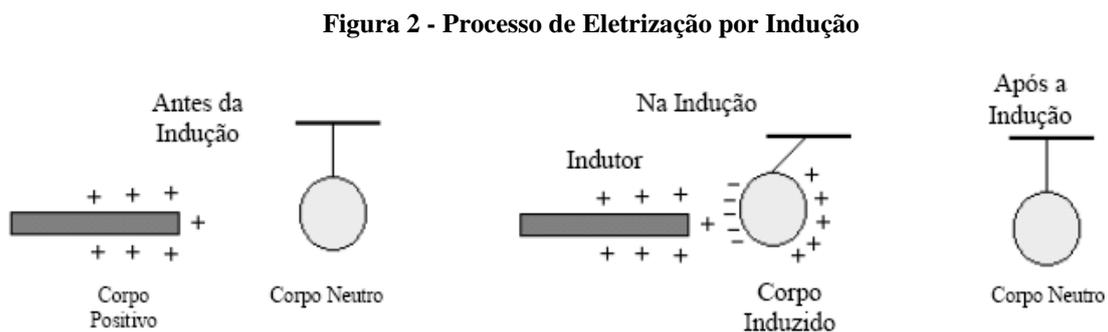
Fonte: PIRES (2008), disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfjqYAI/apostila-circuitos-eletricos> Acesso em 15 de fevereiro de 2018.

Ao final, ambos os corpos estão com a mesma carga elétrica, que no caso é positiva. Se na situação anterior o corpo eletrizado estivesse com carga negativa e fosse colocado em contato com um corpo neutro, parte dos elétrons do corpo eletrizado seriam transferidos para o corpo neutro e ambos ficariam eletrizados negativamente. Assim, na eletrização por contato, os corpos adquirem a mesma carga elétrica. Esse tipo de eletrização ocorre mais em corpos condutores (BONJORNIO *et.al.* 2016).

No aterramento temos o contato do corpo eletrizado com a terra. A carga elétrica em excesso pode ser escoada para a terra tanto por meio do ar úmido, que é condutor, como do contato direto com o solo, através de um material condutor, como um fio por exemplo. A carga é redistribuída, e esta é proporcional ao tamanho dos corpos envolvidos. Como a terra é muito maior que o material, a carga elétrica que nele permanece é praticamente nula. Assim, podemos dizer que o corpo se descarregou ou ficou eletricamente neutro (*ibidem*, 2016), Assim, basicamente é o funcionamento do conhecido “fio terra”.

### 2.5.7 Eletrização por indução

Na figura 2, podemos observar como ocorre a indução eletrostática, ao aproximarmos a barra eletrizada positivamente de um corpo neutro, ela atrai o corpo neutro, e o polariza, ou seja, separa as cargas positivas e negativas. Embora, como um todo ele continue neutro. Esta separação das cargas de um condutor provocada pelo indutor, no exemplo a barra eletrizada, é que chamamos de Indução Eletrostática.



Fonte: PIRES,(2008), disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfjqYAI/apostila-circuitos-eletricos> Acesso em 15 de fevereiro de 2018.

Mantendo o indutor próximo ao condutor, suponha que liguemos o condutor que foi induzido eletrostaticamente à terra por um fio metálico, isto faz com que os elétrons passem da terra para o condutor. Estes elétrons vão neutralizar a carga positiva no condutor. Se depois desfizemos a ligação com a terra e afastarmos o indutor, a carga negativa se distribuirá pela superfície do condutor. O condutor assim adquiriu uma carga negativa, contrária a do indutor e ocorreu a eletrização por indução (MÁXIMO, 2010).

A eletrização por Indução ocorre quando se aproxima um material carregado eletricamente de outro neutro.

William Gilbert (1544-1603), em 1600,

observou, também, que o cristal de rochas e uma grande variedade de pedras preciosas apresentavam o mesmo comportamento do âmbar, isto é, atraíam corpos leves quando atritados [processo de indução elétrica]. Como em grego elektron significa âmbar, Gilbert denominou de elétricos, os corpos que se comportam como o âmbar; às substâncias que não conseguira “eletrizar” (como, por exemplo, os metais), denominou-as de não elétricas ( apud SILVA, 2011, p.102).

Na Indução através do aterramento, a carga livre em uma esfera condutora é carregada positivamente e atrai as cargas negativas na esfera. A carga negativa permanece se a conexão à terra for interrompida antes de a barra ser removida. Após a barra ser removida, a esfera possuirá uma carga negativa uniforme. Para muitas aplicações, a terra pode ser

considerada um condutor infinitamente grande com suprimento abundante de carga livre. Se um condutor for conectado à terra, ele será considerado “aterrado” (TIPLER, 2006).

O chamado “fio terra” tem muita utilidade, principalmente nos instrumentos chamados Para-raios.

O Para-raios é um instrumento que serve para proteger a eletrização de áreas altas, próximas as nuvens, como prédios, igrejas, antenas e árvores, consiste geralmente em uma haste de metal conectada a um fio de metal, ligado ao solo e aterrado.

Atribui-se a Benjamin Franklin, a invenção do para-raios. Ele colocou uma ponta de ferro em um lugar alto para tentar captar uma faísca e, depois examinar o resultado. Sua intenção era comprovar que a faísca elétrica produzida em laboratório era da mesma natureza que a atmosférica. (TOSCANO e GONÇALVES F., 2016, p.78)

Como já foi relatado, diversos livros didáticos atribuem o “experimento da pipa” à Franklin, mas ele nunca o fez.

Os raios ou relâmpagos são formados na atmosfera, um acúmulo de cargas elétricas faz ocorrer uma descarga, que gera faísca, e esta se dirige ao solo. Ao se aproximar da terra, ela também emite uma descarga elétrica, o encontro destas duas cargas são os raios. Os raios também podem ser formados pela diferença de tensão entre nuvens próximas.

Para proteger as grandes construções foi desenvolvido o Para-raios. Um Para-raios é constituído por material que seja bom condutor de eletricidade. As nuvens ao se aproximarem dele, faz com que seus elétrons sejam repelidos pela carga da nuvem e se transfere para a terra. A extremidade do material condutor fica carregada com cargas positivas, o ar penetra entre ele e a nuvem, é o condutor, e a faísca solta para o Para-raios. Isto ocorre, em consequência da separação de cargas elétricas e por estar próximo à nuvem com carga contrária. Se for uma nuvem carregada positivamente, próxima a um Para-raios, ela atrairá os elétrons da terra pelo fio que liga o Para-raios ao solo, os elétrons escapam da extremidade do Para-raios, saltando para a nuvem e descarregando-a. Assim, dizemos que o raio “subiu” (*ibidem*,2016).

Então, os relâmpagos ou raios são descargas elétricas entre o solo e as nuvens. Isso ocorre devido à diferença de potencial (ddp), existente entre uma nuvem e um local no solo que pode ser de 100 milhões a 1 bilhão de volts (BISCUOLA et.al., 2013).

A atmosfera da Terra é sempre ionizada por raios cósmicos, radiações ultravioletas, e materiais radioativos existentes na crosta. Assim, predominam nela, as cargas positivas, num

valor estimado em  $+6 \cdot 10^5$  C, e na superfície da terra existe uma distribuição de cargas negativas de igual valor, essas distribuições de carga da crosta e da atmosfera determinam num ponto da terra, um potencial que é considerado negativo, mas como este é utilizado como referência atribui-se o valor zero. Assim, o potencial de um material e o solo é a diferença de potencial entre ele e o mesmo.

### 2.5.8 Lei de Coulomb

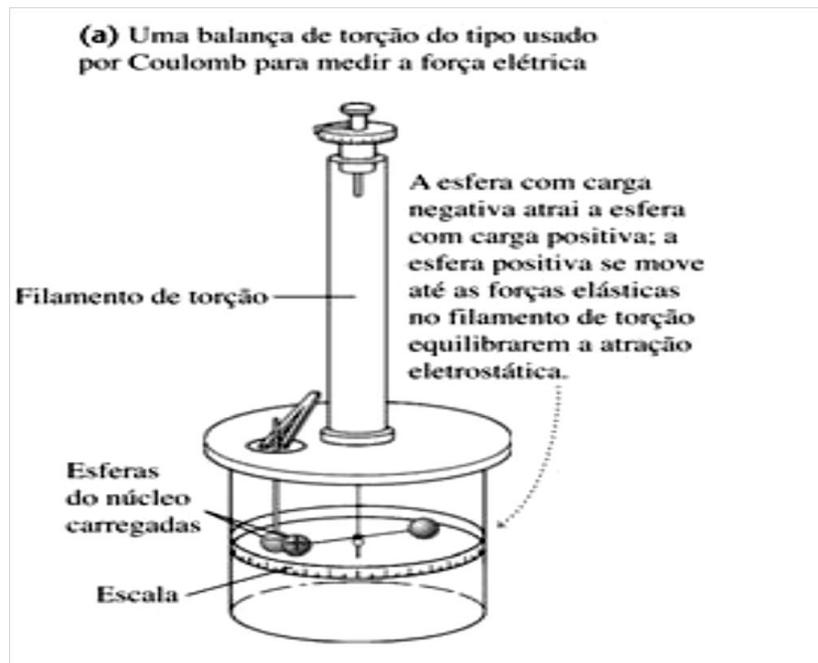
Até os trabalhos de Franklin e Dufay, no século XVIII, somente os aspectos qualitativos dos fenômenos eletrostáticos tinham sido pesquisados e abordados. Alguns perceberam que para os estudos progredirem, tinham que fazer relações matemáticas. Houve uma real preocupação em avaliar quantitativamente a Força Elétrica (F) e a distância (r) entre os materiais. Perceberam que havia semelhança entre a atração elétrica e a gravitacional, alguns físicos deduziram que assim como a força gravitacional, a força elétrica também variava com o inverso do quadrado da distância. (MÁXIMO, 2010)

Joseph Priestley (1733-1804) publicou em 1767 o livro intitulado “A história e a situação atual da Eletricidade”. Neste trabalho ele supôs que a força elétrica deveria diminuir de intensidade com o inverso do quadrado da distância; “essa suposição decorreu do fato dele haver observado que pedacinhos de cortiça colocados no interior de um recipiente metálico não sofriam nenhuma influência elétrica”(BASSALO, 1996 *apud* SILVA 2011 p.108).

Alguns cientistas começaram realizar medidas para provar isto, um deles foi Cavendish (1732-1810), ele fez experimentos em que observou isto e ele avaliava o valor da força elétrica através de choques em seu próprio corpo. (*ibidem*, 2011)

Porém, quem mais se destacou foi “Charles Augustin Coulomb (1736-1806) que provou, com relativa precisão a hipótese de Priestley, ao utilizar uma balança de torção” (BASSALO, 1996, *apud ibidem.*, 2011, p.108). Pode-se observar na figura 3 a imagem aproximada de uma balança de torção como a utilizada por Coulomb.

**Figura 3-Uma balança de torção do tipo usado por Coulomb**



Fonte: Youg e Freedman, 2009, p.8.

Máximo (2010), conta em seu livro que Coulomb apresentou à Academia de Ciências da França um relatório de seus trabalhos. Ele construiu a balança de torção, com ela podia medir as forças de atração e repulsão entre os materiais eletrizados. Ela era feita de duas esferas de metal, equilibradas nas extremidades de uma haste e suspensa por um fio. As duas esferas eram eletrizadas e aproximadas uma da outra, devido a força elétrica entre as esferas a haste girava, criando uma torção no fio. Assim, Coulomb conseguia medir o ângulo da torção e determinar a intensidade da força entre as esferas. Com esta balança de torção, Coulomb media forças de até  $10^{-8}$ N, ele separava as esferas por diferentes distâncias, ele verificou que a força mudava de acordo com a distância elevada ao quadrado. E também concluiu que a força era proporcional ao produto das cargas elétricas das esferas. Coulomb determinou então a lei que leva seu nome, isto foi importante porque esta lei foi a primeira lei fundamental definida na História da Eletricidade.

A Lei de Coulomb pode ser enunciada do seguinte modo: “A intensidade da força de ação mútua entre duas cargas elétricas puntiformes é diretamente proporcional ao produto dos valores absolutos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa”. (RAMALHO et al., 1999, p. 17 )

A representação quantitativa da Lei de Coulomb é a seguinte:

$$F = K \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2 \quad . \quad (1)$$

Onde:  $F$  representa a força elétrica,  $K$  a constante eletrostática,  $q_1$  e  $q_2$  são os valores absolutos das cargas  $|q_1|$  e  $|q_2|$ , e  $r$  é a distância entre as cargas.

O valor de 1 Coulomb, que recebeu este nome em homenagem a Charles Augustin Coulomb nos diz que o corpo perdeu ou ganhou  $6,25 \times 10^{18}$  elétrons.

Para uma distância que não varie, sabe-se que a força elétrica é diretamente proporcional ao produto das cargas. Por outro lado, se mantivermos os valores das cargas elétricas e variarmos a distância entre elas, a força de interação, seja de atração ou repulsão, é inversamente proporcional ao quadrado das distâncias (SANT'ANNA et.al.,2013).

A constante eletrostática ( $K$ ), é uma constante de proporcionalidade, foi obtida para cargas no vácuo, seu valor é  $K = 8,987551787 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , o valor da constante tem muitos algarismos significativos porque seu valor está relacionado à velocidade da luz no vácuo. Também escrevemos a constante

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad (2)$$

em que o  $\epsilon_0$  (épsilon zero) é também uma constante e seu valor é aproximadamente,  $8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ . Assim, a lei de Coulomb também pode ser escrita como

$$|F| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \quad (3)$$

(YOUNG E FREEDMAN, 2009).

“Quando as cargas não estiverem no vácuo, sofrerão influência do meio, de maneira que o módulo da força de interação entre elas será menor do que aquela que atuaria na situação de vácuo”(op. cit, 2013, p.31).

O fator de redução é chamado de Constante Dielétrica do meio. E quanto maior for o seu valor, maior é o grau de polarização e menor o valor da força entre as cargas. (MÁXIMO e ALVARENGA, 2010)

A Lei de Coulomb é válida para esferas de pequeno diâmetro, considerando as dimensões desprezíveis, as chamadas cargas puntiformes. (TOSCANO e GONÇALVES F., 2013)

A força elétrica é uma grandeza vetorial e por ser grandeza vetorial, além da intensidade também deve ser determinada a direção e o sentido da força entre as cargas. A direção é coincidente com a direção da reta que une as cargas e o sentido depende dos sinais das cargas elétricas.

Segundo Tipler (2006), quando a força elétrica for exercida por um sistema de cargas, cada uma exerce uma força sobre as demais. A força resultante sobre qualquer uma

carga, é o vetor soma das forças exercidas individualmente sobre aquela carga. Isto é consequência do princípio da superposição das forças.

A lei de Coulomb descreve apenas a interação entre duas cargas puntiformes. Quando duas cargas exercem forças sobre uma terceira, a força total exercida sobre a terceira carga é a soma vetorial das forças individuais das duas cargas iniciais. Essa propriedade é chamada de “princípio da superposição das forças”, serve para qualquer número de cargas. Na teoria, a Lei de Coulomb só seria utilizada para cargas puntiformes no vácuo, se existir matéria entre as cargas, a força resultante sobre cada carga seria alterada devido a indução das cargas elétricas (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

### 2.5.9 Campo Elétrico e Blindagem Eletrostática

Sabe-se que quando certa carga elétrica  $Q$  é colocada próxima à outra carga  $q$ , ocorrerá uma força elétrica entre as duas cargas. Mas, como elas conseguem exercer forças entre si? A resposta está no conceito de Campo Elétrico, que o físico e químico britânico Michael Faraday (1791-1867) ”sugeriu que o espaço que circunda um corpo carregado fosse preenchido com “algo” que pudesse puxar ou empurrar; o que foi denominado de linhas de força” (HALLIDAY, 2003 apud SILVA, 2011, p.109).

O campo é uma região não material que existe ao redor de todo corpo eletrizado e que faz intermediação na troca de forças com outros corpos eletrizados. Ele surge ou se instala preenchendo todo o espaço ao redor do corpo assim que for eletrizado (BONJORN, 2016, p. 33).

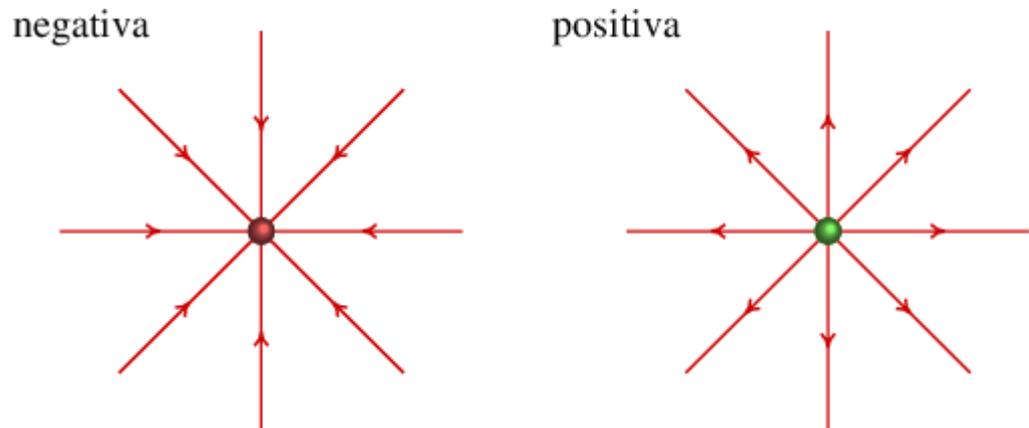
Atualmente, sabe-se que campo elétrico é uma deformação elétrica do espaço-tempo e depende da geometria. Cada carga elétrica deforma o espaço e para haver interação deve existir duas cargas elétricas, (os elétrons - férmions), partículas com spin semi-inteiro.

A força elétrica exercida por uma carga sobre outra é um exemplo de ação de força a distância, assim como a força gravitacional. Como a ação é a distância,[...]Uma carga produz um campo elétrico e em todo o espaço, e esse campo exerce uma força sobre ela, e não a primeira carga, que está a uma certa distância. As variações no campo se propagam através do espaço com a velocidade da luz e assim se uma carga for subitamente deslocada, a força que ela exerce sobre uma segunda carga a uma distância  $r$  não irá variar antes de decorrido um intervalo de tempo igual a  $r/c$  (TIPLER, 2006, p.5).

O campo elétrico, assim como a força elétrica é de natureza vetorial, em cada ponto é representado por um vetor  $\vec{E}$ , cuja direção é a da reta que passa pela carga  $Q$ . O sentido do

campo por convenção, orienta-se “para fora” da carga que o gera, quando esta for positiva e “para dentro” quando a carga que o gera for negativa (BONJORNO, 2016).

Figura 4: Campo elétrico de uma carga negativa (esquerda) e de uma carga positiva (direita)



Disponível em: [https://def.fe.up.pt/eletromagnetismo/campo\\_eletrico.html](https://def.fe.up.pt/eletromagnetismo/campo_eletrico.html). Acesso em 28 de fev de 2018.

As linhas de força de um campo são tangenciais à direção do campo elétrico em cada ponto da região e orientadas no mesmo sentido do campo elétrico. No vetor campo elétrico criado por uma carga negativa, as linhas de força têm direção radial, mas o sentido é convergente, já as do campo elétrico gerado por uma carga positiva também é radial, porém, divergente (SANT’ANNA *et al.*, 2013).

O campo elétrico não é plano, ele depende da fonte geradora e sua força é Coulombiana. A lei de Coulomb só é válida para cargas puntiformes.

Uma pequena carga de prova  $q_0$  nas vizinhanças de um sistema de cargas  $q_x$ ,  $q_y$ ,  $q_z$ ... fica sujeito a uma força  $F$  que é proporcional a  $q_0$ . A relação  $F/q_0$  é o campo elétrico naquele ponto. A força resultante sobre  $q_0$  é o vetor soma das forças individuais exercidas sobre  $q_0$ , por cada uma das outras cargas presentes no sistema. Uma vez que cada uma dessas forças é proporcional a  $q_0$ , a força resultante será, também, proporcional a  $q_0$ . O campo elétrico  $\vec{E}$  em um ponto será igual a essa força dividida por  $q_0$  (TIPLER, 2006, p.7).

Assim, para evidenciarmos o campo elétrico gerado por uma carga  $Q$ , em um ponto do espaço, usa-se uma carga de prova  $q$  colocada nesse ponto. Essa carga fica sob a atuação da força elétrica  $\vec{F}$ . Deste modo, o campo elétrico  $\vec{E}$ , é definido pela razão entre a força atuante e o valor da carga de prova ( $q_0$ ), de acordo com a equação 4 (BONJORNO, 2016):

$$\vec{E} = \vec{F}/q_0 . \quad (4)$$

A unidade no Sistema Internacional do campo elétrico é o Newton por Coulomb (N/C). O Tipler (2006), traz uma lista de alguns campos elétricos encontrados na natureza, como exemplo nas ondas de rádio  $E=10^{-4}$  N/C, na atmosfera  $E=10^2$  N/C, na luz solar,  $10^3$  N/C, sob uma nuvem de tempestade de  $10^4$  N/C.

O campo elétrico descreve a condição no espaço estabelecida pelo sistema de cargas puntiformes. Ao se mover uma carga de prova  $q_0$  de um ponto para outro, pode-se determinar o campo  $\vec{E}$ , para todos os pontos do espaço (exceto para os pontos ocupados por uma carga  $q$ ). Assim, o campo elétrico  $\vec{E}$ , é uma função vetorial da posição. A força exercida sobre uma carga de prova  $q_0$  em qualquer ponto está relacionada ao campo elétrico naquele ponto por  $\vec{F} = q_0 \vec{E}$  (TIPLER, 2006, p. 7).

A função:

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}, \quad (5)$$

será aplicada a cargas puntiformes, a força da carga elétrica de teste  $q_0$  pode variar, assim, o campo elétrico pode assumir vários valores, em pontos diferentes (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

Em um campo elétrico uniforme, o vetor  $\vec{E}$  mantêm a mesma intensidade, direção e sentido. Num campo elétrico uniforme, as linhas de força são paralelas e o espaço entre elas é constante, um exemplo é o campo elétrico gerado entre duas placas condutoras (BONJORNIO, 2016).

Para definirmos campo elétrico, tomamos o limite da equação 6, quando  $q_0$ , tende a zero,

$$\vec{E} = \lim_{q_0 \rightarrow 0} \frac{\vec{F}_0}{q_0}, \quad (6)$$

mas, podemos supor que a distribuição de cargas seja fixa e não utilizar o processo de limite. (op.cit., 2009)

A Lei de Coulomb só é válida para cargas puntiformes e assim, podemos introduzir o vetor unitário  $\hat{r}$ , que une o ponto da fonte e o ponto do campo e que segue ao longo da linha, ele é igual ao vetor deslocamento  $\vec{r}$ , que liga o ponto da fonte ao campo, dividido pela distância, assim,

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}, \quad (7)$$

entre os pontos, ou seja,

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}. \quad (8)$$

Ao colocarmos uma carga de teste  $q_0$  no ponto  $p$  a uma distância  $r$  da fonte, a força será dada pela lei de Coulomb:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q q_0|}{r^2}. \quad (9)$$

Portanto, o módulo do campo elétrico  $E$  é dado por

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \quad (10)$$

e utilizando o vetor unitário  $\hat{r}$ , temos a equação vetorial que fornece o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \hat{r} \quad (11)$$

(YOUNG e FREEDMAN, 2009).

Por definição, o campo elétrico de uma carga puntiforme sempre aponta para fora de uma carga elétrica que seja positiva, sendo mesmo sentido de  $\hat{r}$  e para dentro de uma carga negativa, ou seja, sentido contrário ao do vetor  $\hat{r}$ .

Para Young e Freedman (2009), como o campo elétrico  $\vec{E}$  pode variar de um ponto a outro, ele não é dado por uma só grandeza vetorial, mas “por um conjunto infinito” de grandezas vetoriais, cada qual associada a um ponto do espaço. Campos vetoriais constituem uma parte importantes da Física, principalmente no Magnetismo e na Eletricidade.

Para determinarmos o campo elétrico produzido, por cargas distribuídas no material, vamos imaginar que é um conjunto de cargas puntiformes,  $q_1, q_2, q_3, \dots$  “para qualquer ponto  $P$ , cada carga puntiforme produz seu respectivo campo elétrico  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \dots$  de modo que uma carga de teste  $q_0$  colocada em  $P$  sofre a ação de uma força  $\vec{F}_1 = q_0 \vec{E}_1$  exercida pela carga  $q_1$ , e assim para as outras forças (YOUNG E FREEDMAN, 2009, p. 17).

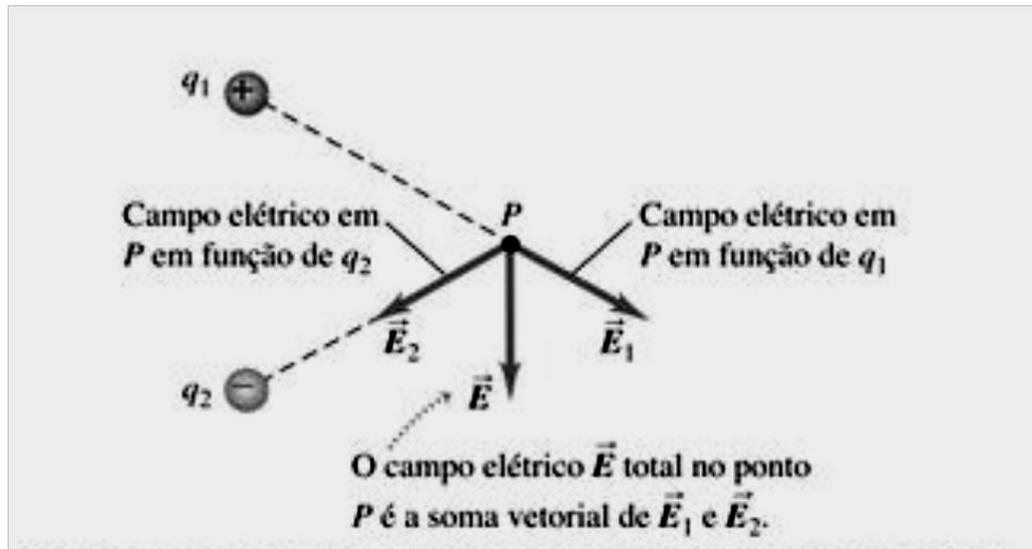
A força total é a soma vetorial de todas as forças e o resultado de todas as cargas distribuídas é dado pelo campo elétrico total  $\vec{E}$  no ponto  $P$ .

Esse campo é dado por

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots, \quad (12)$$

o campo elétrico total é igual a soma vetorial dos campos de cada carga. É o princípio da superposição dos campos elétricos. A figura 5, ilustra o princípio da superposição de campos elétricos (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

Figura 5- superposição de campos elétricos



Fonte: Young e Freedman, 2009, p.18.

Para uma carga distribuída ao longo de uma linha, ou ao longo de um volume, tem que se utilizar termos adicionais, como densidade linear de carga ( $\lambda$ ) para distribuições lineares, medida em C/m. Caso seja em superfície a distribuição, usa-se a densidade superficial de carga ( $\sigma$ ), medida em C/m<sup>2</sup> e se a carga estiver distribuída ao longo de um volume, a densidade volumétrica de carga ( $\rho$ ), medida em C/m<sup>3</sup>

A Lei de Gauss, é importantante para a simplificação dos campos elétricos, é uma alternativa à Lei de Coulomb, mas além disso, esta Lei trata da relação entre cargas elétricas e campos elétricos e pode ajudar na compreensão da distribuição das cargas elétricas em condutores. Devemos utilizar superfícies imaginárias, ou as chamadas superfícies gaussianas, esta Lei faz a relação entre o campo total no interior da superfície e o campo elétrico de todos os pontos da superfície imaginária.

Foi formulada por Carl Friedrich Gauss (1777-1855), um grande matemático em sua época. Podemos fazer uma analogia entre o vetor campo elétrico e um fluido se movimentando. Mas, sabe-se que o fluxo não existe na prática, assim o fluxo do campo elétrico pode ser para dentro ou para fora da superfície, dependendo de sua carga (YOUNG e FREEDMAN, 2009, p.47).

A Lei de Gauss estabelece a relação entre o fluxo do campo elétrico em uma superfície fechada, com a carga elétrica que existe limitada por esta superfície. O fluxo do campo elétrico,  $\varphi$ , que passa apenas por uma região fechada paralelamente é zero, mas o fluxo é diferente de zero quando a região é a que contém a fonte geradora do campo.

Se como exemplo for um cubo ou uma caixa, quando a carga dentro dela for zero, o fluxo é zero, se dentro da caixa existir uma carga positiva e uma negativa, a carga que entra cancela a que sai da caixa, a carga líquida também será zero, num terceiro caso de carga líquida zero é quando o fluxo de fora, que é uniforme, cancela o de dentro, estas conclusões não dependem do tamanho da caixa ou do cubo. Qualitativamente o fluxo dá uma descrição, para se saber se o campo elétrico  $\vec{E}$ , está saindo ou entrando da superfície. Assim, o fluxo é diretamente proporcional a carga líquida que existe dentro da caixa, ou da superfície Gaussiana (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

O fluxo elétrico pode ser descrito pelas linhas de campo que passam através de sua área  $A$ . Se a área aumentar, maior o número de linhas de  $\vec{E}$ , que passam através dela, aumentando o fluxo elétrico, campos elétricos mais intensos correspondem a linhas de campo elétrico mais juntas e assim, maior o fluxo elétrico também. Se a área for plana, porém não perpendicular ao campo  $\vec{E}$ , uma quantidade menor de linhas passam através dela. A área considerada é o perfil dela, observado na direção de  $\vec{E}$ , esta área é dada por  $A \cdot \cos\theta$ . Assim, o fluxo elétrico para um campo elétrico uniforme é obtido por:

$$\varphi_E = EA \cos\theta, \quad (13)$$

também pode-se dizer que o fluxo elétrico é o produto escalar entre os vetores  $\vec{E}$  e  $\vec{A}$  assim o fluxo elétrico para superfície plana num campo elétrico uniforme é:

$$\varphi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}, \quad (14)$$

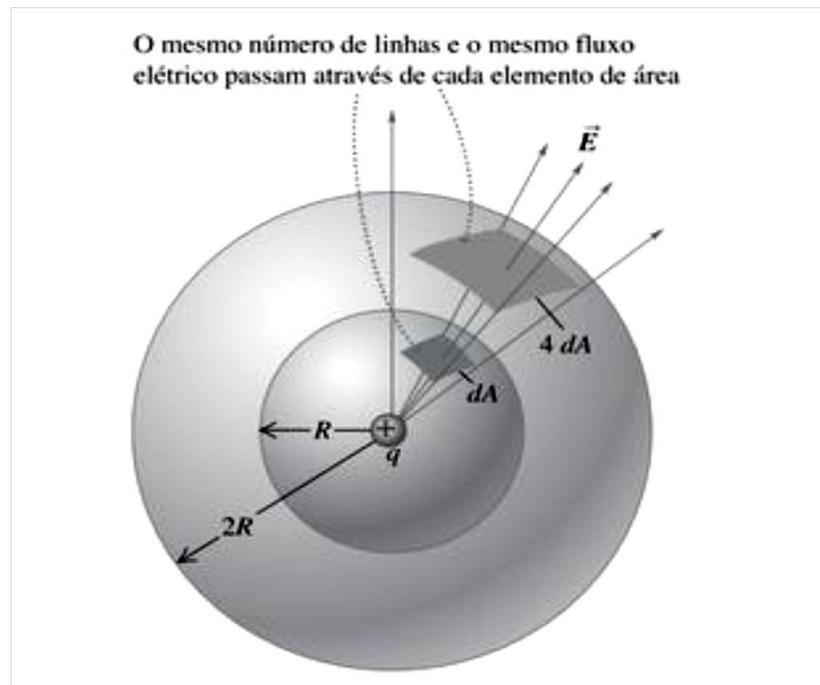
a unidade de fluxo elétrico é  $1 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ , se  $\vec{E}$  e  $\vec{A}$  forem perpendiculares, o fluxo será zero. O vetor  $A$  pode ser representado pelo vetor unitário  $\hat{n}$ , perpendicular à área, assim:

$$\vec{A} = A\hat{n}, \quad (15)$$

como todas as superfícies possuem dois lados, existem dois sentidos possíveis para os vetores  $\vec{A}$  e  $\hat{n}$ . Necessita-se expressar o sentido escolhido, se a superfície for fechada, sempre se escolhe o sentido de  $\hat{n}$  para fora com o fluxo saindo da superfície, assim o  $\varphi_E$  é positivo, se o fluxo entrar na superfície, ele será negativo. Se considerarmos uma carga puntiforme por exemplo no interior de uma superfície esférica, coloca-se a carga no meio de uma esfera imaginária de raio  $R$ . o módulo de  $E$  em qualquer parte da esfera será dado por:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2}. \quad (16)$$

Figura 6- projeção de um elemento de área  $dA$  de uma esfera de raio  $R$



Fonte: Young e Freedman, 2009, p. 48

A figura 6, mostra uma esfera de raio  $R$  sobre uma esfera com mesmo centro de raio  $2R$ , multiplicando cada dimensão linear por dois, a esfera maior, tem então sua área igual  $4dA$ . Observa-se na imagem que o vetor campo elétrico é perpendicular para cada ponto da superfície, o módulo dele é sempre igual em todos os pontos, assim o fluxo elétrico na superfície da esfera é dado pelo produto de sua área:

$$A = 4\pi R^2, \quad (17)$$

pelo campo elétrico  $E$ :

$$\varphi_E = E \cdot A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2} (4\pi R^2) = \frac{q}{\epsilon_0}. \quad (18)$$

Assim, segundo Young e Freedman (2009), o fluxo elétrico é independente do raio  $R$  da esfera, dependendo apenas da carga  $q$  em seu interior. Observamos na figura 6, que o campo elétrico que passa pela esfera menor, também passa pela maior, sendo o fluxo elétrico igual nas duas.

Portanto, o fluxo elétrico em uma superfície irregular é dado pelo fluxo elétrico sobre a superfície da esfera, assim em uma superfície irregular o fluxo elétrico é:

$$\varphi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}, \quad (19)$$

podemos utilizar a equação para qualquer forma e tamanho da superfície, desde que seja fechada e contenha uma carga em seu interior. Se no interior não houver nenhuma carga,

$$\varphi_E = \oint \vec{E} d\vec{A} = 0. \quad (20)$$

Se houver mais de uma carga  $q$  no interior da superfície, o campo elétrico resultante  $\vec{E}$ , em qualquer ponto é a soma vetorial do campo elétrico oriundo de cada carga individualmente. Young e Freedman (2009), chamam a carga total no interior da superfície de  $Q_{\text{inte}}$ , que é a soma de todas as cargas existentes no interior da superfície, e  $\vec{E}$ , o campo elétrico total no ponto correspondente a área  $d\vec{A}$  com o campo paralelo a  $d\vec{A}$ , assim obtemos o enunciado da Lei de Gauss:

$$\varphi_E = \oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q_{\text{inte}}}{\epsilon_0}, \quad (21)$$

o fluxo elétrico total de qualquer superfície fechada é igual à carga elétrica total no seu interior dividida por  $\epsilon_0$ . Não se pode esquecer que as superfícies fechadas na Lei de Gauss, são imaginárias e refere-se a elas, como superfícies gaussianas.

Assim, Young e Freedman (2009), diz que podemos escrever a Lei de Gauss nas seguintes formas:

$$\varphi_E = \oint E \cos\varphi dA = \oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q_{\text{inte}}}{\epsilon_0}. \quad (22)$$

“O campo elétrico de um condutor eletrizado em equilíbrio eletrostático, ou seja, quando nele não ocorre movimento ordenado de cargas elétricas é nulo, qualquer que seja o formato do corpo, oco ou maciço”. (BONJORNO, 2016, p.42).

Em uma região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme, a carga de prova fica sujeita a uma força elétrica de mesmo módulo, direção e sentido (SANT’ANA *et. al.*, 2013). O fluxo em um campo elétrico uniforme, em uma superfície plana é dado por:

$$\varphi_E = EA, \quad (23)$$

com  $A$  sendo a área da superfície.

Um exemplo de campo uniforme pode ser demonstrado no interior de um condutor. Se existir um campo elétrico dentro dele, o campo exerce força sobre cada uma das cargas em seu interior, produzindo movimento de cargas livres. Assim, define-se que não existe movimento real em uma situação eletrostática, conclui-se que o campo elétrico deve ser igual a zero em todos os pontos no interior de um condutor.

Consoante Young e Freedman (2009, p.51), “não pode existir nenhum excesso de carga no interior de um condutor sólido em equilíbrio; qualquer excesso de carga deve ficar localizado sobre a superfície do condutor”.

É necessário verificar que a propriedade de o campo elétrico ser nulo no interior do condutor é válida tanto para condutores maciços, quanto para condutores com cavidade

interna. Esta é a chamada Blindagem Eletrostática, a qual protege vários equipamentos eletrônicos à distância, através de um envoltório metálico; protegendo-os desta forma de possíveis influências de fenômenos elétricos externos. (BASSALO, 1996 *apud* SILVA, 2011).

Uma cavidade no interior de um condutor, não será atingida por efeitos elétricos produzidos externamente, pois o campo elétrico nesta cavidade é sempre nulo, a carga fica localizada e distribuída em sua parte externa. Por este motivo que um condutor oco, é utilizado para proteger os aparelhos, a famosa blindagem eletrostática (MÁXIMO, 2010).

Michael Faraday realizou uma demonstração prática sobre campos elétricos causados pela eletrização de condutores em equilíbrio eletrostático. Ele construiu uma gaiola de tela metálica, protegida na base por madeira (isolante) e a levou a um lugar público.

E sob o olhar do público, Faraday, entrou na gaiola e ordenou que seus auxiliares a eletrizassem com um gerador. Faíscas começaram a saltar dos cantos e saliências da gaiola, e era de esperar que Faraday fosse eletrocutado, por causa da grande descarga elétrica do gerador sobre a grade. No entanto, ele não sofreu nenhum efeito das cargas elétricas em seu corpo (BONJORNIO, 2016, p.43).

Assim, o objetivo desta pesquisa é construir os conceitos teóricos e matemáticos à nível de Ensino Médio em Eletrostática, desde carga elétrica até Campo Elétrico. Isto, com o auxílio da Aprendizagem Colaborativa e com base em seus arcabouços, como integração social e histórica, experimentação em grupos e utilização de novas tecnologias com base teórica no Sócio-Interacionismo de Vygotsky.

### **3-METODOLOGIA DA PESQUISA**

#### **3.1 Caracterização do Estudo**

O método em pesquisa está relacionado a seleção dos procedimentos, recursos e atividades para a descrição do estudo realizado, ou da elaboração de um produto didático, relacionando e se fundamentando em teorias, como especificamente neste trabalho, a Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky.

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e visa avaliar a aplicação de uma sequência didática fundamentada nas orientações da Aprendizagem Colaborativa. As estratégias didáticas propostas buscam favorecer a integração e interação entre os alunos e destes com o professor. Foram utilizadas ferramentas tecnológicas e experimentais aliadas ao recurso da abordagem histórica da ciência, permeando e fazendo parte do contexto da aprendizagem dos conceitos de Eletricidade Estática. Também foram abordados alguns conceitos atuais de Eletricidade visando o entendimento da História da Eletricidade.

Como os objetivos possuem caráter qualitativo, a análise da aplicação do produto na perspectiva da Aprendizagem Colaborativa, levará em conta o interesse, a participação, e obviamente a construção da aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo, buscando explicações e significados sociais, tentando sempre superar as concepções de que a ciência está pronta e é inquestionável, ou infalível. A análise de conteúdo será feita nos miniquestionários, análise pictórica quantitativa dos desenhos, análise qualitativa das atividades biográficas, experimentos elaborados em conjunto e da utilização de TICs.

Em todo o contexto colaborativo, com base na Teoria Sócio-interacionista de Vygotsky, a participação dos alunos e do professor é fundamental, os dados serão obtidos através de observação, interação, orientação e o contato direto e interativo com o objeto de estudo.

A interação e orientação podem acontecer em qualquer instante, seja em pequenas dúvidas, questionamentos ou debates, dentro do contexto da Aprendizagem Colaborativa. Sendo a interação o ponto essencial da pesquisa, onde se analisa como a aprendizagem individual é construída coletivamente pela troca de erros e acertos, pelo compartilhamento de ideias, sentimentos e contextos.

#### **3.2 Planejamento das aulas**

Ao planejar as atividades, foi levado em conta a dificuldade do conteúdo de Eletrostática no Ensino Médio, já que se baseia em cargas pontuais, estas que não são isoladas

e muito menos visíveis. Foram propostas atividades que diminuíssem a dificuldade dos alunos em interpretar estes fenômenos, que exigem a construção de um modelo de átomo que não observamos.

Também levou-se em conta as concepções espontâneas que os alunos trazem e relacionando com o contexto que vivem.

Buscou-se assim, fazer a relação entre esses fenômenos inobserváveis com os observáveis, procurando dar significado para o visível e o que vivenciam atualmente e sempre questionando e considerando o contexto e o que eles já vivenciam. Também foi levado em conta que o estudo da Eletricidade não é fragmentado como o currículo, na verdade a Eletricidade está relacionada intimamente ao Magnetismo. Ao planejar as atividades didáticas, descreveu-se a história da pesquisa Elétrica baseando-se nos primeiros conceitos de Eletricidade, mas relacionando até o conceito atual.

Também houve preocupação, em definir atividades que fossem relevantes e ao mesmo tempo motivassem os alunos a pesquisar, a aprender e principalmente a participar colaborativamente de todo o processo.

### **3.3 Seleção e caracterização da instituição e dos sujeitos participantes da pesquisa**

Em função da autora ser funcionária da rede estadual de educação do Rio de Janeiro e já lecionar a disciplina de Física no Colégio Estadual Elvídio Costa, optou-se por desenvolver o estudo de caso qualitativo nesta instituição, onde leciona Física para 6 turmas de todos os anos do Ensino Médio, sendo duas turmas de 3º ano (3001 e 3002), nas quais o produto foi aplicado.

Portanto, a pesquisa intervenção foi desenvolvida no Colégio Estadual Elvídio Costa, fotografia do prédio na imagem 7, o qual faz parte da rede estadual do Rio de Janeiro.

**Figura 7: Prédio do Colégio Estadual Elvídio Costa**



Fonte: [www.saofidelisrj.com.br/colégio-elvidio-costa/](http://www.saofidelisrj.com.br/colégio-elvidio-costa/)

A Instituição é bem conceituada na cidade de São Fidélis, sendo considerada pela sociedade como a mais organizada das escolas públicas da cidade. A Instituição recebe muitos alunos oriundos da rede particular, os quais por opção ou necessidade, fazem apenas o Ensino Médio na rede pública. Ela está localizada no 2º distrito da cidade, mas com apenas aproximadamente 2 km de distância do centro. O Ensino Médio da instituição, apresenta 7 turmas, 3 turmas do 1º ano, 2 turmas no 2º e 3º ano cada.

A aplicação foi realizada respeitando o Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, mas com alguns conhecimentos a mais de enriquecimento e atualização do conteúdo.

Os sujeitos participantes da pesquisa são alunos com idades entre 17 e 19 anos, matriculados no Colégio Estadual Elvídio Costa, cursando o 3º ano do Ensino Médio, na disciplina de Física. Com um total de 50 alunos, sendo 30 alunos da turma 3001, e 20 da turma 3002. Na turma 3001, se dividiu 5 grupos de 6 integrantes e na 3002, 5 grupos de 4 integrantes.

### **3.4 Ferramentas pedagógicas**

Para as atividades foram utilizados como suportes materiais de fácil acesso, textos, quadro branco, livro didático de Física oferecido pela rede estadual, experimentos de baixo custo, recurso multimídia como vídeo, projetor, aplicativo de celular, sites de criação de Blogs.

Dessa forma, os alunos criaram um ambiente onde puderam potencializar a relação entre cooperação, ensino e aprendizagem. Ressalta-se que esta Sequência de Ensino Colaborativa constitui, portanto, o produto do mestrado profissional da autora e foi desenvolvida especificamente para essa pesquisa.

### **3.5 Coleta de dados**

Para posterior análise de conteúdo foram coletados dados a respeito das dimensões conceituais, questionamentos verbais e não verbais, atividades pictóricas, miniquestionário escrito para coleta de concepções prévias a respeito de carga elétrica e Eletricidade Estática, questionário *on line* na forma de jogo, além de atitudes colaborativas.

Assim, foram construídas atividades e práticas colaborativas, que foram filmadas e fotografadas, além de anotações escritas para posterior análise de execução, pontos positivos e negativos e resultados esperados.

### 3.6 Análise dos Dados

A primeira parte serão as análises de atividades para conhecimento prévio e sua evolução. Os instrumentos de coleta de dados são os questionários em papel e online. Os dados são as respostas dos estudantes e os desenhos com suas explicações. Estas atividades são aquelas iniciais: questionário inicial com 3 perguntas; desenhos e explicação sobre as ideias da Eletricidade do passado e presente; questionário relâmpago e Para-raios com 2 perguntas e sua evolução e o jogo *Kahoot*, com as questões relacionadas a aprendizagem desta parte 1.

Nos questionários será utilizada a análise de conteúdo, que é um conjunto de instrumentos metodológicos visando obter por procedimentos sistemáticos de descrição de conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e interpretação destas mensagens (Bardin, 2016, p.03).

Segundo Bardin (2016), o objetivo da análise de conteúdo é a dedução de conhecimentos relacionados a sua produção, estas deduções se baseiam em indicadores quantitativos ou qualitativos. A análise está dividida em três etapas: 1- a pré-análise, 2- a exploração do material, 3 – a inferência e interpretação.

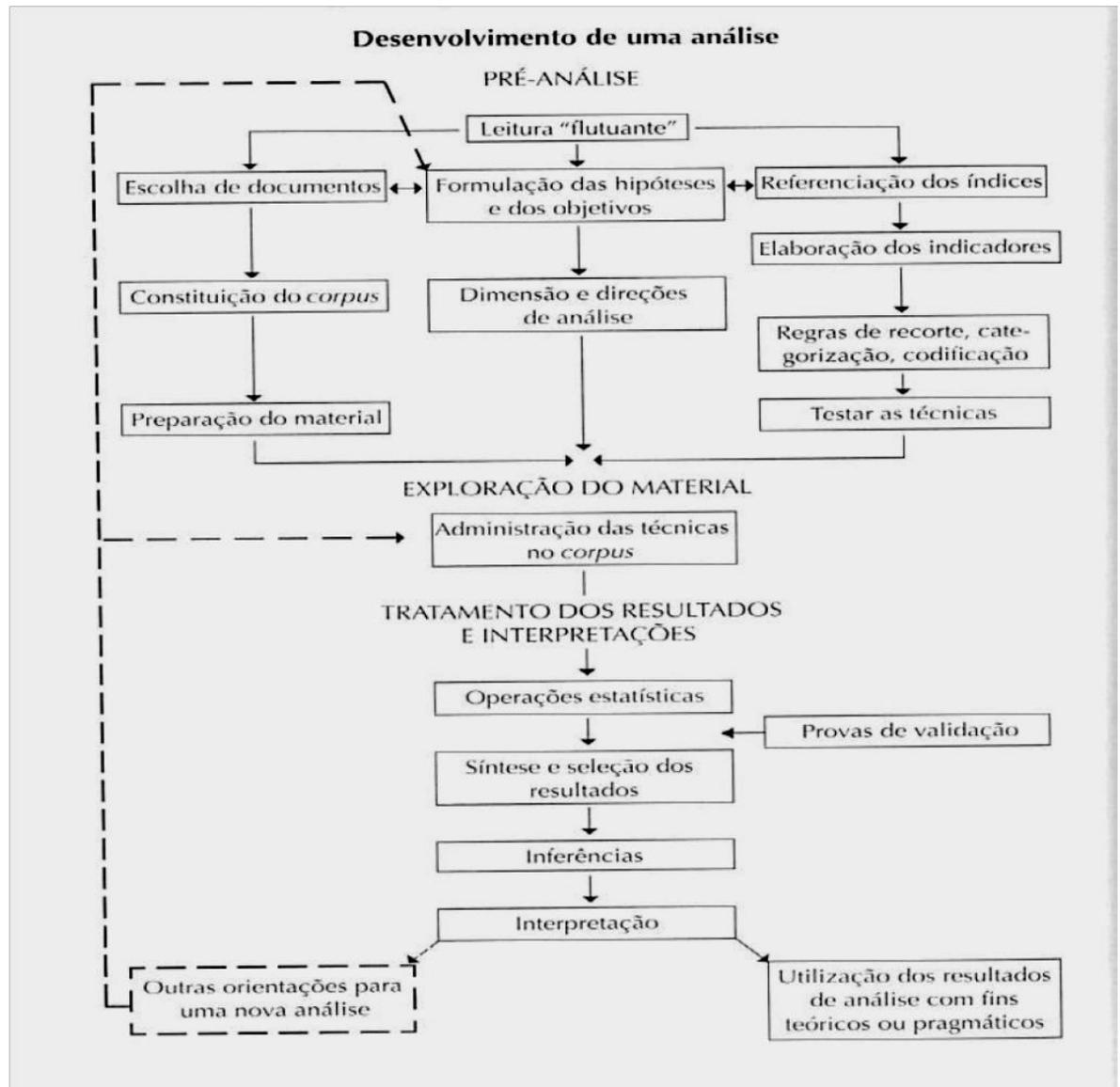
Na primeira etapa, o objetivo é organizar o material e sistematizá-las, formulando hipóteses e sinalizadores que ajudem a fundamentar as interpretações finais. Estes fatores não obrigatoriamente seguindo uma ordem cronológica, porém estão ligados um aos outros. Nesta fase, faz-se a leitura flutuante, conhecendo os textos produzidos, respostas e ou relatos, obtendo impressões.

A segunda etapa, a exploração do material que se dá na seleção de unidades significativas que serão úteis para a categorização e a análise de frequências. As categorias nos impõe a investigação e a classificação de elementos importantes a análise de suas inter-relações e construindo e desconstruindo ideais e inferências.

A terceira etapa, a inferência e interpretação, é a análise do pesquisador e a interpretação minuciosa do material antes selecionado e classificado, podendo o pesquisador embasado nas etapas anteriores ser mais criterioso e objetivo em suas observações e inferências tornando claro para o leitor a coleta da pesquisa, a classificação, as inferências e os resultados obtidos.

No Quadro 4 a seguir, Bardin 2016, faz uma síntese destas etapas e sua constituição.

Quadro 4: Desenvolvimento da Análise de Conteúdo



Fonte: Bardin( 2016, p. 67).

A representação pictórica será apresentada com suas respectivas explicações e interpretações, além de uma análise qualitativa e quantitativa na forma de gráfico, já no *Game Quiz Kahoot*, a análise se dará com base no percentual de acertos e gráficos que o próprio jogo fornece e posterior interpretação destes gráficos.

Na segunda parte da análise, serão discutidas as atividades produzidas pelos alunos em grupos, contemplando assim os experimentos, a biografia e dramatização. Todas estas atividades estão registradas no Blog. Desse modo, o próprio Blog será o instrumento de coleta de dados, além de fotografias e vídeos, o que foi registrado por cada grupo são os dados a serem analisados. Com uma análise mais interpretativa e qualitativa, assim buscando indícios

que a Aprendizagem Colaborativa foi alcançada em parte ou totalmente em seus objetivos específicos, como a interação, a cooperação, a criatividade, a troca de conhecimentos, contextos sociais e afetivos, além da aprendizagem concreta dos conceitos e cálculos de Eletrostática.

## 4-DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo será descrito o produto, os encontros, etapas e momentos a serem desenvolvidos e construídos pelo professor e a turma. A sequência didática com todos os momentos e as atividades que foram elaboradas buscando desenvolver a integração, a contextualização histórica e social, bem como a utilização de novas tecnologias, baseando-se na Aprendizagem Colaborativa e com os pressupostos teóricos da Teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky.

A proposta de trabalho contempla um bimestre, com aproximadamente 10 encontros, totalizando 20 aulas, em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio, do Colégio Estadual Elvídio Costa, localizado na cidade de São Fidélis-RJ.

Os passos seguintes visam à construção dos conceitos de Eletrostática com foco na Aprendizagem Colaborativa. Em todos os momentos serão consideradas as construções dos alunos, suas ideias e os conhecimentos que eles possuem em relação aos novos conceitos de Eletricidade. Valorizando os conhecimentos prévios, além de já incentivar a integração e a Aprendizagem Colaborativa ao discutirem entre eles estas concepções.

Desde o primeiro encontro o professor explicará aos alunos, que eles construirão *Blogs* em grupo, e que neste deverá ter todas as atividades que eles realizarão fora e dentro do ambiente escolar, relacionadas às aulas de Física. O professor fornecerá as opções de plataformas *on line* para a construção dos Blogs, entre as inúmeros disponíveis, as mais utilizados atualmente, e que são gratuitas : *Wordpress, Tumblr, Blogger (wordpress do Google), Weebly, Medium, Blog.com, Livejournal e Svbtle*.

O professor também registrará todos os passos do trabalho em um *Blog* e colocará links para os Blogs dos alunos com as descrições dos experimentos e atividades realizadas pelos alunos, incentivando e valorizando os trabalhos deles, favorecendo a integração digital, a interação humanística, social e conseqüentemente a Aprendizagem Colaborativa, que tem suas bases na Teoria de Vygotsky.

### 4.1 Sequência didática

- **1º Encontro: apresentação de experimentos de fácil realização e verificação dos conhecimentos prévios - (2 aulas)**

**MOMENTO 1-** O professor iniciará fazendo dois experimentos básicos, mas que levam os alunos a refletirem. Utilizando canudos plásticos e bolas de aniversário, o professor os “esfregará”, atritará nos braços e cabelos de alguns alunos. Após isso, “colará” esses

canudos e bolas no quadro, e/ou atrairá os cabelos de alguma aluna. Observará as reações dos alunos, mas não explicará ainda o que aconteceu. Deixará que eles falem, se expressem e também realizem esses experimentos.

**MOMENTO 2-** Após isso, o professor dividirá a turma em grupos e pedirá que respondam a três perguntas básicas sobre os experimentos com materiais de fácil acesso, realizados em classe.

**I- Como vocês explicam os fenômenos que vocês viram e fizeram em classe?**

**II- Por que vocês acham que isto aconteceu??**

**III- Quais materiais vocês acreditam, que poderiam ser utilizados, além de canudos e bolas de aniversário??**

**MOMENTO 3-** Após recolher todas as respostas, o professor explicará o que aconteceu, porque os canudos e as bolas “colaram” no quadro, porque atraíram pequenos papéis, pelos e cabelos. Já explicando alguns conceitos de Eletrostática e explicando que eles deverão continuar com os mesmos grupos, em todas as aulas. Além de avisá-los e orientá-los sobre os Blogs, que criarão.

O professor em todo o tempo observará as atitudes e observações feitas pelos alunos, inicialmente individualmente e após a formação dos grupos para a elaboração das respostas, as discussões em grupo para explicar os fenômenos vistos em sala. E depois as respostas dadas pelos grupos, se eles já relacionam os fenômenos com a Eletricidade.

• **2º Encontro: apresentação de um vídeo sobre a história da pesquisa da Eletricidade (2 aulas).**

**MOMENTO 1-**Apresentação do vídeo – “**Choque e Temor: A Faísca**”, da série “A História da Eletricidade”, episódio 1, que é um documentário de 56 minutos sobre a história da Eletricidade, em linguagem, clara e objetiva, elaborado pela BBC em 3 episódios e disponível na internet em: <https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97iCU>. Será apresentado apenas o primeiro episódio, porque ele é o que trata da história da Eletrostática, os outros episódios, tratam da Eletrodinâmica e do Eletromagnetismo. O professor pode utilizá-los nos bimestres seguintes ou disponibilizar os links em seu *Blog*, para que os alunos os assistam em casa.

**MOMENTO 2-**Ao final do momento 1, os alunos serão divididos em grupos, e discutirão essas ideias sobre a história da Eletricidade e ao final da discussão, eles farão um desenho que compare as ideias de Eletricidade do passado com as do presente, e suas próprias impressões sobre a Eletricidade.

Introdução aos conceitos de Eletricidade Estática levando em conta a história da ciência, descrevendo os primeiros conceitos de Eletricidade, as evoluções históricas, até os dias atuais, através de tecnologias midiáticas. O professor observará as representações pictóricas dos alunos, analisando se eles interpretaram as ideias históricas do vídeo e se entenderam que houve uma evolução conceitual.

- **3º Encontro: apresentação verbal dos desenhos, por cada grupo explicando o que representaram (2 aulas)**

**MOMENTO 1-** O professor pedirá que cada grupo apresente e explique seu desenho para o restante da classe.

**MOMENTO 2-** O professor discutirá com os alunos sobre os desenhos, sobre a História da Eletricidade, introduzindo os conceitos históricos de Eletrostática verbalmente, discutindo com os alunos sobre os cientistas do passado que apareceram no vídeo e os conceitos que eles tinham de Eletricidade, com o que sabemos hoje. O professor pedirá que cada grupo escolha um nome criativo, relacionado à Física e à Eletricidade para sua equipe.

O professor observará as apresentações, auxiliando e questionando, voltando em alguns conceitos, algum episódio histórico caso necessário. A apresentação verbal, será importante, já que Vygotsky considera a linguagem uma importante ferramenta de construção da aprendizagem. Neste dia o professor também anotará os nomes escolhidos pelas equipes. Isto cria uma “identidade” para o grupo.

- **4º Encontro: desenvolvimento da aprendizagem (2 aulas)**

**MOMENTO 1:** O professor começará a aula, comentando sobre os desenhos e conceitos históricos desenvolvidos na aula anterior. O professor posteriormente faz duas perguntas básicas: O que é Relâmpago?? O que é Para-raios?? Os alunos devem responder em grupo as questões e após o professor recolherá as respostas.

**MOMENTO 2:** A partir destes questionamentos iniciais serão apresentados slides, ao final haverá uma discussão sobre os slides trabalhando os conceitos de carga elétrica, processos de eletrização, materiais condutores e isolantes, Força Elétrica, Lei de Coulomb, Campo elétrico, “Fio terra”, “Poder das pontas”, Para-raios, além de um elo com o que sabemos hoje sobre o uso da Eletricidade, seus conceitos e uma noção básica do Eletromagnetismo, visto que este conteúdo com todas as suas formulações matemáticas será dado nos próximos bimestres.

**MOMENTO 3:** Novamente o professor pedirá que os grupos respondam as questões iniciais. Aqueles que acharam que responderam corretamente, podem se abster de responder novamente e aqueles que após os slides acharem que querem mudar, responderão novamente.

**MOMENTO 4:** O professor explicará que no próximo encontro, utilizará com os mesmos grupos um aplicativo de celular de nome *Kahoot*. Será um *Game Quiz* sobre Eletrostática, e que pelo menos um de cada grupo deve baixá-lo no celular para a próxima aula. Explicará detalhadamente como baixar o aplicativo no celular ou not book. As perguntas se basearão nas aulas dadas até o momento.

O professor vai comparar as duas questões iniciais antes da apresentação dos *slides* e após, se houve um crescimento na aprendizagem conceitual dos alunos.

- **5º Encontro: Utilização do Aplicativo de perguntas e respostas on line.**

**MOMENTO 1-** Divisão dos grupos e indicação de quem vai ficar com o celular que deve estar ligado a rede internet e com o aplicativo *Kahoot*.

**MOMENTO 2-** Os alunos em pequenos grupos, responderão o *Game Quiz*, com perguntas objetivas e opções de respostas, que devem ser discutidas e respondidas pelo grupo. As perguntas foram previamente elaboradas pelo professor, que é o controlador e orientador do jogo. Ao final, o grupo que ganhar obterá como “prêmio” um número de pontos em Física maior. Como o aplicativo ao final dá o resultado do grupo que ganhou e faz uma escala, é fácil pontuar correspondentemente. Assim, buscando uma averiguação da aprendizagem até aquele momento.

O professor observará pelo número de acertos e pelas dúvidas que surgirem, se a aprendizagem está sendo construída. Além de observar a socialização, a disputa em grupos e os objetivos da Aprendizagem Colaborativa.

- **6º Encontro: - Orientação e sorteio dos experimentos.(2 aulas)**

**MOMENTO 1:** Iniciar a aula comentado sobre os conceitos construídos na semana anterior, sua utilização e contextualização. E apresentar bem objetivamente e sinteticamente os experimentos que eles construirão em grupo: **Pêndulo eletrostático, Pêndulo Duplo, Eletroscópio de Folhas, Maquete com um protótipo de Para-raios, Garrafa de Leyden, Gaiola de Faraday.**

**MOMENTO 2:** Serão divididos em grupos, e sorteados os experimentos que serão apresentados. O professor dará um roteiro com os itens que devem fazer parte da produção, execução e apresentação do experimento. Incentivar o uso de materiais de fácil acesso e baixo

custo e lembrá-los que nas apresentações devem falar da história relacionada ao experimento também. Lembrar aos alunos que deverão registrar em um *Blog* o período de elaboração, a fundamentação teórica do trabalho e o experimento. Para isso deverão fazer registros, com fotos e vídeos que serão postados em seus respectivos *Blogs*.

O professor em todo momento orientará as atividades e observará se há dúvidas sobre o que os grupos construirão e apresentarão.

- **7º Encontro –Apresentação dos experimentos no pátio, ou na classe. (2 aulas)**

**MOMENTO 1:** Apresentação dos experimentos construídos durante a semana pelos grupos de alunos, relacionando os conceitos estudados e apresentados. Vídeos e fotografias dessas apresentações serão postados nos *Blogs* dos grupos.

**MOMENTO 2:** A partir dessas apresentações o professor observará a aprendizagem dos conceitos bem como a relação feita com o contexto histórico do experimento.

- **8º Encontro- Divisão ou sorteio da dramatização e caracterização dos cientistas ( 2 aulas)**

**MOMENTO 1:** Os grupos de alunos devem escolher, ou fazer um sorteio, de um dos cientistas da Pesquisa da Eletricidade e fazer uma dramatização, caracterizada sobre o mesmo. As opções serão: **Stephen Gray, Tesla, Alessandro Volta, Benjamin Franklin e Faraday**. Devem levar em conta a vida pessoal, o contexto em que viviam, as realizações, trabalhos e respectivas contribuições para a Pesquisa da Eletricidade. O professor entregará uma explicação do que é biografia e um breve resumo do que eles devem pesquisar e desenvolver em grupo.

**MOMENTO 2:** Novamente o professor discutirá com os alunos sobre estes cientistas, como se deu as evoluções e mudanças de paradigmas da História da Eletricidade ao longo dos anos. Orientando sobre como devem fazer a pesquisa e as apresentações no próximo encontro.

O professor tem o objetivo de mostrar aos alunos, como a História da Ciência, mas especificamente da Eletricidade contribuiu para todo o avanço tecnológico que temos hoje e todo o contexto que ela se deu.

- **9º Encontro- Apresentações ( 2 aulas)**

Apresentação para a turma das dramatizações e caracterizações dos cientistas. Tudo será fotografado e registrado para os respectivos *Blogs*.

O professor analisará a construção do conhecimento, a criatividade, a interação e a aprendizagem durante todo o tempo.

- **10º Encontro- Avaliação e construção final dos Blogs ( 2 aulas)**

O professor fará orientações para as criações dos Blogs, a indicação dos *links* para sua construção e as plataformas gratuitas disponíveis. Cada grupo será responsável e construirá seu *Blog* dando o nome da equipe para o respectivo *Blog*.

Cada grupo deve fazer no mínimo dois posts, um relatando a construção e apresentação do experimento e outro da construção e apresentação da biografia do cientista da pesquisa da Eletricidade. O professor deve incentivar a criatividade e a postagem de fotos e vídeos, além dos textos com as respectivas fontes de consulta.

Lembrando que a avaliação é constante e diária, durante toda a aplicação da sequência didática.

## **5-APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este capítulo se divide em duas partes, a descrição da aplicação da sequência didática e a análise dos dados. Todos os encontros e momentos foram fotografados e filmados, para a análise que seguirá no item 5.2.

### **5.1 Descrição da aplicação**

A aplicação do produto deu-se em 10 semanas totalizando vinte aulas (dois tempos por semana, cada tempo de duração de 50 minutos) no período compreendido entre fevereiro e maio de 2018.

Inicialmente, no primeiro dia da aplicação da sequência houve um diálogo entre professor e alunos, no qual eles foram comunicados que estariam participando de atividades de ensino por meio de uma sequência didática, e que esta era uma etapa de uma pesquisa realizada no mestrado do professor/pesquisador. Os alunos foram bem receptivos e aceitaram participar da pesquisa, um termo de participação foi assinado por cada um. Os alunos também foram comunicados que seriam avaliados em todos os encontros, já que a pesquisadora é professora efetiva das duas turmas do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Elvídio Costa.

Desde o primeiro encontro os alunos foram divididos em grupos, como a sequência didática foi aplicada em duas turmas, temos um total de 10 grupos que foram denominados em A1, B1, C1, D1 e E1 da turma 3001 e A2, B2, C2, D2, e E2, da turma 3002. Todas as atividades foram realizadas em grupo, já que os preceitos da Aprendizagem Colaborativa, como a interação social, a troca de conceitos e contextos, eram objetivos da pesquisa.

“Se o papel da escola é o de promover a construção de determinados conhecimentos, é preciso que ela propicie interações onde os alunos participem ativamente de atividades específicas”, e em grupo.(DAVIS e SILVA, 1989, p.52).

### **1º Encontro: apresentação de experimentos de fácil realização e verificação dos conhecimentos prévios**

#### **MOMENTO 1**

O primeiro questionário foi aplicado, com a finalidade de fazer um levantamento das concepções prévias dos discentes. Ele foi aplicado logo após terem sido feitos experimentos de fácil realização em classe com canudos e bexigas de aniversário. Durante os experimentos os alunos fizeram vários questionamentos que inicialmente não foram respondidos pelo

professor. Questões como “O canudo fica quente ao ser esfregado na parede? “É devido ao calor que os canudos colam no quadro?” “As bexigas adquirem uma força, por isso atraem os cabelos e pelos?”

Durante os experimentos os alunos em seus grupos já discutiam sobre o que viam, alguns pegaram lápis e atritaram no cabelo. Um aluno da turma 3002 questionou, “Qual o nome disso professora? É carga de eletricidade? Um outro aluno disse: “ O canudo ao ser atritado deve derreter, aí ele vira uma cola que o faz grudar na parede.” Um aluno da turma 3001, tentou explicar que o canudo adquiria energia cinética do atrito e esta energia o fazia grudar na parede.

**Figura 8: Imagens do 1º encontro da aplicação**



**Fonte: o Autor (2018)**

## **MOMENTO 2**

As perguntas iniciais, após os experimentos com materiais de fácil acesso foram:

- 1- Como vocês explicam os fenômenos que fizeram em classe?
- 2- Por que vocês acreditam que isto aconteceu?
- 3- Quais materiais vocês utilizariam, além de canudos e bexigas de aniversário?

Os alunos discutiram sobre as perguntas em grupos, fizeram questionamentos que o professor não respondeu, pois o objetivo desse primeiro momento era observar os conhecimentos prévios deles. Durante a questão número 3, eles começaram a esfregar os materiais que possuíam no cabelo, como garrafinhas, lápis, estojo, régua e lembraram que as TVs antigas quando desligadas atraíam os pelos dos braços. O professor deixou que eles discutissem entre si e apenas observou.

### **MOMENTO 3**

No momento final do primeiro encontro, após entregarem o questionário respondido, o professor explicou o que aconteceu durante os experimentos e introduziu os conceitos de Carga elétrica, atração e repulsão eletrostática, Tipos de Eletrização e Materiais condutores e isolantes.

### **2º Encontro: apresentação de um vídeo sobre a História da Eletricidade.**

#### **MOMENTO 1**

Na semana seguinte, no segundo encontro o professor utilizou um projetor e seu computador para que os alunos assistissem ao documentário “**A faísca- história da eletricidade-Episódio 1**”. Também foi avisado que ao final do vídeo documentário fariam um trabalho a respeito do mesmo, e que se reuniriam nos mesmos grupos da aula anterior. Não foi explicado claramente como seria o trabalho, apenas foi orientado que prestassem bastante atenção ao vídeo. O vídeo faz um relato da História da Eletricidade, desde Tales de Mileto, passando por Gilbert, a máquina de Roksbee, a descoberta de isolantes e condutores com Gray, a Maschubruk que queria “armazenar” a Eletricidade, também descreve a primeira garrafa de Leyden, as ideias de Benjamin Franklin, Cavendish e a disputa entre Galvani e Volta. Percebeu-se que muitos se interessaram quando apareceu no vídeo a pilha de Volta. O vídeo também trata de conceitos ao explicar o que é Eletricidade, corrente elétrica e outros.

**Figura 9: Imagens dos alunos assistindo o vídeo em classe**



**Fonte: a Autora (2018)**

## MOMENTO 2

A atividade proposta ao final do vídeo era que em cada grupo, os alunos discutissem sobre o vídeo assistido, a professora entregou uma folha em branco para que fizessem um desenho que representasse a Eletricidade do passado mostrada no vídeo e a Eletricidade do presente que eles conhecem e não vivem sem suas utilidades.

**Figura 10: Alunos realizando a atividade pictórica**



Fonte: A autora(2018)

**3º Encontro: Apresentação verbal dos desenhos, por cada grupo explicando o que representaram.**

## MOMENTO 1

No terceiro encontro eles deveriam explicar oralmente os desenhos para o restante da turma, (tudo foi filmado e transcrito para posterior análise). Pois, sabemos que Vygotsky considera a fala como um dos signos valiosos na interação e no desenvolvimento da aprendizagem.

Após a elaboração dos desenhos, um integrante do grupo apresentava e explicava para o restante da classe o que quis representar com seus desenhos e imagens. O professor assim pode observar através da linguagem o que eles quiseram representar através dos desenhos, analisando não apenas a criatividade, mas a construção de conceitos e o que eles traziam de conhecimentos prévios.

**Figura 11: Alunos apresentando verbalmente seus desenhos feitos em grupo**



Fonte: a Autora ( 2018)

## MOMENTO 2

Após as apresentações em cada turma, foi discutido entre professor e alunos sobre os desenhos, sobre os avanços e evoluções tecnológicas. O professor também introduziu os conceitos históricos de Eletrostática oralmente, discutindo com os alunos sobre os cientistas do passado, que apareceram no vídeo e os conceitos que eles possuem hoje, com todo o aparato tecnológico que vivenciam e que para eles parecia difícil imaginar uma época onde nada do que eles têm acesso facilmente hoje existia.

## MOMENTO 3

Ao final das discussões, eles deveriam criar um nome para o grupo. Esse nome que os acompanharia por todas as aulas e que no final será dado ao Blog de cada grupo. O objetivo foi criar uma “identidade” para o grupo e assim, favorecer os elos afetivos e a Aprendizagem Colaborativa. Os nomes escolhidos foram listados no quadro 3 a seguir:

**Quadro 4 : Nomes dos grupos escolhidos para as equipes**

TURMA 3001	TURMA 3002
A1 = Moleques Nêutrons	A2= Eletro Física
B1=Para Raio do Sucesso	B2=The Elétron
C1=Fantásticos da Física	C2= Os Condutores
D1=Eletromoças	D2=Black Light
E1= Eletric Power.	E2=Eletro Girls

Fonte: a Autora(2018)

#### **4º Encontro: desenvolvimento da aprendizagem**

##### **MOMENTO 1**

No quarto encontro ocorreu uma aula dialogada com a utilização de *slides*, apresentando os conceitos e fórmulas de Eletrostática, porém antes foi feito um pequeno questionário. Neste micro questionário somente duas perguntas foram feitas, buscando contextualizar a aprendizagem com o cotidiano deles.

Perguntas:

O que são os Relâmpagos?

O que são Para-raios?

Os alunos em seus respectivos grupos respondiam as duas questões e foi dito aos alunos que inicialmente era para responder, sem fazer pesquisas. O objetivo deste momento era saber as concepções espontâneas deles a respeito do que são os relâmpagos e Para-raios.

##### **MOMENTO 2**

Após responderem as perguntas, as folhas foram recolhidas e foram apresentados os slides (imagens no apêndice e link para acesso no produto) que davam embasamento para esses questionamentos. Também foi comunicado que os conceitos vistos nos slides e discutidos na aula de hoje, serviriam de embasamento para o *Game Quiz On line Kahoot* que seria realizado em classe na próxima aula. Portanto, a aula de hoje, era muito importante para a participação deles no Game da semana seguinte, no 5º encontro.

##### **MOMENTO 3**

Após a apresentação dos slides, os alunos tinham que responder novamente as duas perguntas. Assim, o professor poderia analisar se, com base nos conceitos teóricos, os alunos conseguiram relacioná-los aos acontecimentos de seu cotidiano. Posteriormente será feita uma

análise de conteúdo das respostas dos alunos, bem como se os slides ajudaram a aprimorar as concepções que trazem.

### **5º Encontro: Utilização do Aplicativo de perguntas e respostas *on line*.**

O 5º encontro foi o dia do *Game Quiz Kahoot*, devido a importância da utilização de TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), como meio de integração e construção do conhecimento. No presente trabalho, o aplicativo de perguntas e respostas, o *Game Quiz Kahoot*, foi escolhido como instrumento pedagógico para auxiliar a aprendizagem, buscando o maior interesse e participação dos alunos.

O jogo Kahoot, é um *Game Quiz*, que além de incentivar a disputa, utiliza a internet, os meios digitais (tablet, celular ou computador), e favorece a interação social. Segundo Gebran (2002), os primeiros estudos sobre a interação social e sua influência no desenvolvimento pessoal e cognitivo surgiram com as abordagens teóricas que favorecem a interação e o desenvolvimento cognitivo. Estas orientações colaboram para a fundamentação e compreensão da Aprendizagem Colaborativa, apresentando a importância da participação social e da colaboração no desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

## **MOMENTO 1**

### **Elaboração e aplicação do jogo**

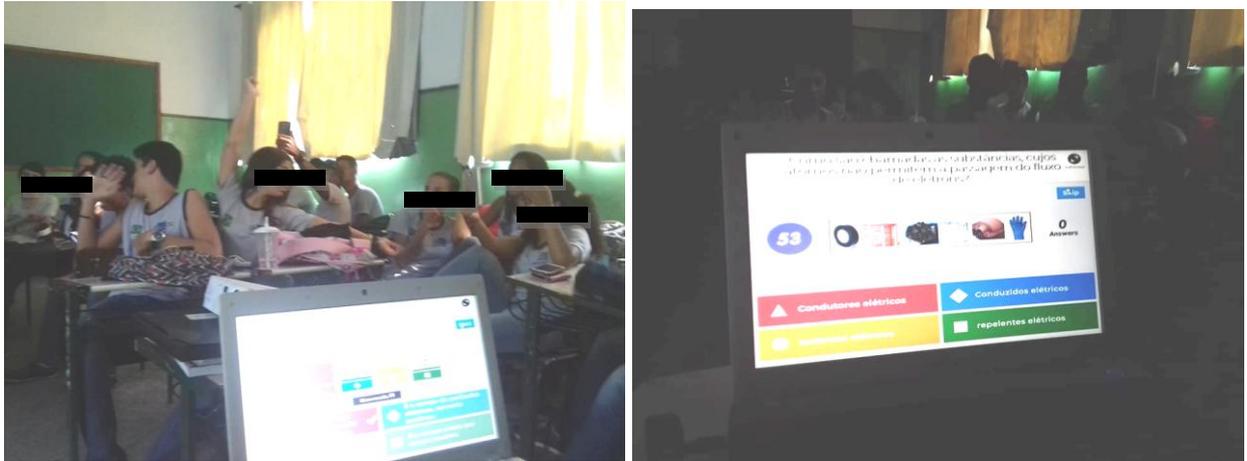
As turmas foram divididas em grupos, e pelo menos um aluno de cada grupo deveria ter internet móvel em seu celular e acesso ao aplicativo *Kahoot*, antecipadamente.

No dia da aplicação, o professor utilizou o *notebook*, o projetor e uma pequena caixa de som, para que o jogo fosse apresentado em projeção na parede para todos os alunos.

O jogo foi baixado pelo professor, o qual cria sua sala de aula *on line* e elabora as questões. No momento do jogo é dado um código que os alunos acessam em seus celulares e entram no jogo (PIN). Cada questão apresentava uma foto e o tempo de 60 segundos, para eles discutirem e marcarem a resposta que achavam ser a correta, em seus respectivos celulares.

A empolgação era grande e devido ao curto tempo, não dava tempo para buscarem a resposta na internet, apenas discutirem entre eles rapidamente. O aplicativo leva em conta o tempo de resposta, além dos acertos, assim a disputa foi intensa e todos participavam de maneira efetiva, auxiliando ao colega que estava com o celular a ler as opções de resposta na projeção e a responder corretamente.

**Figura 12: aplicação do Game Quis Kahoot**



Fonte: a Autora (2018)

Ao final, em cada turma houve um grupo vencedor, esse grupo ganhou pontos extras na disciplina de Física. O professor elaborou as questões em sua conta no aplicativo Kahoot, cujo link de criação é <https://create.kahoot.it/login>. O professor cria sua conta através de um email e uma senha.

Os alunos não precisavam estar cadastrados no aplicativo, o professor tinha duas opções, com jogadores individuais e em equipes. Após terem se conectado à internet nos seus celulares, eles tiveram acesso ao site <http://kahoot.it/> para inserirem o Pin que era um código fornecido na hora pelo próprio site.

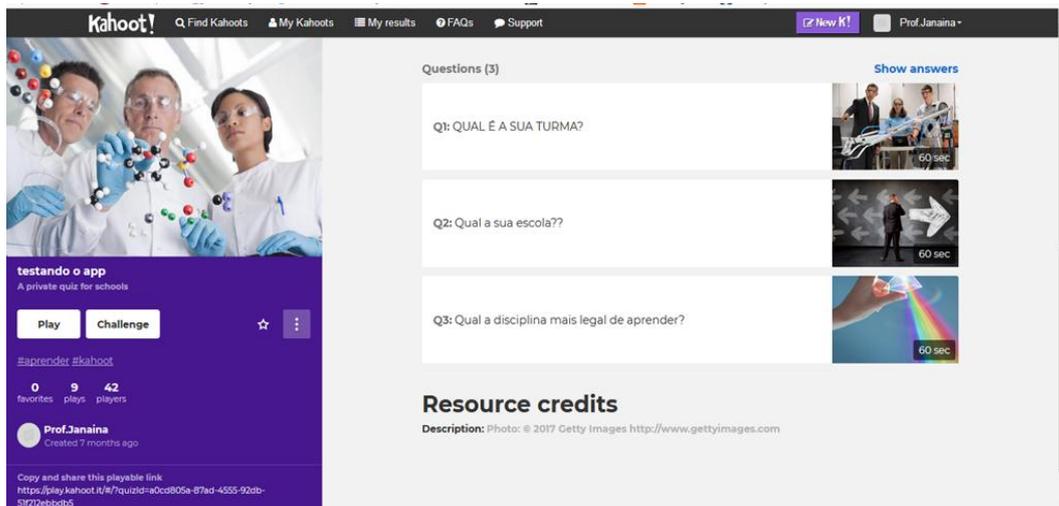
Como o foco era a Aprendizagem Colaborativa, optou-se por equipes e cada grupo entrava no jogo através do código que aparecia na tela.

Todas as regras foram avisadas antes do início do jogo e quanto ao tempo cronometrado. O professor de início fez um questionário teste para os alunos se familiarizarem com o jogo, o tempo e o acesso pela internet. O jogo teste era composto apenas por 3 perguntas e tinha o objetivo apenas de proporcionar uma familiarização dos alunos com o estilo do jogo.

Perguntas Teste:

- 1-Qual é sua turma?
- 2-Qual é a sua escola?
- 3-Qual a disciplina mais legal de aprender?

Figura 13: Jogo para teste do aplicativo



Fonte: <https://create.kahoot.it/details/testando-o-app>

No jogo que realmente valia pontos e avaliou os discentes, ao todo foram feitas 10 perguntas relativas ao conteúdo de Eletrostática, cada pergunta havia 4 opções de respostas. As perguntas tinham o objetivo de avaliar a aprendizagem, ao mesmo tempo que a disputa motivava os alunos a responderem corretamente e rapidamente, para terem uma pontuação maior. Na análise das atividades, vamos descrever os acertos e erros dos alunos.

Figura 14: Colagens de fotos da aplicação do Kahoot



Fonte: a Autora (2018)

Figura 15: Lista de perguntas 1 a 5.

**CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA**

Play Challenge

A private quiz for schools

Conceitos Físicos e Históricos de eletrostática. #Física #game #kahoot #colaboração #diversão

0 favorites 3 plays 11 players

Prof. Janaina  
Created 9 months ago

Copy and share this playable link  
<https://play.kahoot.it/#/k/c7cbc448-df30-41dd-bf77-5f948cd5cc24>

Q1: O que ocorre entre cargas elétricas de mesmo sinal?

Q2: E se as cargas elétricas forem de sinais contrário?

Q3: Qual o nome do fenômeno da imagem?

Q4: Esse tipo de eletrização esquematizada na figura é por...

Q5: Como são chamadas as substâncias, cujos átomos não permitem a passagem do fluxo de elétrons?

Fonte: <https://create.kahoot.it/details/conceitos-de-eletrstatica/>

Figura 16: Lista de perguntas 6 à 10

**CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA**

Play Challenge

A private quiz for schools

Conceitos Físicos e Históricos de eletrostática. #Física #game #kahoot #colaboração #diversão

0 favorites 3 plays 11 players

Prof. Janaina  
Created 10 days ago

Copy and share this playable link  
<https://play.kahoot.it/#/quizId=c7cbc448-df30-41dd-bf77-5f948cd5cc24>

Q6: Qual o valor da carga elementar? Ou seja de uma partícula elétrica?

Q7: Quem foi o cientista que idealizou o primeiro Pára-raio?

Q8: O que é um Relâmpago?

Q9: Enuncie a Lei de Coulomb, quanto a distância:

Q10: O que é Campo Elétrico?

Fonte: <https://create.kahoot.it/details/conceitos-de-eletrstatica/>

## 6º Encontro: - Orientação e sorteio dos experimentos

### MOMENTO 1

O 6º encontro se iniciou com uma discussão dos conceitos aprendidos até o momento. Assim, verbalmente foram retomados os conceitos de Carga elétrica, Tipos de eletrização, materiais isolantes e condutores elétricos, Lei de Coulomb, “poder das pontas”, atração e repulsão eletrostática.

## MOMENTO 2

No segundo momento foram divididos os grupos novamente e o professor fez um rápido sorteio dos experimentos que deveriam ser produzidos pelo grupo em casa e apresentados em classe na próxima aula. Neste momento lembrou-se aos alunos que durante a construção, estudo, pesquisa e apresentação, tudo deveria ser registrado fotograficamente para comporem os Blogs que os grupos criariam ao final. Assim, tudo seria registrado para ser compartilhado além das paredes da escola.

Nas duas turmas, 3001 e 3002, os Grupos A1 e D2 ficaram com a elaboração de uma maquete de Para-raios, os Grupos B1 e B2 ficaram com Blindagem Eletrostática, com sugestão da Gaiola de Faraday como experimento. Os grupos C1 e E2, teriam que construir Pêndulos Eletrostáticos Simples e Duplo, Os grupos D1 e A2 deveriam construir um eletroscópio de folhas, e os grupos E1 e C2 deveriam pesquisar sobre a Garrafa de Leyden e construir uma garrafa que seguisse os mesmos conceitos teóricos e práticos.

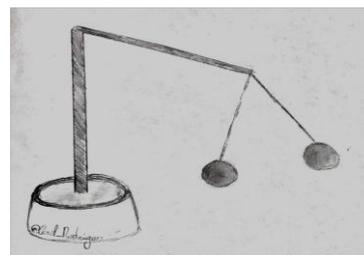
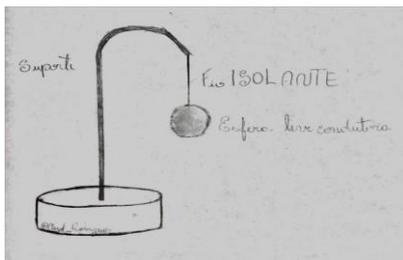
A seguir os 5 roteiros (figuras 17, 18, 19, 20 e 21) com os respectivos experimentos e pesquisa teórica a ser feita e explicada para o restante da classe na semana seguinte.

**Figura17:Roteiro de experimento dos Pêndulos Eletrostáticos**

### **Pêndulo Simples e Pêndulo Duplo**

- 1- Não esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o **Blog** que o grupo criará no mês de maio.
- 2- Utilizem materiais de baixo custo.
- 3- Testem os experimentos.
- 4- Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5- Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6- Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

#### **Esquema:**



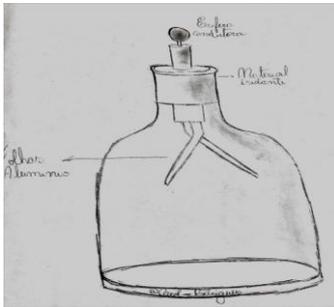
**Fonte: elaboração da Autora e desenhos Carol Rodrigues (2018)**

**Figura 18: Roteiro do experimento Eletroscópio de Folhas**

### Eletroscópio de Folhas

- 1- Não esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2- Utilizem materiais de baixo custo.
- 3- Testem o experimento.
- 4- Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5- Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6- Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

#### Esquema:



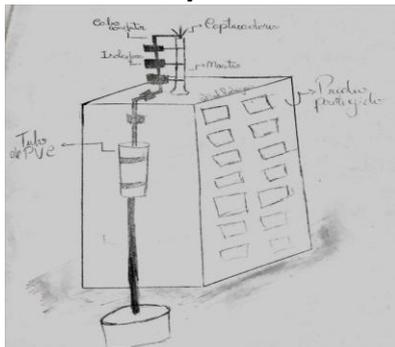
Fonte: elaboração da autora e desenho Carol Rodrigues (2018)

**Figura 19: Roteiro da Maquete de Para-raios**

### Maquete de Para-raios

- 1- Não se esqueçam de filmar(vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2- Utilizem materiais de baixo custo.
- 3- Testem o experimento.
- 4- Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5- Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6- Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

#### Sugestão de esquemas:



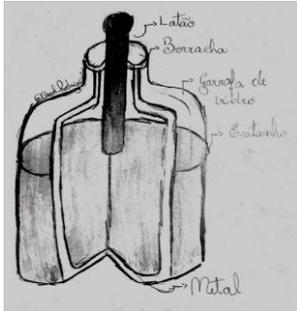
Fonte: elaboração da Autora e desenho Carol Rodrigues (2018).

**Figura 20: Roteiro da Garrafa de Leyden**

### Garrafa de Leyden

- 1- Não se esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2- Utilizem materiais de baixo custo.
- 3- Testem o experimento, ele deve funcionar, se necessário façam um eletróforo também.
- 4- Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5- Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6- Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

#### Sugestão de esquema:



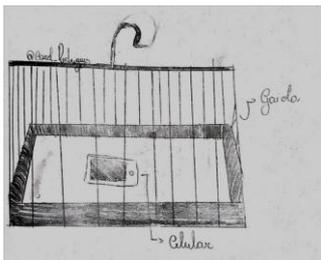
Fonte: elaboração da Autora e desenho Carol Rodrigues (2018).

**Figura 21: Roteiro do experimento de Blindagem Eletrostática**

### Blindagem Eletrostática

- 1- Não se esqueçam de filmar e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2- Utilizem materiais de baixo custo.
- 3- Teste o experimento, ele deve funcionar, se necessário façam um eletróforo também.
- 4- Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5- Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6- Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

#### Sugestão de esquema:



Fonte: elaboração da Autora e desenho Carol Rodrigues (2018).

### 7º Encontro –Apresentação dos experimentos na classe.

No sétimo encontro foram apresentados os experimentos por cada grupo e em posterior análise serão avaliados os aspectos relevantes das apresentações. O professor fotografou e filmou as apresentações dos grupos e durante as mesmas foi fazendo perguntas e discutindo os resultados apresentados.

Na turma 3001, o grupo A1 construiu uma maquete de Para-raios, explicaram sobre “Poder das Pontas”, cargas condutoras. Pesquisaram sobre o primeiro Para-raios que foi idealizado por Benjamin Franklin, também demonstraram detalhes da maquete como o “Fio Terra”.

Na turma 3002, foi o grupo D2 que construiu uma pequena maquete, com apenas um prédio, mas mostrando os conceitos físicos principais de um Para-raios. Também explicaram o que é relâmpago e o atrito entre nuvens.

**Figura 22: Maquetes de Para-raios**



Fonte: a Autora (2018).

O grupo B1 pesquisou sobre Blindagem Eletrostática, trouxe um celular e o encapou com papel alumínio demonstrando que não funcionava e fizeram um eletroscópio que funcionava fora de uma gaiola e parava de funcionar quando envolto por ela. Também pesquisaram sobre Faraday e contextualizaram com a atualidade falando sobre proteção em aviões. Apresentaram para turma sobre os conceitos de condutores externos, internos e Indução eletrostática.

O grupo B2, todos integrantes estavam bastante nervosos, mas falaram de campo elétrico, Faraday e as blindagens atuais em carros e aviões. Eles utilizaram uma gaiola de passarinho, para demonstrar que o celular ligando uma rádio não funcionava dentro dela.

**Figura 23: Apresentações sobre Blindagem Eletrostática**



Fonte: a Autora (2018)

O grupo C1 apresentou sobre pêndulos simples e duplo, explicaram sobre a História relatando os experimentos de Gilbert. Explicaram o conceito de eletrização por atrito e indução.

O grupo E2 falou sobre pêndulos na mecânica e depois sobre pêndulo eletrostático, explicaram sobre a Lei de Coulomb e a atração e repulsão eletrostática.

**Figura 24: Apresentações dos Pêndulos Eletrostáticos**

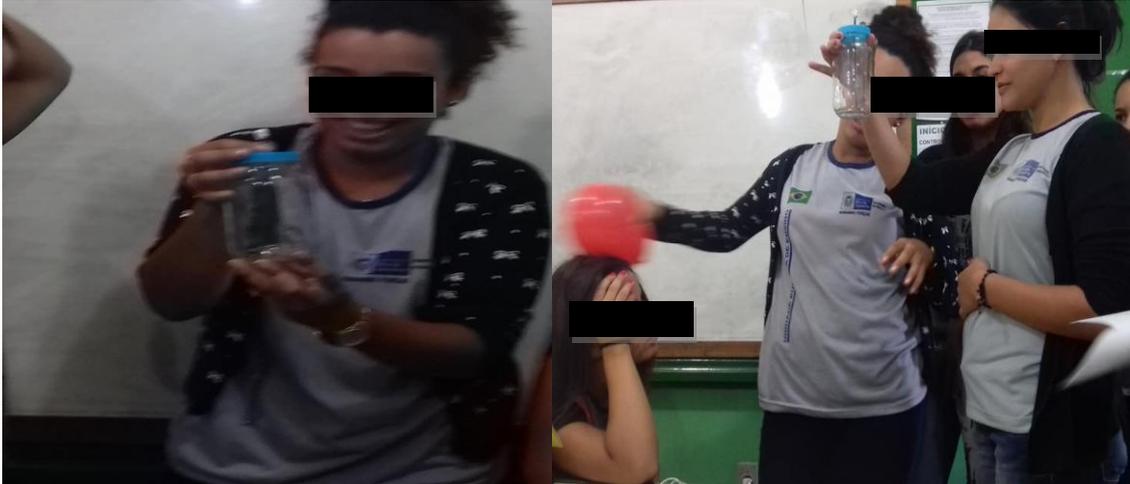


Fonte: a Autora (2018)

O grupo D1 construiu um Eletroscópio, explicou os conceitos de eletrização por atrito, contato e indução. Também explicaram o princípio da atração e repulsão eletrostática. O grupo A2 também construiu um eletroscópio, mas aprofundaram bastante na história de

Rouksbee e seus trabalhos sobre repulsão eletrostática. Também explicaram os processos de eletrização.

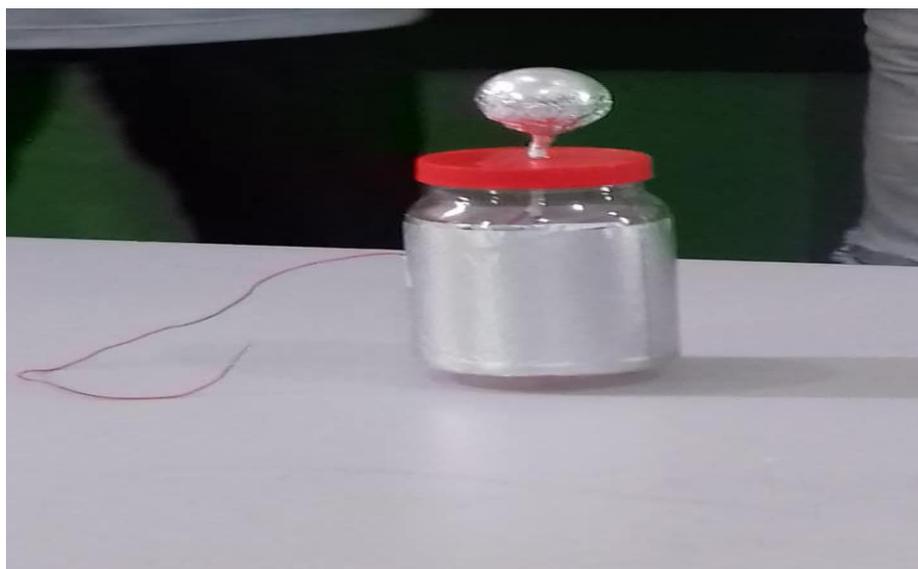
**Figura 25: Experimento Eletroscópios**



**Fonte: a Autora (2018)**

Já o grupo E1 e o C2 construíram uma réplica da garrafa de Leyden, na história do experimento falaram de Monchsbrook e sua garrafa de “choques” e contextualizaram a atualidade com os primeiros capacitores.

**Figura 26: Experimento da Garrafa de “Choques”**



**Fonte: a Autora (2018)**

## 8º Encontro- Divisão ou sorteio da dramatização e caracterização dos cientistas

### MOMENTO1

No oitavo encontro, tudo foi revisado e discutido entre os alunos e o professor. Todo o conteúdo trabalhado até aquele momento, relembrando os conceitos de Eletrostática bem como os cálculos de Carga Elétrica e Lei de Coulomb.

Os alunos fizeram algumas questões de vestibular sobre processos de eletrização, Carga Elétrica e Lei de Coulomb (exercícios de Vestibular no Apêndice).

Os alunos apresentaram dúvidas básicas de interpretação e cálculos, havendo umas deficiências com cálculos envolvendo notação científica, parte dos exercícios foram feitos em classe e parte em casa.

### MOMENTO 2

No segundo momento houve a explicação dos trabalhos para a semana seguinte. Também foi alertado que este trabalho seria publicado nos futuros Blogs dos alunos. Eles teriam que fazer uma pesquisa sobre um cientista que contribuiu para a evolução e História da Eletricidade. Eles deveriam pesquisar sobre a vida pessoal e profissional de um cientista, um componente do grupo se caracterizar e apresentar para a turma uma dramatização ou narração histórica ou ainda um monólogo.

Não houve sorteio, de acordo com os experimentos apresentados anteriormente, o professor escolheu o cientista para o respectivo grupo.

Foram avisados que deveriam falar não apenas da vida científica, mas também dos fatos sociais e pessoais da vida de cada um. Os cientistas apresentados seriam: **Estephan Gray, Alessandro Volta, Benjamin Franklin, Tesla e Faraday.**

Ao final desta aula foi entregue um roteiro para cada grupo elaborar seu trabalho em casa e apresentá-lo em classe para os demais colegas.

A seguir a figura 27, com o modelo reduzido do roteiro que foi entregue aos grupos, no apêndice ele será apresentado no tamanho real.

**Figura 27: Roteiro para as apresentações Biográficas**

**FÍSICA – 3º ANO- COLÉGIO ESTADUAL ELVÍDIO COSTA**

**GRUPO \_\_\_\_\_ Professora: Janaína Moreira**

“É verdade que Einstein foi um péssimo aluno? Como é, na intimidade, o escritor José Saramago? E Bill Gates, o criador da Microsoft, faz o que em suas horas vagas?

O gênero de texto que conta a história da vida de alguém se chama biografia (bio é vida, e grafia é escrita). É uma mistura entre jornalismo, literatura e história, em que se relata e registra a história da vida de uma pessoa, enfatizando os principais fatos. É um gênero de narrativa não ficcional. Os fatos podem ser contados em ordem cronológica - isto é, do nascimento à morte, ou por temas (amores, derrotas, traumas etc). Não precisam ser, necessariamente, escritas. Podem ser filmes, peças de teatro etc. Conhecer a biografia de uma personalidade permite entender um pouco melhor o tempo em que ela viveu, o que a fez ser famosa, como alcançou o sucesso, atos que podem servir de exemplo, coisas que ela fez e que você jamais faria.”

**Veja mais em <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/portugues/biografia-como-contar-a-historia-da-vida-de-alguem.htm?cmpid=copiaecola>**

**ATIVIDADE AVALIATIVA DE FÍSICA**

**CARACTERIZAÇÃO DE UM CIENTISTA QUE CONTRIBUIU COM A PESQUISA DA ELETRICIDADE**

Cada grupo ficará responsável por um cientista, o grupo \_\_\_\_\_, fará a pesquisa sobre \_\_\_\_\_.

Lembrem que pelo menos UM integrante do grupo vai se caracterizar nas roupas, maquiagens, estilo e interpretar o cientista. Pode ser um monólogo, uma narrativa ou mesmo, uma peça teatral com vários integrantes. **Não esqueçam de fazer uma pesquisa histórica ESCRITA, relate a vida pessoal, o contexto social em que vivia, contribuições para a ciência e para o estudo da Eletricidade. Fotografem as preparações e ensaios para o futuro blog do grupo.**

Coloque a FONTE da pesquisa, como sites, blogs ou livros que consultarem E ARRASEM !!!!

Serão avaliados: a coerência nos relatos, a caracterização, a criatividade, a densidade da pesquisa e o roteiro.



**Benjamin Franklim**



**Faraday**



**Tesla**



**Alessandro Volta**



**Estephan Gray**

Fonte: a Autora e desenhos Carol Rodrigues (2018).

## 9º Encontro- Apresentações

No nono encontro realizaram-se as apresentações das caracterizações e pesquisas bibliográficas.

Percebeu-se que a turma 3002 por ser mais tímida apresentou certa dificuldade nas apresentações, além de demonstrarem certo desconforto em se caracterizar e apresentar dramaticamente. Nesta turma as avaliações se deram mais nas pesquisas, fontes e conteúdos apresentados. Diferentemente da turma 3001, que foi muito mais dinâmica e tiveram facilidade em se expressar, foi nítido que os alunos aproveitaram o momento de descontração. Os alunos da turma 3001 também se envolveram mais nas caracterizações, demonstrando

certos cuidados com maquiagem, roupas e com mais facilidade nas expressões dramáticas. A turma aproveitou o momento e se mostrou muito motivada e feliz com a atividade.

**Figura 28: Alunos da turma 3001 se preparando e caracterizando para as apresentações**



**Fonte: a Autora (2018)**

#### BENJAMIN FRANKLIN- Grupos A1 e D2

O grupo A1 se mostrou muito motivado, o aluno que interpretou o Benjamin Franklin fez um monólogo. Se caracterizou com peruca e maquiagem, e em sua pesquisa apresentou a diferenciação em cargas positivas e negativas, contextualizando com a vida e obras de Benjamin Franklin, além de falar da criação do primeiro Corpo de Bombeiros, da sua vida de estadista político e popularidade. Já o grupo D2, apenas colocou um casacão, pois o aluno já possui os cabelos compridos, também fez um monólogo, apesar de clara timidez a pesquisa foi bem estruturada com fatos da vida social e política de Franklin.

**Figura 29: Apresentação dos grupos A1 e D2**



**Fonte: a Autora(2018)**

### ALESSANDRO VOLTA – Grupos D1 e A2

O grupo D1 era composto apenas por meninas, assim uma aluna se caracterizou com maquiagem e roupas e sabendo que Volta era italiano, ela fez a apresentação com sotaque italiano, o que fez a turma rir bastante e se empolgar com sua apresentação. O grupo A2, também fez uma boa caracterização com roupas de época, todos do grupo fizeram uma narrativa da vida de Alessandro Volta, relataram a disputa entre Galvani e Volta, lembraram que Volta foi o inventor da primeira pilha.

**Figura 30: Apresentação dos grupos D1 e A2**



Fonte: a Autora (2018)

### ESTEPHAN GRAY- Grupos C1 e E2

A aluna que representou o Gray, se mostrou bastante séria, relatou a vida pessoal e as experiências ao longo da vida. O grupo chamou a atenção que foi através desses experimentos que os conceitos de condutores e isolantes elétricos surgiram. A aluna do grupo E2, bastante a vontade, representou muito bem, umas das integrantes do grupo fez a narrativa enquanto foi representado o experimento famoso de Gray com o menino atraindo folhas de ouro, deitado e pendurado por materiais isolantes.

**Figura 31: Apresentação dos grupos C1 e E2**



Fonte: a Autora (2018)

#### NIKOLA TESLA- Grupos E1 e C2

O grupo E1 foi bastante carismático, o aluno que representou Tesla deixou um bigode crescer e enquanto sua vida era narrada foi fazendo gestos e representações. Fizeram um relato denso sobre sua vida pessoal de jovem mimado, mas que os pais o incentivavam bastante nos estudos e pesquisas e retrataram as suas importantes contribuições para o surgimento da corrente alternada, com disputas e seu final de vida decadente e deprimente, dramatizando suas manias excêntricas ao final da vida. O grupo C2, disse não se sentir confortável para apresentações e mesmo sabendo que seriam avaliados entregaram apenas uma pesquisa escrita sobre a vida de Tesla.

**Figura 32: Apresentação do grupo E1**



Fonte: a Autora (2018)

## MICHAEL FARADAY- Grupos B1 e B2

O grupo B1 se mostrou motivado, fizeram um pequeno livro sobre a vida de Faraday, cada integrante do grupo fez uma narração da vida e obra, enquanto um dos alunos foi encenando os momentos. Relataram os diversos experimentos de Faraday, que por muitas vezes foi rejeitado pelo mundo acadêmico, por fazer de seus experimentos show de apresentação para multidões. Relataram o experimento da gaiola, no qual Faraday ficou dentro dela, enquanto descargas elétricas eram atingidas no entorno da gaiola. Também trataram de suas descobertas na Química, e apresentaram fatos relevantes de sua vida. Já o grupo B2 também apresentou problemas, demonstrando timidez e falta de interesse em se caracterizar, entregaram somente uma pesquisa biográfica escrita.

**Figura 33: Apresentação do grupo B1**



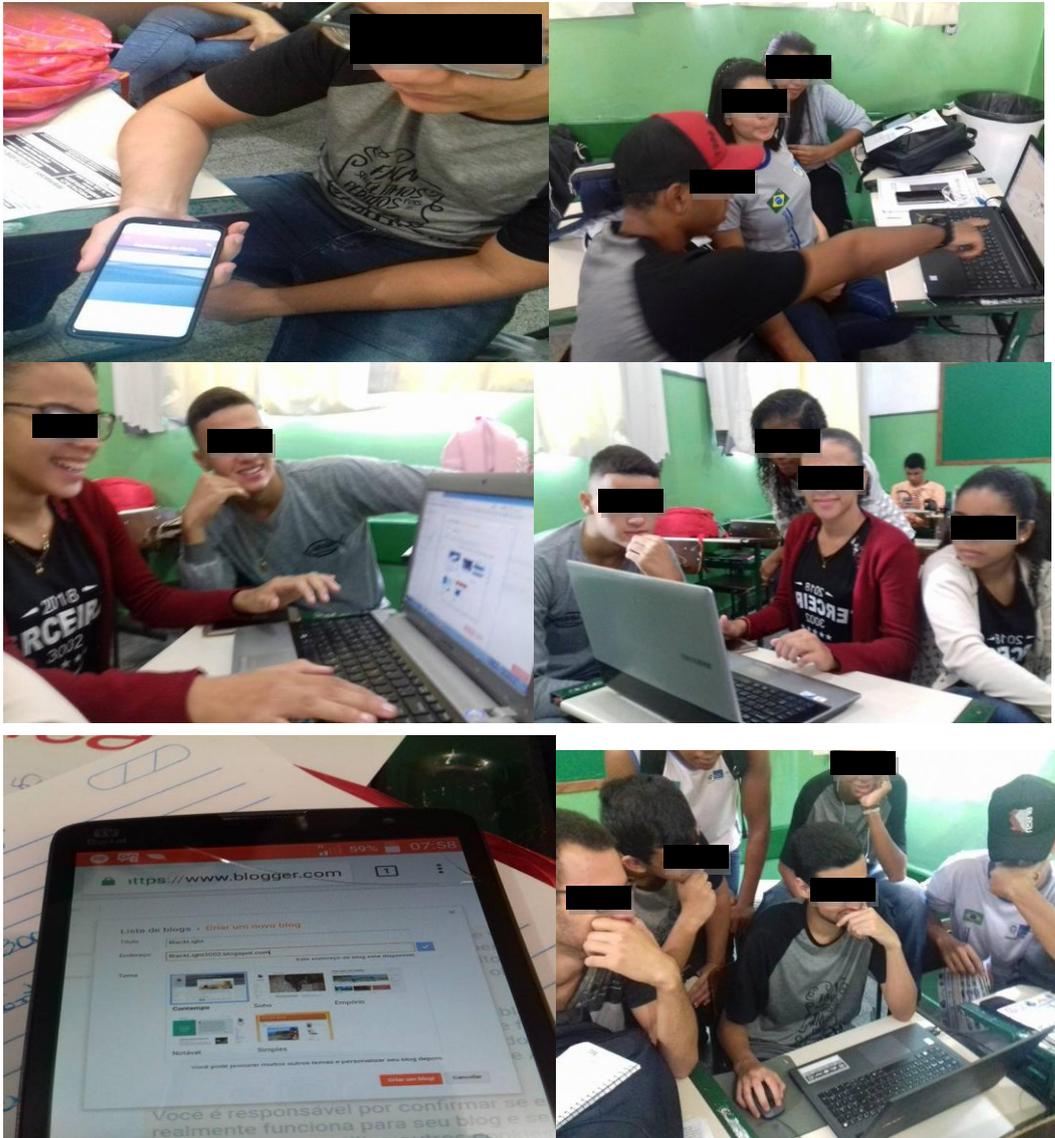
Fonte: a Autora (2018)

### 10º Encontro- Avaliação e construção final dos *Blogs*

No décimo e último encontro da sequência, os alunos levaram *notebooks*, *tablets* e celulares para que com auxílio do professor/pesquisador criassem seus respectivos *Blogs*. Dos 10 grupos, apenas 1 escolheu fazer o *Blog* no *Wordpress*, todos os demais acharam mais fácil em suas contas do *Google*, com o aplicativo *Blogger*.

Foi um momento de grande interação nas escolhas das fotos e textos que fariam parte de seus *Blogs*. Poucos grupos apresentaram dificuldade na criação, cada grupo escolheu um integrante para utilizar a conta do Google e elaborar seu *Blog*.

Figura 34: Alunos criando seus Blogs



Fonte: a Autora (2018)

Abaixo, lista dos links para os endereços eletrônicos dos *Blogs* criados pelos alunos:

[www.pararaiosdosucesso.wordpress.com](http://www.pararaiosdosucesso.wordpress.com), [www.eletricpower3001.blogspot.com](http://www.eletricpower3001.blogspot.com)

[www.molequesnetrons3001.blogspot.com](http://www.molequesnetrons3001.blogspot.com), [www.eletromocas3001.blogspot.com](http://www.eletromocas3001.blogspot.com)

[www.fantasticosdafisica3001.blogspot.com](http://www.fantasticosdafisica3001.blogspot.com), [www.eletrofisica3002.blogspot.com](http://www.eletrofisica3002.blogspot.com)

[www.blacklight3002.blogspot.com](http://www.blacklight3002.blogspot.com), [www.eletrogirls3002.blogspot.com](http://www.eletrogirls3002.blogspot.com)

[www.oscondutores3002.blogspot.com](http://www.oscondutores3002.blogspot.com), [www.theeletron3002.blogspot.com](http://www.theeletron3002.blogspot.com)

Como os 100 minutos das duas aulas foram insuficientes para que concluíssem a produção dos *Blogs*, foi dado um prazo de 2 dias para que enviassem, os *Blogs* prontos. Todos os grupos cumpriram o prazo estabelecido e enviaram os links para avaliação e análise da professora.

A seguir, na figura 35, são mostrados prints das telas iniciais dos *Blogs* dos alunos. No *Blog* da professora ([www.fisicacrush.blogspot.com](http://www.fisicacrush.blogspot.com)), também foi feito um relato dos trabalhos com links para os *Blogs* dos alunos.

Figura 35: Prints dos Blogs dos alunos



Fonte: a Autora (2018)

## 5.2-Análise da Aplicação

### 5.2.1- Questionário para avaliação de conhecimentos prévios

Após a apresentação de experimentos com materiais de baixo custo, como canudos e bexigas, foram feitas as seguintes perguntas:

- I- **Como vocês explicam os fenômenos que vocês viram e fizeram em classe?**
- II- **Por que vocês acham que isto aconteceu?**
- III- **Quais materiais vocês acreditam, que poderiam ser utilizados, além de canudos e bolas de aniversário?**

Todas as respostas dos alunos foram transcritas e tabuladas para uma análise. A professora/pesquisadora fez uma leitura atenta de todas as respostas escritas pelos 10 grupos, A1, B1, C1, D1, E1,(Turma: 3001), A2, B2, C2, D2, E2(Turma: 3002) e reconheceu nas respostas das perguntas I e II, 3 categorias: O conceito de Eletrização por Atrito, Transformações de Energia e Cargas Elétricas Positivas e Negativas. No Quadro 5, são apresentadas as categorias e suas US.

**Quadro 5: Categorias e US das 2 perguntas iniciais do miniquestionário**

CATEGORIAS	Eletrização por Atrito	Transformações de Energia	Cargas Elétricas Positivas e Negativas.
<b>Unidades de Significação – Pergunta I (US)</b>	Com a fricção, que foi ocasionada por um canudo(A1) A partir do momento em que o objeto entrou em atrito com o cabelo(B1) Aconteceu um atrito entre o material utilizado (canudo e bola) entre outro material(cabelo), (C1) O atrito contínuo entre o material de plástico e outro que não seja de plástico, produz eletroestática,(E2)	uma força externa fez com que gerasse uma energia cinética, que depois se transformou em energia estática(A1)  ocorre uma transferência de energia(E1)  Pelo calor que exerceu no produto (C2)	pensando também em cargas positivas e negativas(E1)  Quando dois corpos, um positivo e outro negativo (B2)  podemos de uma certa forma transmitir carga elétrica para os materiais(D2)
<b>Unidades de Significação – Pergunta II (US)</b>	Porque o aumento da temperatura causada pelo atrito, gera energia estática(A2)  Esfregar um material no outro pode energizar sua carga elétrica(E2)	o papel transferiu energia para o canudo(E1)  e pelo calor que o ambiente fez com que o produto fixasse(C2)	As cargas positivas e negativas dos objetos “colidiram”, (C1)  carregando o material usado com uma carga que temos no cabelo.(D2)

Fonte: a Autora (2018)

Podem ser feitas diversas inferências a partir dos trechos selecionados, ou seja, das US. Inicialmente percebe-se que lhes chamou a atenção o atrito, que mesmo ainda sem estudar os tipos de Eletrização já conseguem perceber que o atrito foi importante nos

experimentos. Assim, mesmo desconhecendo os princípios da eletrização por Atrito e Indução que foram importantes para os experimentos, eles trazem conhecimentos prévios, já que o processo de eletrização por atrito “deixa um corpo com excesso de carga e o outro com falta de carga na mesma quantidade que o excesso”(TIPPLER, 2006, p.42).

Também a indução foi explicada posteriormente, descrevendo que a interação entre materiais eletrizados, como os canudos e bexigas, e materiais não eletrizados, quadro branco, cabelos e pelos é “produzida pelo fenômeno da indução de cargas. Mesmo em um isolante, as cargas elétricas podem se deslocar ligeiramente para a frente ou para atrás, quando existe uma carga em suas vizinhanças, esse efeito é a polarização”( YOUNG eFREEDMAN, 2009, p. 23).

É perceptível que confundem energia térmica com elétrica. Segundo o Currículo Mínimo do 2º ano, os alunos estudam Termodinâmica, Calor, Energia e suas transformações. Talvez por isso, trazem intuitivamente a relação de energia, calor e aquecimento para o 3º ano. Assim, demonstram que mesmo equivocadamente trazem alguns pré requisitos adquiridos no ano anterior.

Também é notável que mesmo sem ainda estudar o Conceito de Cargas Elétricas, conseguem fazer relação com cargas positivas e negativas. Posteriormente foi explicado aos alunos que:

Portanto qualquer que seja o sinal da carga elétrica de um objeto carregado, ele sempre exerce uma força de atração sobre um isolante neutro(... )A atração entre um objeto carregado e um objeto descarregado possui diversas aplicações práticas, como o processo de pintura eletrostática usado na indústria automotiva (FREEDMAN, 2009, p. 23).

E também, que “Dois corpos que possuem o mesmo tipo de carga se repelem entre si, e dois corpos que possuem cargas opostas se atraem mutuamente” (TIPLER, 2006, p.43).

Estas duas questões iniciais atingiram seu principal objetivo que era o de analisar as concepções prévias dos discentes para posterior aperfeiçoamento e ampliação desses conceitos.

Na última questão, o objetivo era identificar se eles reconheciam que determinados materiais se atraíam eletrostaticamente e outros não, mesmo ainda não tendo estudado materiais condutores e isolantes.

Segundo TIPLER, 2006, p. 45, em muito materiais alguns elétrons podem se movimentar livremente. Esses materiais são chamados de condutores. Já em outros materiais, como a madeira ou o vidro, todos os elétrons estão unidos nas vizinhanças do átomo e não podem se mover livremente. São os chamados de isolantes. Os isolantes podem ser eletrizados e manterem por um tempo esses elétrons adicionados e suas extremidades. No

Quadro 6 percebe-se que alguns alunos sim, porém outros foram citando materiais aleatoriamente.

**Quadro 6: US da pergunta 3**

<b>CONSEGUIRAM PERCEBER O QUE SÃO MATERIAIS CONDUTORES E ISOLANTES?</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
<b>Unidades de Significação –Pergunta III (US)</b>	<b>D1-</b> Canetas, régua e garrafas pet <b>A2-</b> Copos plásticos descartáveis, canetas, TV antiga	<b>A1-</b> Cabelos, papel higiênico e quadro. <b>B2-</b> Canetas, régua e barra de alumínio. <b>D2-</b> Papel alumínio, canetas plásticas, qualquer objeto leve que contenha plástico. <b>E2-</b> Uma caneta, um CD ou um eletrônico

**Fonte: a Autora (2018)**

O professor questionou ao grupo A2 por que citou “TV antiga” e os alunos disseram que se lembraram que ao passar próximo a TVs antigas, os pelos dos braços eram atraídos. Para responder esta última questão os alunos em seus grupos pegaram régua e canetas plásticas e as atritaram em seus cabelos, percebendo na prática os materiais que se eletrizavam com o atrito. Porém, o grupo B2 ao citar “papel alumínio”, não conhece ainda a diferença entre condutores e isolantes. O grupo D2, acredita que a atração está relacionada a massa dos materiais.

Assim, os alunos não apresentam conceitos totalmente concretos sobre processos de eletrização, carga elétrica e materiais isolantes e condutores elétricos. Ao final do encontro o professor discutiu e apresentou esses conceitos aos alunos que se mostraram muito interessados.

### **5.2.2- Análise das representações Pictóricas e respectivas apresentações**

Após assistirem ao vídeo “A faísca”, já citado anteriormente os grupos de alunos deveriam desenhar algo que representasse para eles a Eletricidade do passado e a do presente. Ainda motivados pela História da Eletricidade apresentada no vídeo, os alunos conversaram entre si e foi possível ouvir algumas discussões. Um aluno do grupo B1 queria desenhar uma vela, e foi questionado pelo colega. “*Mas, por que vela?*”, o aluno respondeu que quando não existia eletricidade se utilizavam velas, mas o colega não concordou dizendo que “*vela, não era eletricidade*” e assim foram discutindo e desenhando.

a teoria de Vygotsky apresenta um avanço no modo de interpretação do desenho... porque... (1) a figuração reflete o conhecimento da criança; e (2) seu conhecimento, refletido no desenho, é o da sua realidade conceituada, constituída pelo significado da palavra (FERREIRA 1998 apud BARBOSA 2008, p.338).

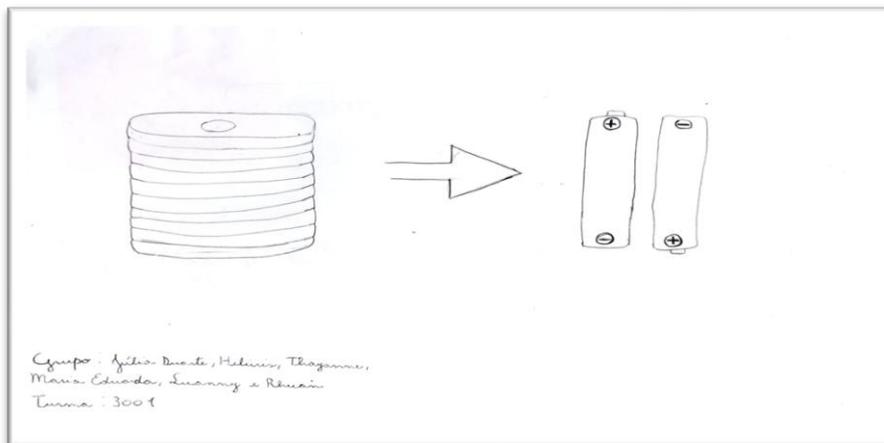
Foi de fácil percepção que eles escolhiam um integrante do grupo com mais habilidade para desenhar, porém todos opinavam e davam sugestões do que fazer, o que demonstrava que estavam cooperando entre si e trocando conhecimentos.

A seguir figuras com os desenhos e suas respectivas explicações verbais que foram filmadas e posteriormente transcritas, após cada apresentação faz-se inferências e análises. Após as interpretações, foram analisados os desenhos que apareceram com maior frequência e os mesmos agrupados em dois gráficos. A análise não leva em conta características de melhor ou pior desenho, mas o significado que foi atribuído aos desenhos e a frequência que essas atribuições foram externadas.

Assim, “as crianças não desenham aquilo que veem, mas sim o que sabem a respeito dos objetos. Então, podemos afirmar que representam seus pensamentos, seus conhecimentos e/ou suas interpretações sobre uma dada situação vivida ou imaginada”(BARBOSA e CARVALHO, 2008, p.339).

O primeiro desenho foi feito pelo grupo A1, é apresentado na Figura 36 com a explicação a seguir.

**Figura 36: Desenho do Grupo A1**



**Fonte: a Autora (2018)**

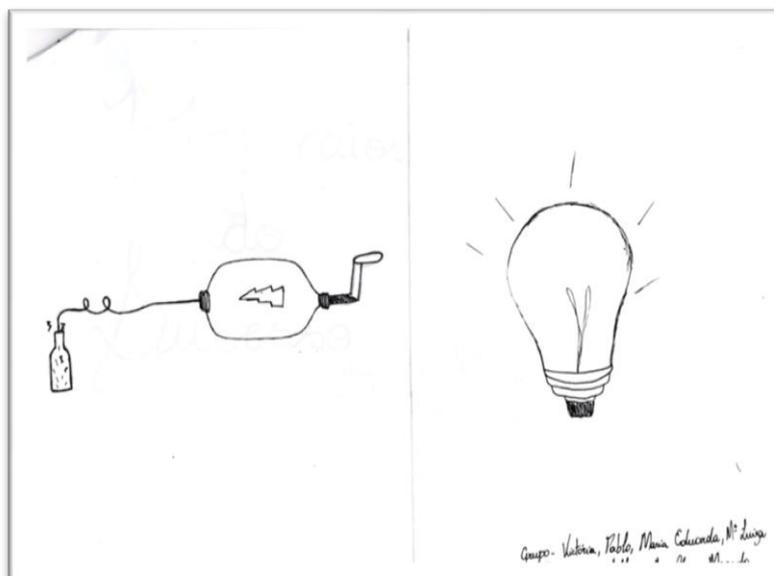
### **Explicação do Grupo A1:**

*“Desenhamos a pilha antiga e a pilha atualmente. Algo que revolucionou a história da eletricidade. No passado, eles empilhavam vários metais, que eram bons condutores de energia para criar uma pilha. E hoje em dia, temos uma pilha pequena que gera energia.”*

Este grupo decidiu por comparar a primeira pilha de Volta com as pilhas atuais. Foi notável que no vídeo lhes chamou a atenção quando foi narrada a história de Alessandro Volta e a primeira pilha. Percebe-se que conseguiram entender a evolução tecnológica que aconteceu.

O Grupo B1 tem seu desenho apresentado na Figura 37, abaixo com a respectiva explicação transcrita.

**Figura 37: Desenho do Grupo B1**



**Fonte: a Autora (2018)**

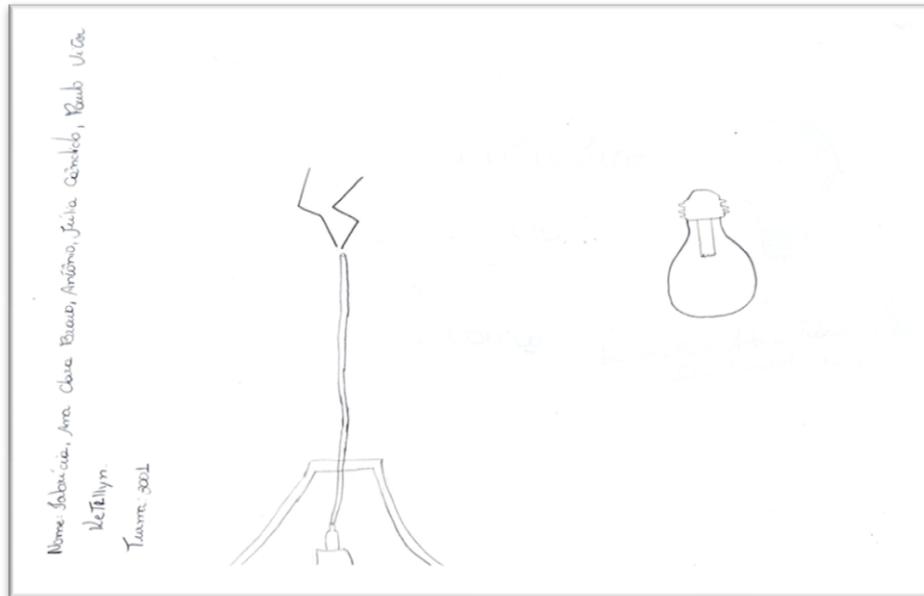
### **Explicação do Grupo B1**

*“No passado, desenhamos uma manivela que era a máquina de Roksbee ligada a garrafa de Leyden., o experimento de Pieter Van Musschenbroek, e lembrando de que no vídeo ele levou um choque na ponta da garrafa. No presente, a lâmpada representando a Eletricidade atualmente, com os polos negativo e positivo e a lâmpada acesa.”*

O grupo B1 já destacou do vídeo o experimento de Musschenbroek, no qual queria armazenar energia. E atualmente as lâmpadas incandescentes que ainda existem nas residências. Apresentaram então a primeira máquina de gerar energia elétrica do passado e a lâmpada atualmente.

A seguir, na Figura 38 os desenhos do grupo C1 são apresentados e podemos perceber o primeiro Para-raios e novamente a lâmpada como representação da Eletricidade atual.

**Figura 38: Desenho do Grupo C1**



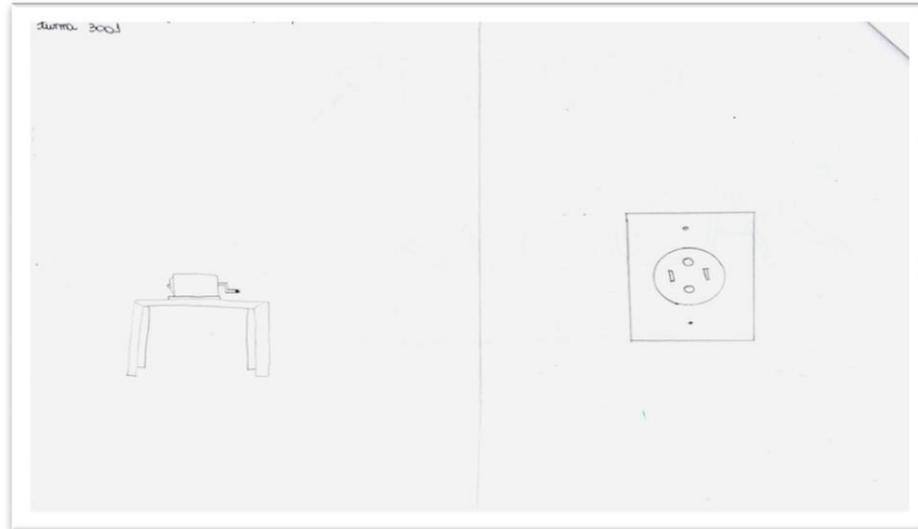
**Fonte: a Autora (2018)**

### **Explicação do Grupo C1**

*“A gente desenhou um Para-raios como foi apresentado no vídeo , isso ocorreu quando eles perceberam que a Eletricidade dos raios e relâmpagos poderia ser utilizada. E a lâmpada representando o novo ciclo, uma nova era que estaria começando com as novas descobertas.”*

Este grupo, C1 já demonstrou maior percepção pelo primeiro Para-raios idealizado por Benjamin Franklin e apresentado no vídeo. Novamente aparece a lâmpada incandescente como símbolo de Eletricidade atualmente.

A seguir, na Figura 39, aparecem as representações pictóricas do grupo D1 e logo após a transcrição do que eles explicaram.

**Figura 39: Desenho do Grupo D1**

Fonte: a Autora(2018)

### **Explicação do Grupo D1:**

*“Desenhamos uma máquina de Roksbee, que gera eletricidade através de força mecânica, com uma manivela e atualmente uma tomada, que é um exemplo bem comum de utilização da energia elétrica. Quando falamos em eletricidade atualmente, logo pensamos em tomada.”*

O grupo D1 discutiu bastante a respeito do que para eles simbolizaria a Eletricidade atualmente e falaram entre eles que qualquer eletrodoméstico necessita de uma tomada, assim ela seria perfeita. Novamente a máquina de Roksbee é desenhada pois foi mostrada intensamente no vídeo.

E finalmente os desenhos feitos pelo último grupo da turma 3001, o grupo E1 na Figura 40.

**Figura 40: Desenho do Grupo E1**

Fonte: a Autora (2018)

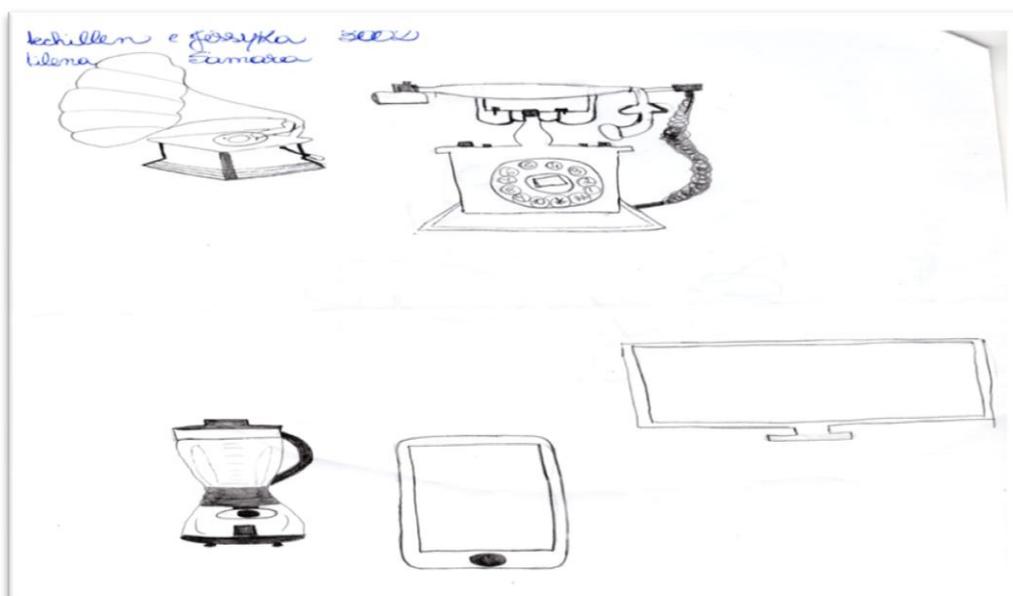
### Explicação do Grupo E1:

*“Desenhamos toda a evolução da Eletricidade que apareceu no vídeo, e com certeza antes dos que apareceram no vídeo existiram muitos outros experimentos. Dos que apareciam no vídeo, começamos com o relâmpago porque eles acreditavam que tudo vinha do poder de Deus, coisas como a Eletricidade que não eram explicadas advinham dos poderes de Deus. Começaram a pensar nos relâmpagos, depois a primeira máquina que conseguia gerar Eletricidade e depois o armazenamento, já que eles não conseguiam armazenar a energia. E essa garrafa de Leyden, junto com a máquina de Roksbee foi feita por acidente, o inventor levou um choque. Benjamin Franklin que idealizou o primeiro Para-raios, que era ligado a uma garrafa para armazenar a energia do relâmpago. Depois desenhamos a pilha, que era feita de vários metais, porque eles eram bons condutores. Depois a Eletricidade “animal”, que eles colocavam em sapos e viram que mexiam os nervos com metais. Eles eletrocutavam pessoas mortas, e fizeram uma sala fechada com várias pilhas. E a Eletricidade que temos hoje e só foi possível por todos esses experimentos que fizeram uma evolução de todas as ideias, até o que temos hoje, representado pela lâmpada no final.”*

O grupo E1, fez um desenho bem criativo. Um integrante do grupo é excelente desenhista e talvez por isso, houve facilidade em fazer a tarefa. Desenharam praticamente um resumo de todo o documentário que foi explicado e apresentado por outro integrante do grupo.

A seguir é apresentado na Figura 41 o desenho feito pelo grupo A2, primeiro grupo da turma 3002.

**Figura 41: Desenho do Grupo A2**



Fonte: a Autora (2018)

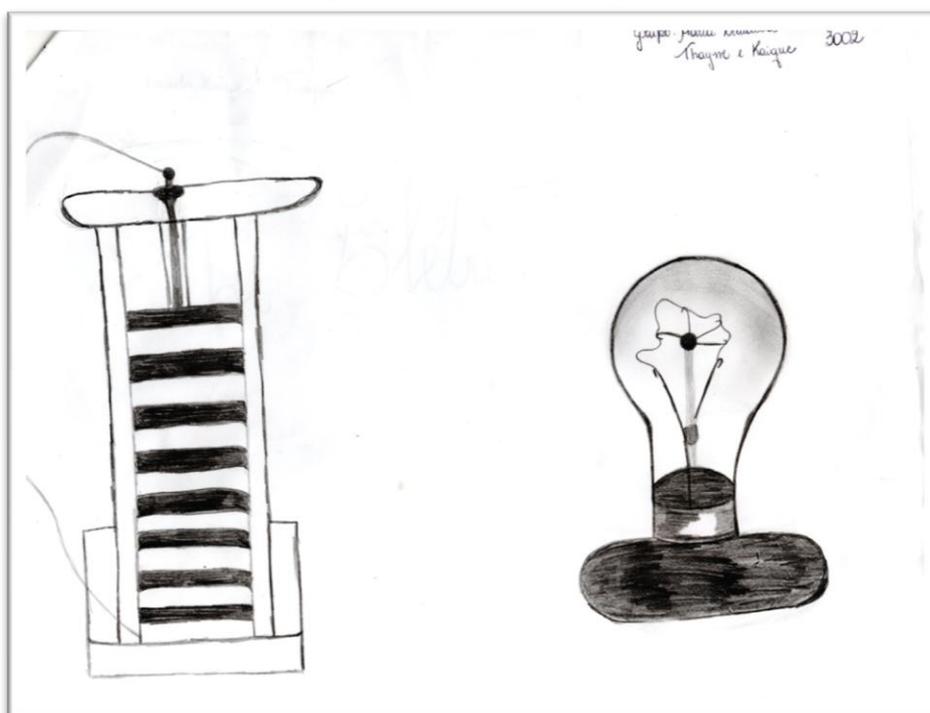
### Explicação do Grupo A2:

*“Avanço tecnológico... Tudo está melhorando! Na antiguidade aparelhos de música grandes, pesados. Os telefones antigos eram de madeira e pesados, hoje em dia estão cada vez menores. O avanço tecnológico é visível e melhorando cada vez mais. A qualidade e avanço tecnológico, é visível. Hoje temos TVs de Leds, são maiores, mais finas e melhores. O liquidificador, antigamente não existia, eles amassavam com a mão e hoje o liquidificador tritura tudo mais rápido.”*

Este grupo, o A2 da turma 3002 ficou discutindo bastante e se utilizaram do livro didático para buscar inspiração. Fizeram aparelhos antigos como o fonógrafo e os primeiros telefones. Assim, fizeram uma associação entre a tecnologia do passado e do presente com os celulares portáteis e as TVs modernas atuais, fazendo um elo entre eletricidade e novas tecnologias.

A seguir pode-se perceber o desenho feito pelo grupo B2 na Figura 42 e logo após a transcrição da explicação verbal.

**Figura 42: Desenho do Grupo B2**



**Fonte: a Autora (2018)**

### Explicação do Grupo B2:

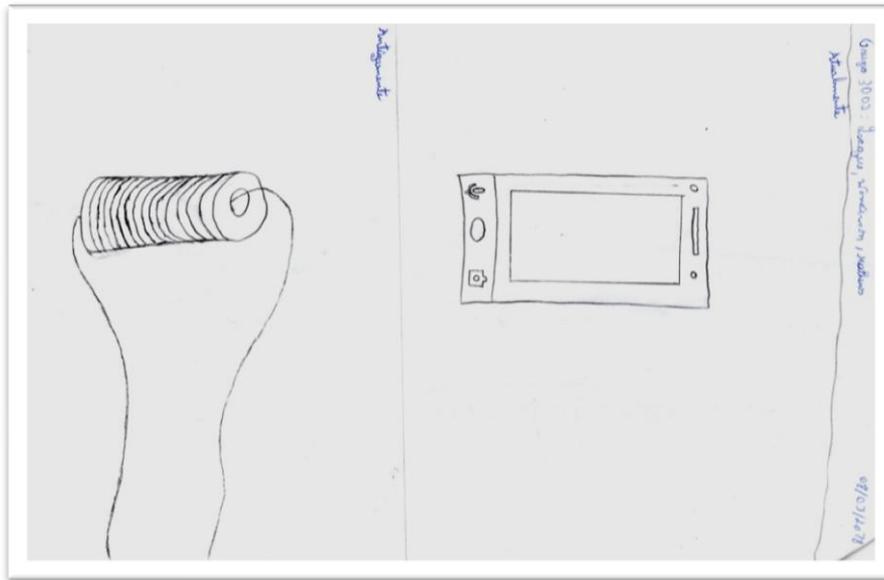
*“No passado, desenhamos a primeira pilha inventada que era muito grande e hoje em dia são bem pequenas e atualmente, desenhamos a primeira lâmpada incandescente para*

*demonstrar o que temos hoje e mesmo assim cada vez estão mais modernas, como por exemplo as lâmpadas de LEDs.”*

Assim como o grupo A1 da turma 3001, o grupo B2 da turma 3002 desenhou a primeira pilha, demonstrando o que mais chamou a atenção no vídeo. E como a Eletricidade da atualidade pela terceira vez, porém em outra turma, temos a lâmpada como símbolo da Eletricidade atual.

A Figura 43 que vem a seguir traz o desenho do grupo C2 e depois a explanação verbal do grupo.

**Figura 43: Desenho do Grupo C2**



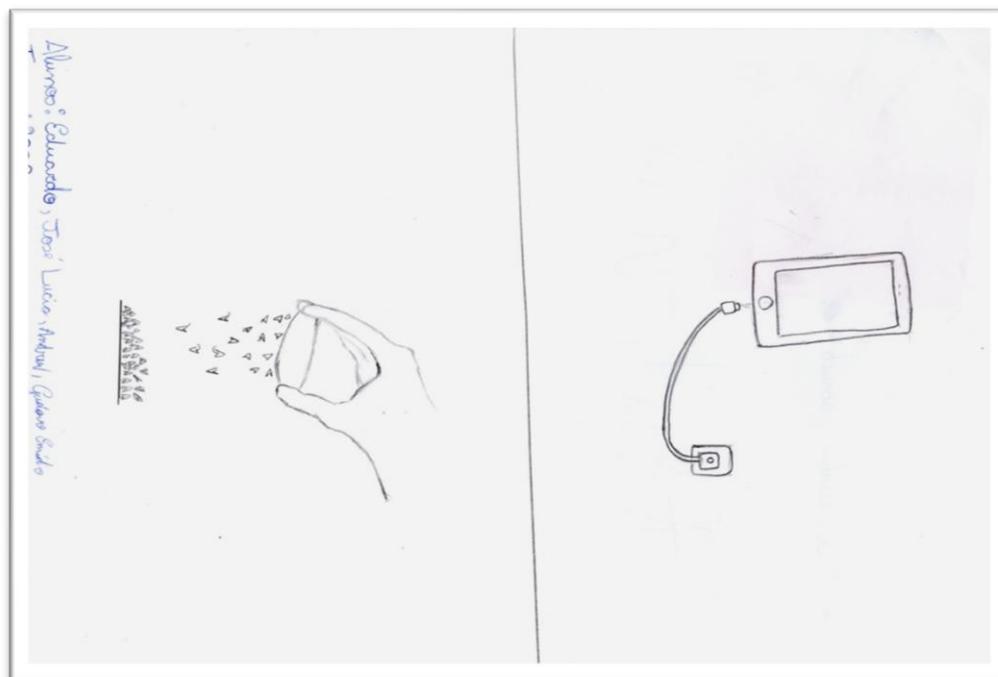
**Fonte: a Autora (2018)**

### **Explicação do Grupo C2:**

*“ A primeira pilha, que “ armazenava “ energia. Hoje em dia o telefone celular, que é energia útil, e como é útil.”*

A primeira pilha de Alessandro Volta, aparece novamente e colocada ao lado de um celular, o que para eles é o símbolo maior de novas tecnologias e Eletricidade atualmente.

A seguir pode-se analisar o desenho do grupo D2 que aparece na Figura 44.

**Figura 44: Desenho do Grupo D2**

Fonte: a Autora (2018)

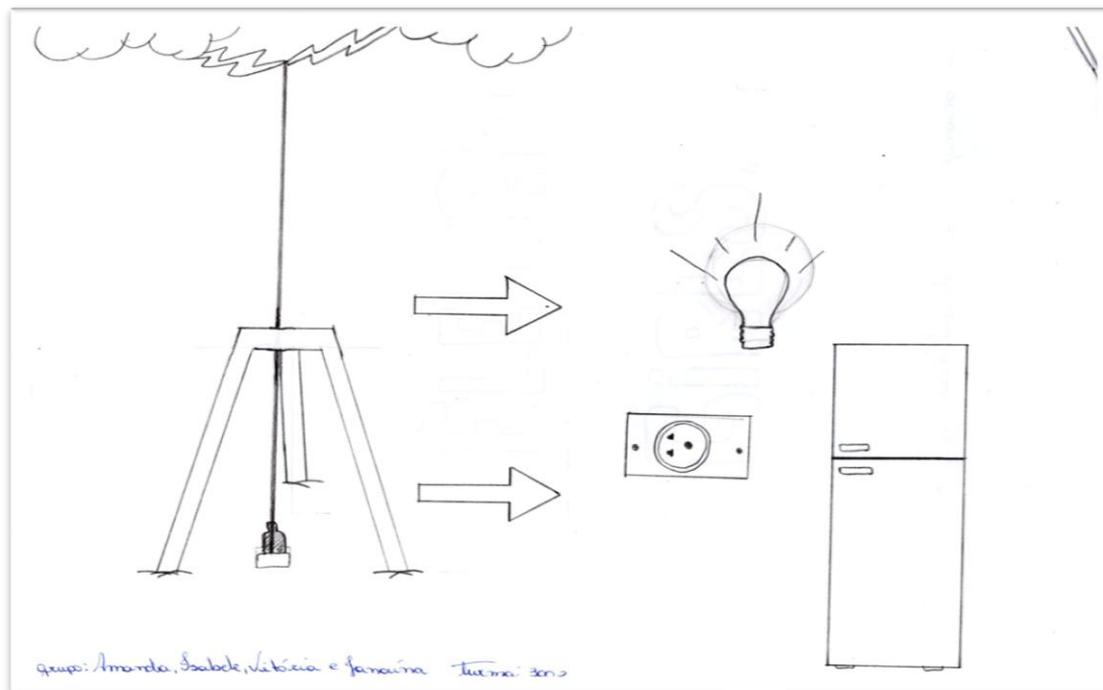
### **Explicação do Grupo D2:**

*“A mão de uma pessoa, que recebeu uma carga elétrica e puxando as folhas de ouro como no vídeo. E hoje em dia, um telefone, que todos nós usamos e que necessita de energia elétrica para carregar e funcionar.”*

O grupo D2 retratou as primeiras manifestações eletrostáticas como atração, representando o passado e o celular aparece novamente como símbolo de modernidade e atualidade elétrica.

A seguir na Figura 45, aparecem os desenhos do grupo E2, último grupo da turma 3002 a apresentar e explicar o desenho feito pelo grupo. A transcrição da explicação vem logo após a figura.

**Figura 45: Desenho do Grupo E2**



**Fonte: a Autora**

### **Explicação do Grupo E2**

*“O 1º Para-raios que apareceu no vídeo com a garrafa que armazenava energia, depois que o raio batia na barra de ferro. Hoje em dia, desenhamos uma tomada, lâmpada e geladeira, representando a Eletricidade através dos aparelhos eletrodomésticos que temos hoje.”*

Assim, finalmente o último grupo da 3002 fez o primeiro Para-raio que é apresentado no vídeo como Eletricidade do passado sendo um relâmpago e os eletrodomésticos atuais como a geladeira, representando a modernidade, além de lâmpada e tomada.

É notório que alguns trechos e experimentos que apareceram no vídeo chamaram mais a atenção dos grupos, ao se repetirem, como a pilha de Alessandro Volta, a máquina de Roksbee e o e o primeiro Para-raios.

A pilha de Volta, representando a Eletricidade do passado e que foi a mais destacada por alguns grupos foi explicada pelo

... inglês Humphry Davy (1778-1829). Assim que tomou conhecimento da pilha construída por Volta, em 1799, passou a estudá-la, questionando a teoria daquele cientista de que a eletricidade ali produzida era um fenômeno eletrostático causado pelo simples contato de metais diferentes. Para explicar a pilha, Davy sugeriu que a

produção da eletricidade dependia das reações químicas ali ocorridas. Ele estava convencido de que, em células eletrolíticas, a corrente agia separando compostos e não sintetizando novas substâncias (GUERRA e REIS, 2004, pág. 224).

Também nota-se que na Eletricidade atual, alguns objetos se repetem como lâmpadas incandescentes, celulares e tomadas.

Assim, o quadro 7 nos fornece o número de vezes que aparecem determinados desenhos, nos facilitando uma análise sobre o que os alunos se interessaram com maior frequência na Eletricidade do passado e o que faz grande parte pensar em Eletricidade do presente.

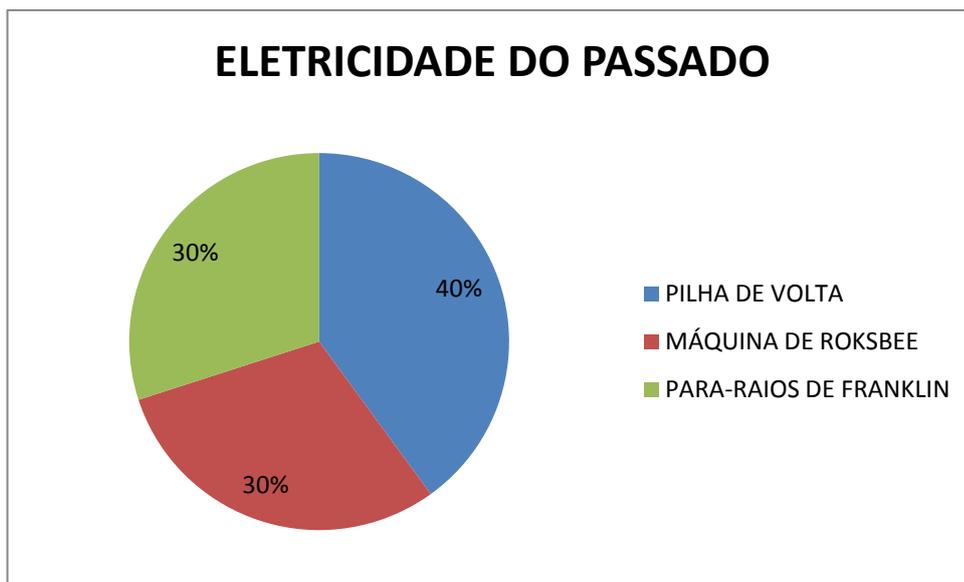
**Quadro 7: Análise quantitativa da frequência que aparecem os desenhos.**

NÚMERO DE VEZES QUE APARECE REPRESENTANDO A ELETRICIDADE DO PASSADO	NÚMERO DE VEZES QUE APARECE REPRESENTANDO A ELETRICIDADE DO PRESENTE
Pilha de Volta (04) Máquina de Roksbee (03) Para-raios idealizado por Franklin (03)	Lâmpada (05) Celulares (03) Tomada (03)

**Fonte: a Autora (2018)**

Para uma análise quantitativa e qualitativa foram elaborados dois gráficos em forma de pirâmide, relacionados aos desenhos construídos em grupos. Os gráficos 1 e 2 nos fornecem informações sobre as imagens mais desenhadas e as com menor frequência, podendo se inferir no que foi mais atraente para os alunos no vídeo e o que menos lhes chamou a atenção e não despertou a vontade de desenhar.

**Gráfico 1: Frequência dos Desenhos da Eletricidade do Passado.**

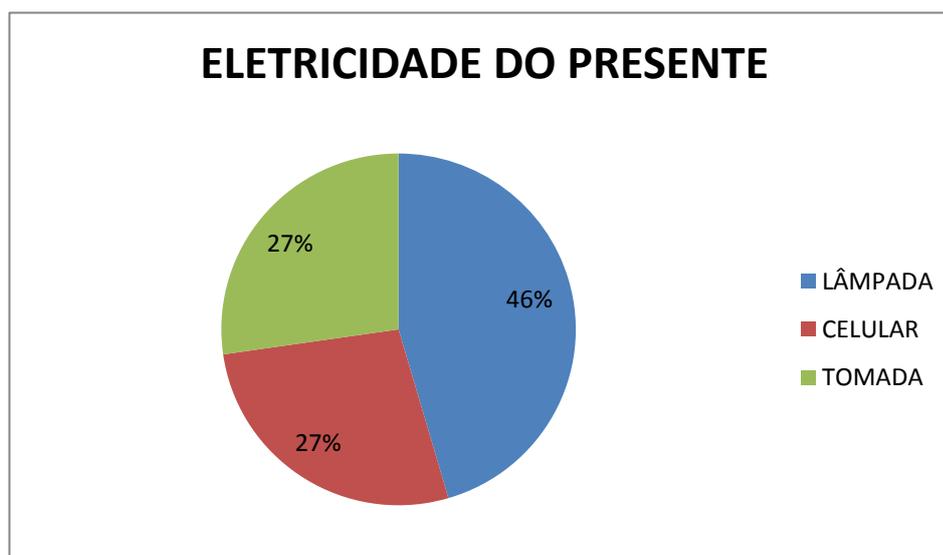


Fonte: elaborado pela Autora (2018).

A pilha de Volta, apesar de ser exibida somente no final do documentário, apareceu o maior número de vezes nos desenhos, eles demonstraram em atitudes gestuais e verbais que ficaram impressionados com o tamanho da primeira pilha e talvez por isso foi o desenho mais feito pelos grupos. Assim, a História da Ciência favorece também o maior interesse do aluno.

“Através da História, podemos conhecer o processo pelo qual a ciência e a tecnologia foram construídas, percebendo-as como uma produção cultural, inseridas em um tempo e em um espaço específicos” (GUERRA, et. al., 2004, p.226).

**Gráfico 2: Frequência dos Desenhos da Eletricidade do Presente**



Fonte: elaborado pela Autora (2018)

Neste segundo gráfico, é notável que a lâmpada foi o desenho mais produzido para representar a Eletricidade do presente. A lâmpada, além de aparecer nos últimos segundos do documentário, também é um objeto que todos possuem em casa e a “luz” é sinônimo de Eletricidade para muitos desde que nascem. Assim, a História da Ciência é importante para a compreensão do presente e entendimento das evoluções científicas e elétricas.

Nessa perspectiva, é nesse ambiente que devem ser proporcionadas vivências que possibilitem aos estudantes conhecerem as questões mais fundamentais de seu tempo, a partir de um estudo sistemático da sociedade em que vivem, das conjunturas atuais e das perspectivas futuras. É fundamental, então, que as salas de aulas sejam espaços abertos a discussões a respeito dos limites e possibilidades dos conhecimentos construídos pelos homens ao longo da história. Isso implica na criação de espaços em que os alunos possam estudar a história da construção de tais conhecimentos, de forma a refletir sobre as questões por eles respondidas através do tempo, assim como as soluções encontradas e os caminhos trilhados na produção destas, que foram se fortalecendo até os dias atuais (GUERRA, et. al., 2004, p. 225).

### 5.2.3 Questionário antes e após apresentação de slides

No quarto encontro foi buscada uma maior ênfase ao conteúdo didático e os conceitos de Eletrostática. Antes da apresentação dos slides os alunos foram divididos em grupos novamente e foram feitas duas perguntas:

- 1- **O que é Relâmpago?**
- 2- **O que é Para-raios?**

O objetivo era observar se os alunos já tinham adquirido algum conhecimento e após a aula expositiva com slides, se a aprendizagem se aperfeiçoaria, com os grupos respondendo as mesmas questões. Foi liberado para que se achassem que a resposta no primeiro momento continuava satisfatória, poderiam se abster no segundo momento de responder. Foram dados 20 minutos para responderem inicialmente, as respostas foram recolhidas e os slides apresentados, estes que estão no Apêndice A. Após os slides deveriam responder novamente as mesmas questões com mais 20 minutos.

O método de Análise no questionário também foi a Análise de Conteúdo, já explicada anteriormente. Foram seguidas as três etapas, a pré-análise, a exploração do material e as inferências e interpretações.

Todas as respostas dos alunos, como no primeiro questionário foram transcritas e tabuladas para uma análise inicial. A professora/pesquisadora fez uma leitura atenta de todas as respostas escritas pelos 10 grupos, A1, B1, C1, D1, E1, (Turma: 3001), A2, B2, C2, D2, E2, (Turma: 3002) e selecionou algumas categorias, comparando as resposta à questão 1 inicialmente e após a apresentação dos slides. As categorias selecionadas foram: conceito

abstrato de energia elétrica natural, conceito de tensão elétrica, consequência do atrito entre nuvens.

No Quadro 8 abaixo, são separadas as categorias com as US das respostas iniciais e finais a Questão 1.

**Quadro 8: Categorias e respectivas US das respostas iniciais e finais da questão 1.**

CATEGORIAS	CONCEITO ABSTRATO DE ENERGIA ELÉTRICA “NATURAL”	CONCEITO DE TENSÃO ELÉTRICA	CONSEQUÊNCIA DO ATRITO ENTRE NUVENS
<b>Unidades de Significação – Pergunta I (US) ANTES DA APRESENTAÇÃO O DOS SLIDES</b>	<p>É um fenômeno natural que acontece quando as nuvens estão carregadas de elétron (C1)</p> <p>É um fenômeno da natureza que por muito tempo foi considerado como obra de Deus. (E1)</p> <p>É um fenômeno natural que ocorre quando as partículas das nuvens estão muito agitadas (C2)</p>	<p>Nenhum grupo cita Tensão antes da aula com slides.</p>	<p>É uma descarga elétrica causada por choques de nuvens carregadas (D1)</p> <p>Cargas de eletricidade que caem do céu devido ao choque das nuvens. (B1)</p>
<b>Unidades de Significação – Pergunta I (US) APÓS A APRESENTAÇÃO O DOS SLIDES</b>	<p>É uma descarga elétrica (A1)</p>	<p>quando se forma uma enorme tensão entre duas regiões da atmosfera.(B1)</p> <p>Tensão entre atmosferas.(D1)</p> <p>quando há duas tensões diferentes na atmosfera (E1)</p>	<p>descarga elétricas, associadas ao atrito das nuvens. (D1)</p> <p>atrito de massas de nuvens diferentes (B2)</p> <p>O atrito entre as nuvens(D2)</p>

Fonte: a Autora

Podem ser feitas algumas inferências a respeito das respostas dos alunos e respectivas US. Inicialmente, nenhum dos grupos relacionou os relâmpagos a diferença de Tensão, conceito até aquele momento não estudado. Mas, percebe-se que após a apresentação dos slides as respostas são mais elaboradas com uso do conceito de Tensão Elétrica e o Atrito entre nuvens, todos estes apresentados nos slides. Os relâmpagos são fenômenos naturais de Eletricidade e a utilização do Para-raios é importante pois,

caso ocorra excesso de cargas na atmosfera, como acontece durante as tempestades, uma substancial carga de sinal contrário pode se formar na extremidade obtusa. Por conseguinte, as descargas produzidas por raios tendem a ser direcionadas para a extremidade do cabo, e não para outras estruturas vizinhas que poderiam ser danificadas (FREEDMAN, 2009, p.85).

Percebe-se que os grupo B1, D1, E1 enriqueceram o conhecimento, aperfeiçoando a primeira resposta, aparecendo o conceito de Tensão Elétrica como necessária para a descarga elétrica. O grupo D1 cita o choque entre nuvens e melhora a resposta na segunda vez ao usar o processo de eletrização por atrito, que está mais condizente com o referencial teórico adotado.

Benjamin Franklin explicou esse fenômeno propondo um modelo em que todo o corpo possui uma certa quantidade normal de eletricidade que pode ser transferida de um corpo para outro quando os dois entram em contato, como no caso em que são atritados entre si. O atrito deixa um corpo com excesso de carga e outro com falta de carga na mesma quantidade que o excesso ( TIPLER, 2006, p.2).

O grupo E1, inicia falando em fenômeno criado por Deus na resposta da questão 1 e explica a utilização do “fio terra” no Para- raios na segunda resposta no segundo momento. Na turma 3002, foram observadas respostas mais curtas, não desenvolvem bem a escrita, porém deixam de escrever apenas fenômeno elétrico para melhor explicar, relacionando ao processo de eletrização por Atrito e a Tensão Elétrica ou diferença de potencial.

“A diferença de potencial entre dois pontos (medida em volts) é geralmente chamada de tensão.”(TIPLER, 2006, p. 74)

Na segunda pergunta, o objetivo era perceber se os alunos sabiam o que é Para-raios e se esse conhecimento era mais bem elaborado após a aula com slides. No quadro 9 a seguir, são separadas as categorias: objeto que atrai relâmpagos, objeto de proteção e objeto que encaminha os relâmpagos, com as respectivas US das respostas iniciais e finais a questão 2.

**Quadro 9: Categorias e respectivas US das respostas iniciais e finais a questão 2.**

CATEGORIAS	OBJETO QUE ATRAI OS RELÂMPAGOS	OBJETO DE PROTEÇÃO	OBJETO QUE ENCAMINHA OS RELÂMPAGOS
<b>Unidades de Significação – Pergunta I (US) ANTES DA APRESENTAÇÃO DOS SLIDES</b>	Instrumento usado para <b>atrair</b> o raio (B1) objeto de ferro que <b>atrai</b> o raio(C1) que faz com que o raio seja “ <b>chamado</b> ” para esse metal (D1) <b>absorve o raio (E2)</b>	<b>Nenhum grupo antes dos slides utilizou termos desta categoria.</b>	<b>conduzir</b> o raio para o solo. (A1) <b>mecanismo</b> que contém uma ponta no topo de forma a atrair o raio(D2)
<b>Unidades de Significação – Pergunta II (US) APÓS A APRESENTAÇÃO DOS SLIDES</b>	atrai os relâmpagos para não cair em outros lugares.(C2)	É um sistema de <b>proteção</b> contra descargas atmosféricas(B1)  É um sistema de <b>proteção</b> contra os raios (E2)	serve para <b>conduzir</b> os raios para que não caia em casas e pessoas. (B2) estrutura de ferro que encaminha energia do raio com um fio até um aterramento(C1) encaminha a energia do raio(D1) encaminha a descarga para o fio terra (A2)

Fonte: a Autora (2018)

Na segunda pergunta também houve um avanço, trocaram o verbo “*sugar*”, para “*encaminhar*” para o solo, termo utilizado pelos grupos C1, D1. Porém, percebe-se que nenhum grupo antes da aula com slides cita que o Para-raios é um sistema de proteção.

O grupo A2 melhora no segundo momento a resposta 2, trocam “*absorve energia*” por “*objeto condutor que encaminha a descarga elétrica para o fio terra*”. O grupo C2 já elabora melhor suas respostas iniciais ao falar em fenômeno natural que ocorre quando partículas de nuvens se chocam e geram energia. Porém na resposta 2, este grupo se confunde inicialmente e posteriormente porque respondem que os Para-raios “*atraem os raios*”, sem explicar corretamente seu funcionamento. O grupo D2, responde inicialmente de maneira básica e vaga a pergunta inicial e dizem ainda que o Para-raios atrai o raio, apenas por ser pontiagudo.

As descargas produzidas por raios tendem a ser direcionadas para a extremidade do cabo, e não para as estruturas vizinhas, que poderiam ser danificadas. (Um cabo condutor que liga o Para-raios ao solo permite que a carga adquirida seja dissipada sem causar danos.) Um Para-raios com uma ponta aguda acarretaria menor acúmulo de carga e, portanto, seria menos eficaz (FREEDMAN, 2009, p.85).

Assim, é notório que os alunos em sua grande maioria melhoram sua resposta e enriquecem seu vocabulário ao citar termos antes desconhecidos por eles. A aula expositiva com slides ajudou na aprendizagem e na conceituação concreta de fenômenos e objetos de seu cotidiano.

## **5.2.4- Análise do Game Quiz Kahoot**

No quinto encontro buscando avaliar os conhecimentos adquiridos até aquele momento foi aplicado o jogo *on line Kahoot*, assim a aprendizagem pôde ser testada de uma maneira criativa, dinâmica e colaborativa. O desenvolvimento cognitivo está diretamente relacionado às interações sociais, que são convertidas em funções mentais. “Na teoria de Vygotsky, não é somente através do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar, mas é por meio da socialização que podemos observar o efetivo desenvolvimento” (MOREIRA, 2009, p.19).

### **5.2.4.1-Análise dos dados motivacionais**

Foi notório que todos os alunos, dominavam o acesso ao jogo e as ferramentas tecnológicas necessárias, já que utilizavam os próprios celulares. Não apresentaram

dificuldade na execução das tarefas, apenas na turma 3002, um grupo se mostrou com dificuldade, mas o outro grupo os ajudou, demonstrando a colaboração por parte dos alunos.

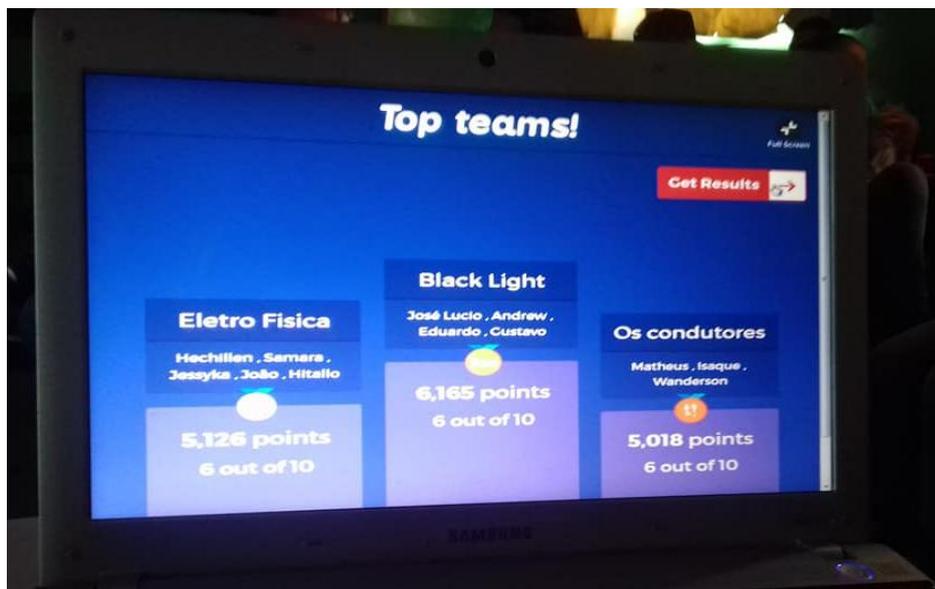
Todos conseguiram abrir a página do aplicativo no celular e preencheram os campos, como *Game Pin*, *Nick name*, que eram o código para entrarem no jogo e o nome da equipe participante. Durante o jogo, verbalizavam entre eles sobre as questões e discutiam a resposta correta que deveria ser marcada em seu celular.

Assim, a inteligência tem origem social e a aprendizagem acontece inicialmente de forma intersíquica, isto é, no coletivo, para depois haver a construção intrapsíquica. Dessa forma, para que ocorra a aprendizagem, há a necessidade de uma interação entre duas ou mais pessoas, cooperando em uma atividade interpessoal e possibilitando uma reelaboração intrapessoal (TORRES e IRALA, 2014, p. 73).

Foi de fácil percepção de que a interação se fez presente, além da motivação em vencer a disputa. Durante todo o tempo foi utilizada a linguagem, seja como forma de se chegar a resposta correta ou como incentivo para a participação. A colaboração também foi importante em todo processo.

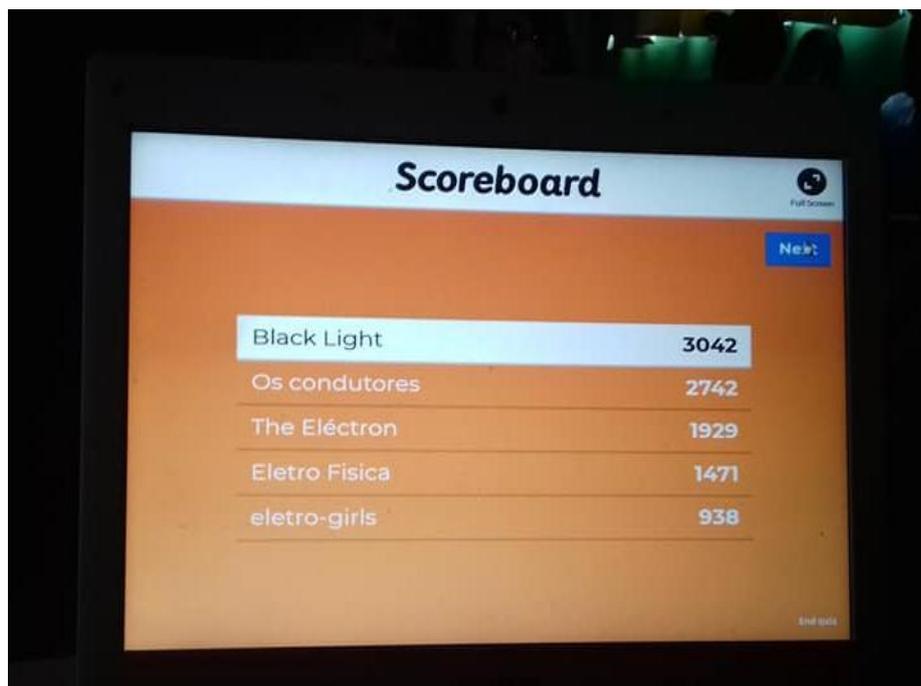
O entusiasmo e motivação foi grande, aguardavam com ansiedade o resultado do placar após cada resposta e o resultado final que era gerado com os 3 primeiros lugares (Figura 46), e depois o resultado dos 5 grupos participantes, (Figura 47). E comemoravam com grande alegria, quando acertavam. A motivação foi inerente ao jogo e a colaboração de suma importância para que se chegasse ao melhor resultado.

**Figura 46: Placar do Game**



Fonte: a Autora (2018)

**Figura 47: Placar Final da turma 3002**



Fonte: a Autora (2018)

#### 5.2.4.2-Resultados quantitativos

O jogo promoveu a interação, a motivação e a dinamicidade na aula. Ao final na turma 3001, teve 63,4% de acertos gerais (figura 48) e a turma 3002, 65%,(figura 49). A turma 3002 há apenas 20 alunos, e a turma 3001, 30 alunos. Foi visível que em grupos menores, o controle da turma é mais favorecido. Mas, nas duas turmas a motivação se fez presente.

**Figura 48: Resultado geral da turma 3001**

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	Hosted by	Prof.Janaina						
4	Played with	5 players						
5	Played	10 of 10 questions						
6								
7	Overall Performance							
8	Total correct answers (%)	63,64%						
9	Total incorrect answers (%)	36,36%						
10	Average score (points)	5791,40 points						
11								
12	Feedback							

Fonte:arquivo Excel a Autora (2018)

**Figura 49: Resultado Geral da turma 3002**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA</b>							
2	Played on			22 Mar 2018				
3	Hosted by			Prof. Janaina				
4	Played with			5 players				
5	Played			10 of 10 questions				
6								
7	<b>Overall Performance</b>							
8	Total correct answers (%)			65,00%				
9	Total incorrect answers (%)			35,00%				
10	Average score (points)			4771,60 points				
11								

**Fonte: Arquivo Excel da Autora(2018)**

Neste sentido, acreditamos que os *Jogos de Quiz on line* utilizados como instrumentos pedagógicos, criam ambientes favoráveis à aprendizagem, enriquecendo as aulas, favorecendo a Aprendizagem Colaborativa e os pressupostos teóricos de Vygotsky. Estimulam a cooperação e a interação entre os alunos, o compartilhamento de suas realizações pessoais e em grupo, durante todo o processo de aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, no caso da aplicação, mas pode ser utilizado para qualquer disciplina e qualquer tema.

### **5.2.5-Análise dos Experimentos construídos em grupos e apresentados em classe**

Os experimentos históricos foram sorteados entre os grupos e foi entregue anteriormente um roteiro (já apresentado no item 5.1) para cada grupo, com as orientações e dados que deveriam ser coletados. Eles deveriam se reunir em grupo em casa, fazer a pesquisa, construir o experimento em grupo e apresentarem para os demais colegas de classe. O trabalho deveria em todo o tempo ser discutido, construído e apresentado colaborativamente, pois “a concepção subjacente desse modo de aprender em grupos é que uma aprendizagem com mais significado para os aprendizes pode ser alcançada pelas discussões em grupo e pela experimentação.” (TORRES e IRALA, 2014, pág. 73)

A avaliação do professor/ pesquisador se deu durante todo o processo e também no final na construção dos respectivos *Blogs*, nos quais seriam compartilhados esses experimentos.

“Nos processos de aprendizagem colaborativa ou cooperativa, avaliar os procedimentos desenvolvidos pelo grupo implica o exercício de realizar efetivamente uma avaliação com ênfase no processo” (idem, 2014, pág. 86).

Todas as apresentações foram filmadas e fotografadas, para compartilhamento nos *Blogs* que eles construíram posteriormente e como fonte de análise para a professora/pesquisadora.

Os grupos A1 da turma 3001 e D2 da turma 3002 construíram maquetes de Para-raios, que deveriam apresentar os componentes essenciais dos Para-raios e conceituarem historicamente desde sua invenção.

O grupo A1 fez uma grande maquete, apresentaram em slides os principais componentes do Para-raios. Iniciaram explicando nos *slides* o que é um Relâmpago e explicaram para a turma sobre “Poder das Pontas”, sobre a importância do aterramento do fio condutor que é feito de alumínio ou cobre no Para-raios e da Indução eletrostática que pode ocorrer entre nuvens ou nuvem e solo, com diferença de Tensão. Foi percebido que os alunos apresentaram o trabalho de maneira colaborativa com cada integrante explicando e complementando o que cada um falava.

Eles também contextualizaram falando sobre Benjamin Franklin e foi relevante os alunos se mostrarem surpreendidos pelo fato da história de que ele soltou uma pipa seria lenda, já que alguns livros apresentam isto como fato e em desenhos. Este grupo cumpriu todos os requisitos propostos.

A seguir a Figura 50 traz a fotografia da maquete do grupo A1.

**Figura 50: Maquete do Grupo A1**



Fonte: a Autora (2018)

O grupo D2 fez apenas um prédio, imagem na Figura 51, mas conseguiram explicar bastante, porém não elaboraram uma apresentação com slides. Somente falaram e apresentaram os componentes de um Para-raios. O grupo se mostrou tímido e iniciou falando sobre o primeiro Para-raios e que os livros trazem uma lenda histórica sobre a pipa e a tempestade, porém, a idealização do Para-raios foi de Benjamin Franklin. Também mostraram na maquete o fio aterrado. Explicaram sobre polarização e a diferença de tensão entre nuvens e que ele é um sistema de proteção de altos prédios, estádios etc. Apesar da timidez notável, o grupo se articulou bem e também trabalhou colaborativamente, demonstrando os conceitos físicos e históricos aprendidos.

**Figura 51: Maquete do Grupo D2**



**Fonte: a Autora (208)**

O grupo B1 e B2, sortearam o tema Blindagem Eletrostática, a pesquisa histórica foi feita sobre Faraday e seus projetos e experimentos sobre eletromagnetismo, indução etc.

O grupo B1, iniciou já relatando sobre a “gaiola de Faraday” e o experimento realizado por Faraday para um grande número de expectadores. O grupo demonstrou aprendizado sobre o tema que envolve conhecimentos de campo elétrico, materiais condutores e a importância dos inventos e experimentos de Faraday até hoje, sendo úteis no nosso cotidiano. Eles apresentaram a “blindagem” ao envolver papel alumínio no celular (Figura 52) e ao colocar um eletroscópio dentro de uma gaiola, o qual deixa de funcionar. Contextualizaram a aprendizagem ao falarem sobre a blindagem em aparelhos eletrônicos atualmente para a proteção de seus componentes. Citaram muitos exemplos como aviões, e técnicos que usam roupas feitas de fios metálicos para trabalharem em altas tensões. Notável a

relação que fizeram entre o passado com Faraday e o presente com as utilizações intensas dos princípios descobertos por ele.

**Figura 52: Blindagem Eletrostática, Grupo B1**



**Fonte: a Autora (2018)**

O grupo B2 apresentou uma certa dificuldade em apresentar a pesquisa para a turma, com conceitos não muito claros e com dificuldade em se expressar inicialmente. Trouxeram uma gaiola e colocaram um celular ligado em uma rádio dentro dela, Figura 53, demonstrando a blindagem ao sofrer interferência eletromagnética no sinal do celular e deram alguns exemplos de seu uso em nossa vida, como automóveis.

Explicaram corretamente que um condutor oco, quando carregado eletricamente, tende a espalhar suas cargas uniformemente por sua superfície externa. Também explicaram que devido a repulsão entre as cargas, elas se manterão o mais longe possível umas das outras. Assim, apesar da timidez, em conjunto conseguiram expressar conhecimentos adquiridos de conceitos eletrostáticos.

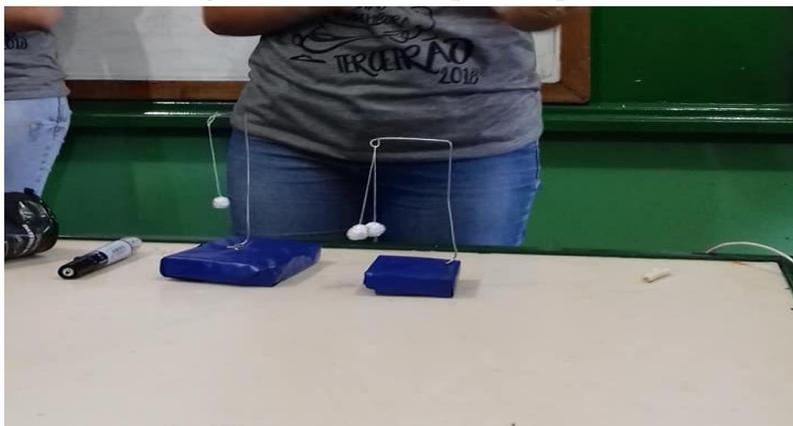
**Figura 53: Blindagem Eletrostática, Grupo B2**



**Fonte: a Autora (2018)**

O grupo C1 apresentou sobre pêndulos Simples e duplo, explicaram sobre a História relatando os experimentos de Gilbert em 1600. Explicaram o conceito de eletrização por atrito e indução. Explicaram claramente todos os conceitos para o restante da classe, demonstrando que tinham feito uma pesquisa bem fundamentada e que a colaboração foi presente em todo o tempo, desde a confecção até a apresentação. A seguir os pêndulos produzidos são apresentados na Figura 54.

**Figura 54: Pêndulo Simples e Duplo**



**Fonte: a Autora (2018)**

O grupo E2 explicou bastante sobre pêndulo eletrostático, observa-se na próxima imagem, figura 55, explicaram sobre a Lei de Coulomb e a atração e repulsão eletrostática. No vídeo, se analisa que explicaram bastante sobre o conceito de pêndulo, inclusive os pêndulos mecânicos, citando Galileu Galilei como introdução para chegar em pêndulo eletrostático. Apresentaram *slides*, e falaram sobre período, se perderam em pêndulo mecânico, oscilações dos pêndulos.

Sobre pêndulo eletrostático apresentaram muito bem, falaram nos *slides* sobre atração e repulsão e explicaram minuciosamente o que é um pêndulo eletrostático.

Falaram de condutores, bolinhas de alumínio e isolantes, com os fios de barbantes, atritaram uma régua em papel e mostraram a atração e repulsão. Falaram também sobre Força eletrostática com Lei de Coulomb e apresentaram o respectivo cálculo.

Foi lembrado que tudo seria registrado no Blog e que as imagens e vídeos deveriam ser postados neles.

**Figura 55: Pêndulo Duplo, grupo E2.**



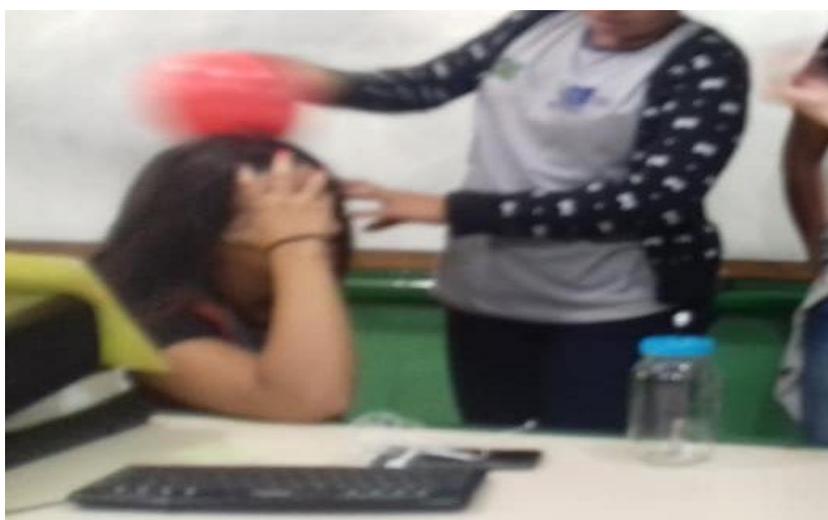
**Fonte: a Autora (2018)**

O grupo D1 construiu um eletroscópio, explicou os conceitos de eletrização por atrito, contato e indução. Também explicaram o princípio da atração e repulsão eletrostática. Detalharam os componentes utilizados, como o cobre as folhas de alumínio.

Eles também atritaram uma bexiga no cabelo de uma integrante do grupo demonstraram que a bola se eletrizava e aproximando da bolinha fazia as folhinhas se abrirem., observamos isto na Figura 56.

Explicaram sobre atração e repulsão, materiais condutores e isolantes e apresentaram um exemplo do cálculo de carga elétrica. Assim, percebe-se que conceito e cálculo foi compreendido pelo grupo.

**Figura 56: Grupo D1, eletrização por atrito.**



**Fonte: a Autora 2018**

O grupo A2 também construiu um eletroscópio, mas aprofundaram bastante na história de Rouksbee e seus trabalhos sobre repulsão eletrostática. Também explicaram os processos de eletrização. Utilizaram uma régua plástica (Figura 57) e a atritaram em papel para que ficasse eletrizada e assim aproximaram do eletroscópio de folha, explicando os processos de eletrização por atrito e indução eletrostática, além de atração e repulsão. O grupo trabalhou colaborativamente, trocando conhecimento e explicando em conjunto.

**Figura 57: Eletroscópio, grupo A2**



**Fonte: a Autora (2018)**

Já o grupo E1 e o C2 tinham como tema a garrafa de Leyden. Todos os dois grupos construíram uma réplica da garrafa de Leyden e na História do experimento falaram de Monchsbroek e sua garrafa de “choques”.

O grupo E1, construiu em conjunto o experimento, enviando vídeos e fotos para o professor e sua garrafa deu pequenos choques ao ser friccionada em uma tela de TV antiga, (Figura 58), o que fez os colegas se divertirem. Relataram a História com Von Musschembroek no ano de 1745 em Leyden, que fica na Holanda. Explicaram que foi o primeiro condensador, nome dado por tentarem na época um meio de armazenar energia. Fizeram a relação do passado com o presente ao falarem dos atuais capacitores utilizados em eletrônica.

**Figura 58: Máquina de choques**



**Fonte: a Autora (2018)**

Infelizmente o experimento do grupo C2 não funcionou, mas foi bem explicado conceitualmente. A garrafa não deu pequenos choques e nem fez barulhos, os alunos relataram que tiveram dificuldade em sua construção. E apenas levaram o material pronto, porém não conseguiram fazer funcioná-la. Este grupo foi avaliado apenas na sua pesquisa escrita, obtendo menor pontuação que os demais.

No Quadro 10 são indicados os grupos que utilizaram satisfatoriamente a Aprendizagem Colaborativa, trabalhando integralmente. Aqueles que abordaram a História da Ciência e os que apresentaram os conceitos físicos bem embasados.

**Quadro 10: Análise dos experimentos**

Equipe	Experimento	Aprendizagem colaborativa	Conceitos Físicos	História da Ciência
A1	Maquete de Para Raio	Sim	Sim	Sim
B1	Gaiola de Faraday	Sim	Sim	Sim
C1	Pêndulos eletrostáticos	Sim	Sim	Sim
D1	Eletroscópio de Folhas	Sim	Sim	Sim
E1	Garrafa de Leyden	Sim	Sim	Sim
A2	Eletroscópio de Folhas	Sim	Sim	Sim
B2	Gaiola de Faraday	Em parte, dificuldade de relacionamento.	Sim	Pouco
C2	Garrafa de Leyden	Em parte	Sim	Pouco
D2	Maquete de Para Raio	Em parte	Sim	Em parte
E2	Pêndulos eletrostáticos	Em parte	Sim	Em parte

**Fonte: a Autora (2018)**

Pode-se concluir que a maioria das apresentações foi muito boa e que os alunos demonstraram que construíram em conjunto a aprendizagem, através de pesquisa textual, construção do experimento com apenas pequenas orientações via redes sociais com o professor, o contexto histórico do experimento foi levado em consideração na maioria das

apresentações, (A1, A2, B1, C1, D1, D2, E1) já que os experimentos de eletrostática tem suas bases na própria História da Eletricidade, e a História das Ciências facilita a aprendizagem, relaciona o contexto das descobertas e enriquece a aprendizagem.

Assim, a História da Ciências

pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (...) (QUINTAL e GUERRA, 2009, p. 22).

Pode-se inferir que houve avanço na aprendizagem de Física, na aprendizagem social e afetiva, havendo constante integração e troca de conhecimentos prévios e novos entre os participantes dos grupos e durante as apresentações, entre eles e o restante das classes.

#### **5.2.6-Análise das apresentações biográficas**

Nesta atividade também realizada em grupo, o objetivo era que os conhecimentos históricos de Eletricidade ficassem mais alicerçados. Que os alunos pudessem representar os cientistas observando que eram pessoas com qualidades e defeitos e que ao longo da história contribuíram para os avanços que temos hoje, através de erros e acertos, com teorias e descobertas que foram essenciais em seu momento histórico. Pois, a escola é um espaço social propício para essas descobertas de contextos, assim:

nessa perspectiva, é nesse ambiente que devem ser proporcionadas vivências que possibilitem aos estudantes conhecerem as questões mais fundamentais de seu tempo, a partir de um estudo sistemático da sociedade em que vivem, das conjunturas atuais e das perspectivas futuras. É fundamental, então, que as salas de aulas sejam espaços abertos a discussões a respeito dos limites e possibilidades dos conhecimentos construídos pelos homens ao longo da história. Isso implica na criação de espaços em que os alunos possam estudar a história da construção de tais conhecimentos, de forma a refletir sobre as questões por eles respondidas através do tempo, assim como as soluções encontradas e os caminhos trilhados na produção destas (GUERRA, 2004, p.223).

A elaboração e apresentação deste trabalho também fará parte dos Blogs deles, e isto foi comunicado a todos os alunos, antecipadamente. Assim, todo o processo foi avaliado, desde a preparação, a pesquisa, a fundamentação, a criatividade e a apresentação, pois, “nos processos de Aprendizagem Colaborativa ou cooperativa, avaliar os procedimentos

desenvolvidos pelo grupo implica o exercício de realizar efetivamente uma avaliação com ênfase no processo” (TORRES e IRALA, 2014, p.86).

Os grupos A1 e D2 tinham que fazer uma pesquisa e representar, conforme roteiro apresentado no item 5.1, o cientista Benjamin Franklin. O grupo A1, demonstrou motivação na caracterização e na representação, contando fatos da vida pessoal, curiosidades, a vida política e social de Franklin. Assim, foi possível observar que este grupo alcançou os objetivos da Aprendizagem Colaborativa, demonstrando interação, troca de conhecimentos e relacionamento social e afetivo se perfazendo todo o tempo.

A teoria sócio-interacionista de Vygotsky diz que o homem constrói a sua história através das relações que estabelece com os outros. A interação social, na construção do conhecimento é fundamental para a aprendizagem no contexto escolar, principalmente quando nas interações entre professor/aluno e entre alunos há troca de informações, diálogo, confronto de ideias e cooperação (SILVEIRA, 2012, p.4).

O grupo D2, apresentou uma pesquisa bem fundamentada, porém com grandes dificuldades na representação. O tempo todo o aluno que interpretou Franklin se disse desconfortável e com sensível timidez na dramatização. O grupo fez questionamentos, dizendo que “*Física não é Teatro*”, o que levou a professora pesquisadora a observar que esta atividade foi mais bem desenvolvida por alunos menos tímidos.

Foi estabelecido que os grupos D1 e A2, fariam a pesquisa e caracterização de Alessandro Volta. O grupo D1 também se mostrou motivado e sem timidez, a aluna que se caracterizou fez questão de relatar fatos da vida pessoal de Volta e todo o grupo se fez participante de alguma forma, demonstrando aprendizagem interativa e coletiva, desmistificando o cientista e aproximando dos alunos a vida de cientistas renomados por seus experimentos, mas com uma vida social por vezes conturbada e complicada.

O grupo A2, também fez uma boa caracterização com roupas de época, todos do grupo fizeram uma narrativa da vida de Alessandro Volta, relataram a disputa entre Galvani e Volta, e retrataram a histórica disputa entre a “eletricidade animal” e “a eletricidade não animal”. Também foi notável a interação entre todos e a integração durante a apresentação.

Os grupos C1 e E2, conforme descrito anteriormente no item 5.1, tinham que pesquisar sobre Estephan Gray. O grupo C1, se mostrou um pouco tenso, porém dedicados no trabalho, a aluna se caracterizou e fez um relato sobre a vida do cientista. Ao falar dele, chamou atenção para o início da conceituação de materiais isolantes e condutores. O grupo estava motivado, e mesmo com muita seriedade soube aproveitar o trabalho como uma

atividade lúdica e dinâmica de aprendizagem. O grupo E2, já representou um pequeno teatro, com duas alunas caracterizadas, uma como Gray e a outra como o menino que atraía as folhas de ouro, em seu famoso experimento. Foi notório que souberam aproveitar a atividade e que aprenderam sobre HC de uma forma não tradicional e totalmente descontraída.

Os grupos E1 e C2 pesquisaram e representaram caracterizadamente Nicolas Tesla.

O grupo E1 demonstrou facilidade nas expressões e relataram a vida genial e ao mesmo tempo excêntrica de Tesla. Trataram de suas disputas e alguns erros ao longo da vida, entendendo que a HC não é perfeita, porém essencial para o entendimento do contexto dos avanços tecnológicos e científicos. O grupo C2, conforme relatado anteriormente, apenas entregou uma pesquisa escrita, sendo avaliado apenas no que tangia a esta parte.

E finalmente os grupos B1 e B2 pesquisaram e construíram uma apresentação sobre a vida de Michael Faraday.

O grupo B1 não demonstrou timidez e fizeram um pequeno livro que relatava a vida de Faraday. O grupo se apresentou muito integrado, com todos tendo alguma participação na narrativa. O aluno que interpretou fez um interessante trabalho, chamou a atenção de toda a turma que gritava e sorria diante a dramatização um tanto exagerada no gestual, mas importante para manter a atenção de toda a turma.

O grupo B2, também apresentou dificuldades e não fizeram o trabalho completo.

No Quadro 11 são apresentados os grupos e a análise em relação a Aprendizagem Colaborativa, Criatividade e Pesquisa Histórica. Ótimo= atenderam os requisitos muito bem, Regular= atenderam em parte e Ruim= não atenderam o requisito proposto.

**Quadro 11: Análise das apresentações biográficas**

Equipe	Cientista	Aprendizagem Colaborativa	Criatividade na apresentação	Pesquisa Histórica
A1	Benjamin Franklin	Ótimo	Ótimo	Ótimo
B1	Michael Faraday	Ótimo	Ótimo	Ótimo
C1	Estephan Gray	Ótimo	Regular	Ótimo
D1	Alessandro Volta	Ótimo	Ótimo	Ótimo
E1	Nikola Tesla	Ótimo	Ótimo	Ótimo
A2	Alessandro Volta	Regular	Ótimo	Ótim
B2	Michael Faraday	Ruim	Ruim	Regular
C2	Nikola Tesla	Ruim	Ruim	Regular

D2	Benjamin Franklin	Regular	Ruim	Ótimo
E2	Estephan Gray	Ótimo	Ótimo	Ótimo

Fonte: a Autora (2018)

Foi notável que esta atividade é lúdica e interessante, porém alunos acostumados com a aprendizagem tradicional que exige pouco deles na criatividade demonstraram desconforto. Sendo analisado que a turma 3001 é mais dinâmica e integrada, todos os grupos fizeram a atividade, além de toda a turma se interessar em assistir e participar.

Na turma 3002, dois de seus cinco grupos (B2, C2) não fizeram a atividade. A turma tem características próprias de timidez e estão acostumados ao ensino tradicional, segundo relato de alguns, “o trabalho é menor quando só se copia do quadro”.

Mas, se for levado em conta que os outros oito grupos apresentaram, participaram e souberam vivenciar o momento lúdico de aprendizagem da HC, e entendendo como os cientistas fizeram suas descobertas, pesquisas e viveram, o objetivo e o sucesso foram grandes!

A seguir a Figura 59 traz as imagens de todos os alunos caracterizados que apresentaram os trabalhos.

Figura 59: Alunos caracterizados da turma 3001 e 3002.



Fonte: a Autora (2018)

### 5.2.7-Análise final dos Blogs

Vários conceitos de Eletrostática e HC foram discutidos com os alunos e desenvolvidos em trabalhos que culminaram com as apresentações dos experimentos e das Biografias dos Cientistas da era da Eletricidade. O *Blog* foi a ferramenta na qual eles consolidaram esses conhecimentos apresentados e ao mesmo tempo desenvolveram a cooperação e colaboração na elaboração e criação em conjunto do Blog, utilizando novamente as Tecnologias de Informação e Comunicação, como no jogo Kahoot. Assim,

ao reportar esses conceitos para os ambientes criados com a tecnologia dos blogs ou wikis, percebe-se o papel de destaque da interação, uma vez que esta é o elemento básico e inicial, responsável pela abertura do canal de comunicação. A interação entre as pessoas e objetos de conhecimento ocorrido nesses ambientes, possibilita processos colaborativos e cooperativos de aprendizagem (MANTOVANI, 2006, p.333).

O último encontro da sequência foi para orientação dos grupos na criação de seus *Blogs*, estes que deveriam ter o nome de cada grupo como título do *Blog* e as atividades de pesquisa, experimento, e biografias descritas nos respectivos diários virtuais.

Cada grupo teve que fazer dois *posts*, um sobre o experimento e outro sobre a biografia e caracterização. Foi sempre lembrado aos alunos que todos os textos e fotos que retirassem de outros sites, deveriam ser citadas as fontes e que deveriam ser fontes confiáveis.

Os links dos *Blogs* estão disponíveis no item 5.1, no encontro 10. Além dos *Blogs* de cada grupo, o professor antes de iniciar a pesquisa criou o seu *Blog*, no qual foi relatando a História da pesquisa da Eletricidade, as atividades desenvolvidas ao longo do tempo e também servindo como fonte de pesquisa e consulta dos alunos.

Quase todos os grupos cumpriram a atividade e criaram seus respectivos Blogs, que apresentam em textos e fotos os trabalhos desenvolvidos. Apenas um grupo fez o Blog, porém não postou nada.

Os grupos abriram cada *Blog* com uma apresentação do trabalho do grupo, da escola e da professora que coordenou tudo.

A seguir o Quadro 12, organizando os grupos e a criação de seus Blogs, identificando os grupos que cumpriram ou não a atividade e as vantagens e desvantagens em cada Blog:

#### **Quadro 12: Análise dos Blogs**

Equipe	O que mostrou	Vantagens	Desvantagens
A1(Moleques Nêutrons)	( <a href="http://www.molequesneutrons3001.blogspot.com">www.molequesneutrons3001.blogspot.com</a> ), Iniciaram o Blog explicando o que é o Relâmpago e o que é o Para-raios, postaram fotos da construção da maquete e no <i>post</i> sobre a Biografia de Franklin, um vídeo com a preparação da personagem.	Compartilharam os conhecimentos adquiridos	Alguns integrantes do grupo não ajudaram
B1(Para Raio do Sucesso)	( <a href="http://www.Pararaiosdosucesso.wordpress.com">www.Pararaiosdosucesso.wordpress.com</a> ) Apresentaram o passo a passo do experimento da gaiola de Faraday com textos e fotos. No segundo post apresentaram a biografia de Faraday e fotos da apresentação do aluno que interpretou o cientista.	Conseguiram trabalhar colaborativamente.	Pouca criatividade na apresentação
C1(Fantásticos da Física)	( <a href="http://www.fantasticosdafisica3001.blogspot.com">www.fantasticosdafisica3001.blogspot.com</a> ) Seguiram todas as regras, apresentando dois posts com textos e imagens.	Demonstraram criatividade e integração	Em alguns momentos o fundo escuro dificultou a leitura.
D1(Eletromocças)	( <a href="http://www.eletromocas3001.blogspot.com">www.eletromocas3001.blogspot.com</a> ) Também fizeram os dois posts com as mesmas etapas dos grupos anteriores	Grupo integrado.	Sem criatividade na diagramação, com nenhum fundo criativo ou layouts diferenciados.
E1(Eletric Power)	( <a href="http://www.eletricpower3001.blogspot.com">www.eletricpower3001.blogspot.com</a> ) Também fez os dois posts propostos, com textos e fotos de criação e ao final do post da biografia colocou um pequeno vídeo da apresentação biográfica do aluno que interpretou Tesla e seu colega que narrou.	Colocaram um fundo criativo, e se preocuparam com detalhes como fundos escuros e fontes brancas.	Nenhuma
A2(Eleto Física)	( <a href="http://www.eletrofisica3002.blogspot.com">www.eletrofisica3002.blogspot.com</a> ), Apresentaram todos os detalhes da história e construção dos experimentos, bem como da apresentação biográfica.	Utilizou um fundo interessante com pilhas	Fizeram apenas um post com todas as atividades
B2(The Elétron)	( <a href="http://www.theeletron3002.blogspot.com">www.theeletron3002.blogspot.com</a> ) Não fizeram nenhum post	Nenhuma	Devido a problemas de relacionamento entre os integrantes não cumpriram as atividades
C2(Os Condutores)	( <a href="http://www.oscondutores3002.blogspot.com">www.oscondutores3002.blogspot.com</a> ), o <i>post</i> sobre Nikola Tesla está incompleto, já o <i>post</i> do experimento, está completo, com o texto histórico, o modo de produzir o experimento da garrafa de Leydem e fotos.	Colocaram um fundo interessante com relâmpagos	Apresentaram muito texto e nenhuma foto no post da biografia.
D2(Black Light)	( <a href="http://www.blacklight3002.blogspot.com">www.blacklight3002.blogspot.com</a> ), Explicou o funcionamento físico do Para-raios e seu contexto histórico, colocaram muitas fotos e um vídeo da preparação da maquete, demonstrando em fotos a interação entre todo o grupo.	Forte interação entre o grupo	No <i>post</i> sobre a biografia de Franklin, postaram texto, mas apenas uma foto e uma figura de Franklin.
E2(Eleto Girls)	( <a href="http://www.eletrogirls3002.blogspot.com">www.eletrogirls3002.blogspot.com</a> ), Postaram um longo texto histórico sobre Gray, com a respectiva fonte. Ao final, um vídeo com a preparação e caracterização em casa,	Informações concisas.	Textos muito longos.

	com fotos da aluna que o interpretou. No <i>post</i> sobre pêndulos, apresentaram muitas fotos e vídeos de toda a produção dos experimentos.		
--	--	--	--

**Fonte: a Autora (2018)**

A turma 3001, com seus grupos A1, B1, C1, D1, E1 fizeram o trabalho em todas as etapas, todos os grupos colocaram fotos da construção dos experimentos e um passo a passo de como foi feito, todos os textos apresentaram suas fontes de consulta.

Na turma 3002, os cinco grupos também fizeram o proposto pelo professor, porém o grupo B2 não concluiu seu Blog, apenas criaram a página, mas sem nenhum conteúdo, ao serem questionados sobre isto, alegaram que houve atritos entre os integrantes do grupo, dois dos integrantes se transferiram de escola, e as duas alunas que restaram se desentenderam e não cumpriram com os objetivos da atividade.

Pode-se concluir que a criação dos Blogs foi satisfatória, com apenas um grupo não cumprindo as etapas de criação, e demonstrando que trabalhos em grupo também podem gerar conflitos entre alguns integrantes.

Porém, entre 10 grupos, apenas este apresentou problema, os demais fizeram o trabalho colaborativamente e atingiram os objetivos propostos de integração, efetivação e revisão da aprendizagem, além de compartilhar seus trabalhos para além dos muros da escola.

A professora/pesquisadora fez questão de fazer comentários nos Blogs com elogios para que aumente a motivação e interesse dos alunos pelo que produziram em grupo.

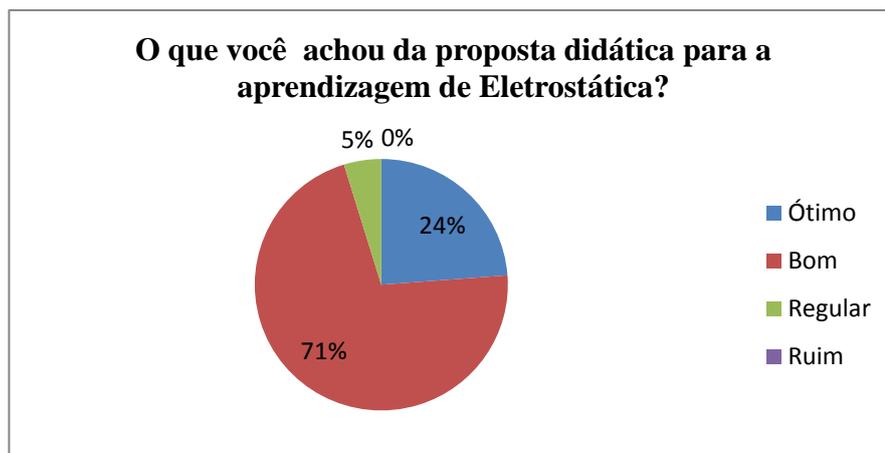
### **5.2.8 Questionário avaliativo da proposta didática**

Após os 10 encontros a professora/pesquisadora pediu que os alunos participantes respondessem a uma avaliação da proposta didática, esta buscou analisar quantitativamente e qualitativamente a proposta da aprendizagem na perspectiva dos alunos, podendo assim inferir sobre as atividades que os alunos mais gostaram e as que não atingiram tanto sucesso, em futuras aplicações. O questionário está no apêndice B e é composto de 12 perguntas, a seguir são apresentados gráficos e considerações relevantes sobre as respostas.

Foram entregues 47 questionários e 42 foram respondidos e devolvidos a professora.

A primeira pergunta era bem genérica, buscava uma visão do aluno como um todo do trabalho e está apresentada no Gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3: Pergunta 1 da Avaliação da Proposta.

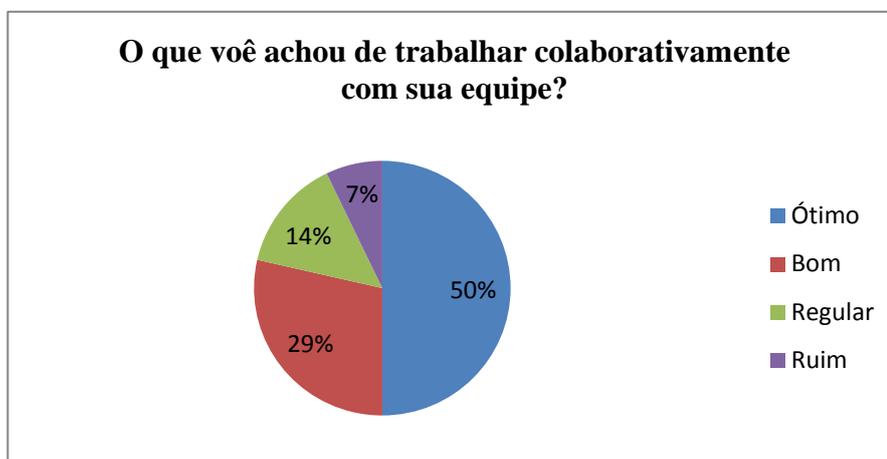


Fonte: a Autora (2018)

Dos 42 alunos, 10 acharam ótimo, 30 Bom, 02 regular e 0 Ruim, demonstrando que a maioria considerou boa a proposta didática.

A segunda pergunta buscou obter a opinião deles sobre trabalhar em grupo de forma colaborativa, e está explicitada no Gráfico 4, a seguir.

Gráfico 4: Pergunta 2 da Avaliação da Proposta.

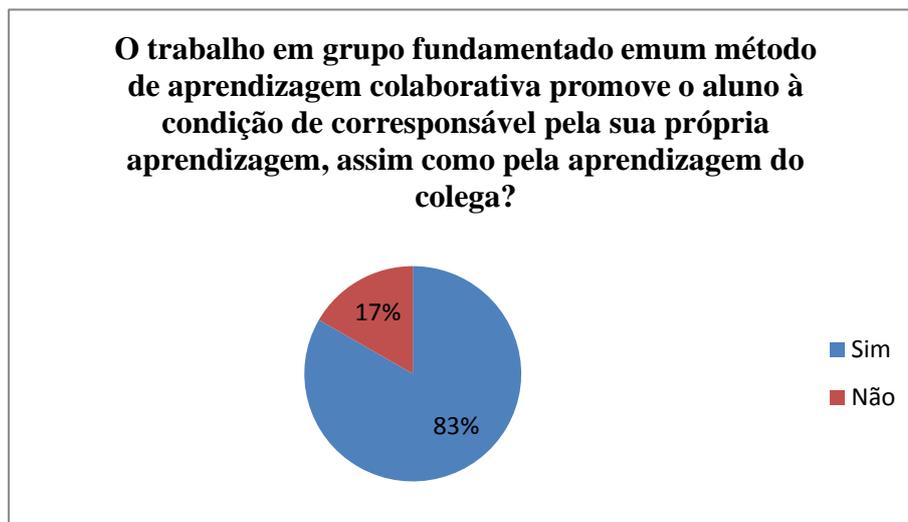


Fonte: a Autora (2018)

No Gráfico 4 percebemos que 21 alunos consideraram ótimo, 12 bom, 06 regular e 03 ruim. Dos que acharam ruim, eles justificaram na questão 3 que tiveram dificuldade em se reunir fora da escola e por alguns da equipe não terem ajudado satisfatoriamente.

A quarta questão buscou inferir justamente sobre o principal objetivo da Aprendizagem Colaborativa, que é a corresponsabilidade da aprendizagem, que todos participam desse processo em conjunto e a analisamos no Gráfico 5.

**Gráfico 5: Pergunta 4 da Avaliação da Proposta.**

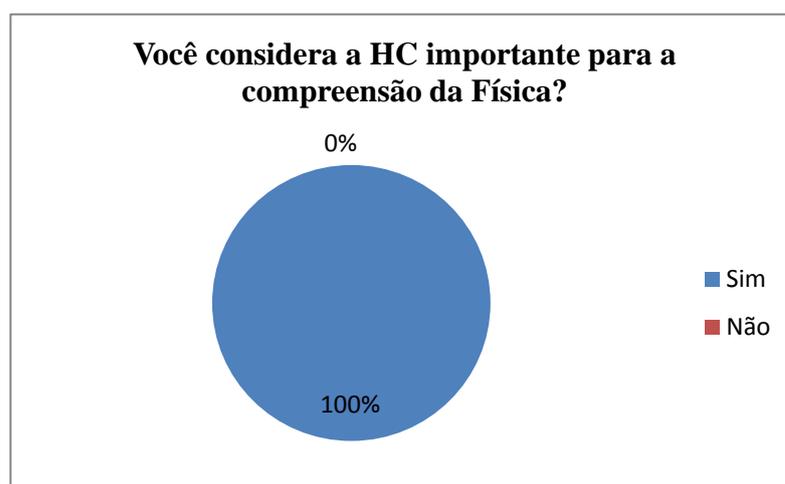


**Fonte: a Autora (2018)**

Percebe-se no Gráfico 5 que a grande maioria dos alunos considerou que o objetivo foi alcançado com o trabalho em grupo; 35 responderam que sim e 07 que não.

A quinta questão estava relacionada à utilização da História da Ciência na aprendizagem de Física, se ela é facilitadora ou importante e aparece no Gráfico 6, logo a seguir.

**Gráfico 6: Pergunta 5 da Avaliação da Proposta.**

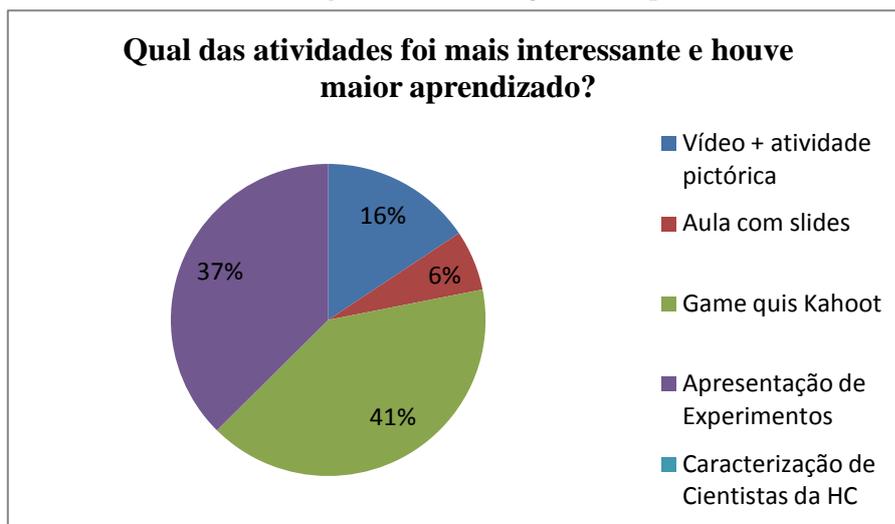


**Fonte: a Autora (2018)**

Podemos observar no Gráfico 6 que todos concordaram na importância da HC na aprendizagem de Física.

A sexta pergunta tinha o objetivo de descobrir qual atividade foi mais proveitosa e que eles gostaram mais e são apresentadas as respostas no Gráfico 7.

Gráfico 7: Pergunta 6 da Avaliação da Proposta.



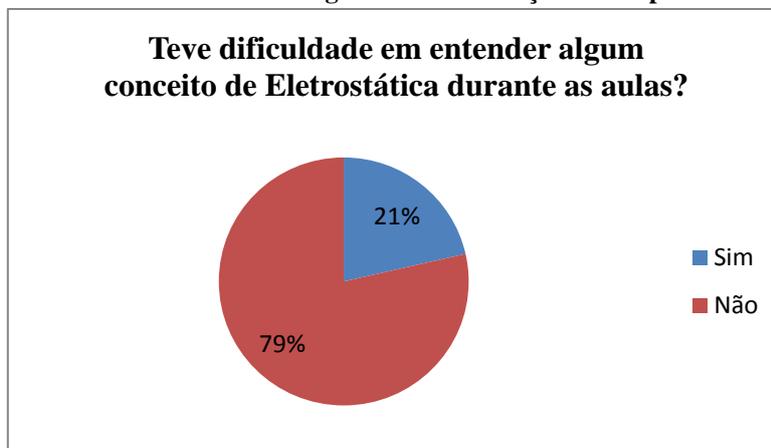
Fonte: a Autora (2018)

No gráfico 7 pode se observar que a atividade que os alunos mais gostaram foi o *Game quiz Kahoot*, com 13 alunos escolhendo esta, a apresentação dos experimentos também foi muito votada, 12 alunos a escolheram, as caracterizações biográficas dos cientistas ficaram com 11 votos e depois a apresentação do vídeo com a atividade pictórica com 5 votos, logo a seguir a utilização dos slides com 02 votos e infelizmente a criação do Blog, nenhum voto.

A sétima questão pedia para justificar a opção anterior, a maioria respondeu, “*que foi a mais legal*”, “*esta atividade ajudou a entender o conteúdo*”, “*foi legal ver o colega vestido de cientista e saber da vida dele*”.

A oitava questão buscou identificar se houve algum conceito físico que não foi bem compreendido e qual seria este conceito, isto é analisado no Gráfico 8.

Gráfico 8: Pergunta 8 da Avaliação da Proposta.

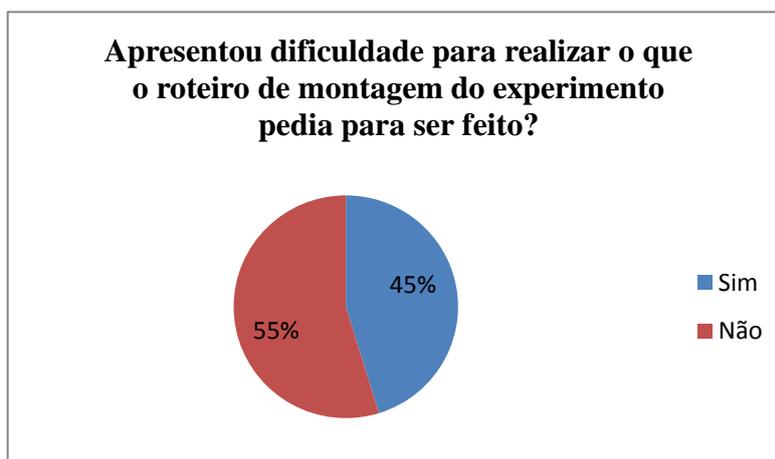


Fonte: a Autora (2018)

No Gráfico 8 pode-se observar que a maioria (33) responderam que não e apenas 9 que sim, desses 9 o conceito mais citado foi o de campo elétrico.

A nona questão buscava identificar se o roteiro para a experimentação foi utilizado e se os ajudou. O Gráfico 9 nos traz esses dados e informações.

**Gráfico 9: Pergunta 9 da Avaliação da Proposta.**

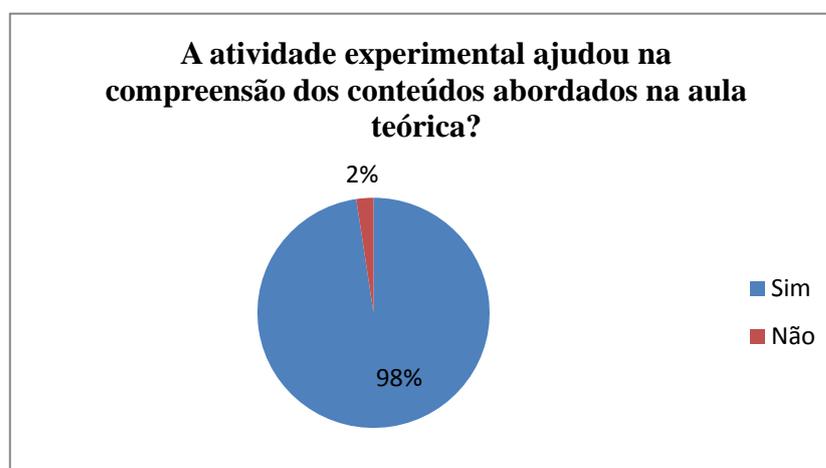


Fonte: a Autora (2018)

No Gráfico 9, observa-se que dos alunos respondentes 23 disseram que não tiveram dificuldade e 19 que sim, desses que disseram ter encontrado dificuldade, a maioria citou a compra ou busca pelo material para a produção do experimento a maior dificuldade, mesmo se tratando de materiais de baixo custo.

Na décima questão buscou-se observar a importância da utilização de experimentos em aulas de Física e observamos as resposta no Gráfico 10, logo a seguir.

**Gráfico 10: Pergunta 10 da Avaliação da Proposta.**

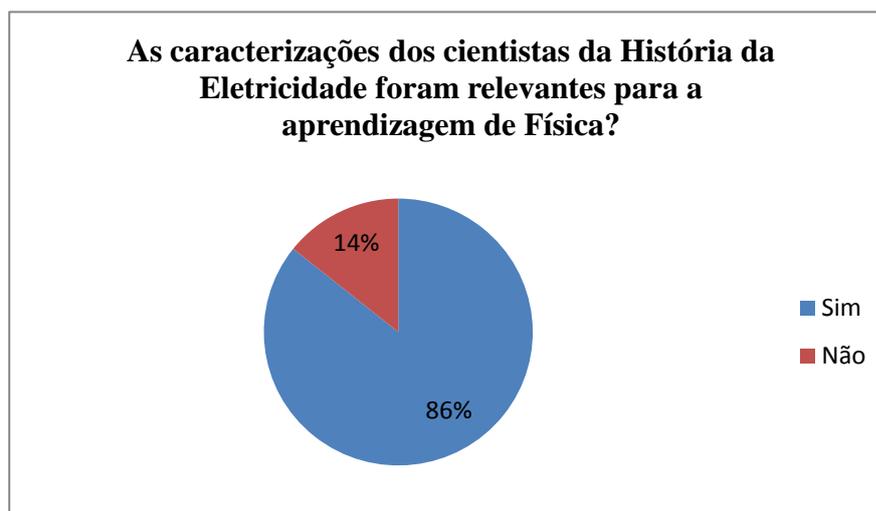


Fonte: a Autora (2018)

Quase todos acreditam que a experimentação ajuda na aprendizagem de Física, 41 disseram que sim e apenas 1 que não, foi demonstrado no Gráfico 10.

Na décima primeira questão o objetivo era analisar a relevância da atividade de dramatização dos cientistas e foi construído o gráfico 11 para esta observação.

**Gráfico 11: Pergunta 11 da Avaliação da Proposta.**

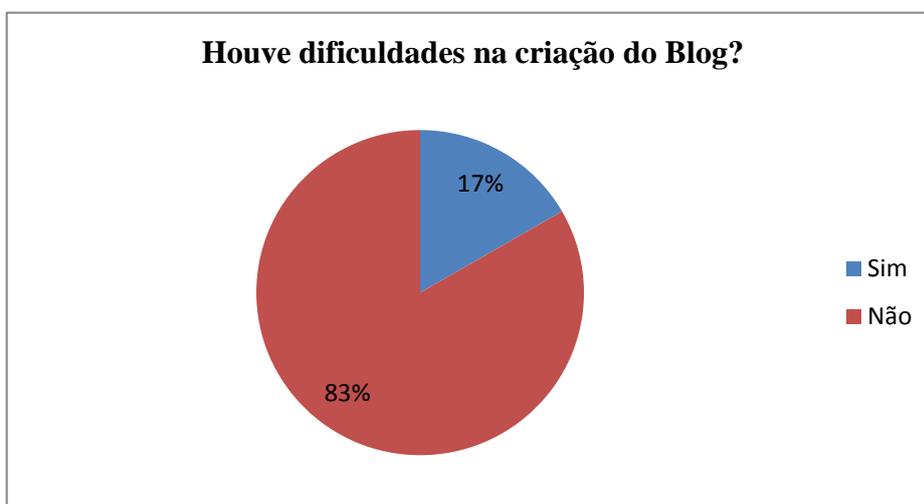


Fonte: a Autora (2018)

Observamos que 36 alunos consideraram que sim, foi relevante e apenas 06 não, no gráfico 11.

A décima segunda e última questão buscou descobrir se houve dificuldade dos alunos construírem os seus blogs e está apresentada no Gráfico 12.

**Gráfico 12: Pergunta 12 da Avaliação da Proposta.**



Fonte: a Autora (2018)

No Gráfico 12 foi visto que 35 alunos disseram que não tiveram dificuldades e 07 disseram que sim, entre estes a maior dificuldade foi em postar vídeos e fotos.

Pode-se analisar que a proposta foi bem aceita pelos alunos, a maioria dos alunos achou interessante às atividades e desenvolveram em grupo os trabalhos, construindo em conjunto a aprendizagem.

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi realizada como principal requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física do IFF. A sua fundamentação teórica segue os pressupostos de Vygotsky com foco no método da Aprendizagem Colaborativa, através de atividades que buscaram utilizar a História da Ciência como participante ativa da aprendizagem dos conceitos de Eletrostática, bem como a experimentação e as novas Tecnologias com o Jogo On line e a Criação Final dos Blogs.

Diante destas possibilidades foi feita uma sequência didática sobre Eletrostática, cujas características principais são a integração e interação entre os alunos e com o professor, visando a Aprendizagem Colaborativa dos alunos.

A pergunta norteadora da pesquisa era **“Que apreensões podem ser feitas das abordagens histórica e experimental do estudo da Eletrostática no ensino médio e da utilização de Blogs como ferramenta pedagógica visando à construção dos conceitos de Eletrostática, na perspectiva da Aprendizagem Colaborativa?”** Esta questão foi relevante em todo o tempo e muitas apreensões puderam ser feitas, percebendo-se que a HC e a experimentação auxiliam na construção da aprendizagem e analisando os resultados, concluiu-se satisfatório, havendo pequenas exceções, os grupos se relacionaram bem e puderam trocar conhecimentos e interagir pedagogicamente, afetivamente e ludicamente. O *Blog* foi uma ferramenta que concretizou toda a aprendizagem, favorecendo a revisão dos conceitos trabalhados e compartilhando esse conhecimento.

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos - cabe pressupor - são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem (VYGOTSKY, 2001, p. 261 APUD GASPAR e MONTEIRO, 2005, p.231).

As atividades foram diversificadas buscando motivar os alunos, pois cada indivíduo se interessa por coisas e contextos distintos. Foram desenvolvidas atividades com base em vídeo, atividades pictóricas e escritas, atividades experimentais e lúdicas. Atividades que também se utilizou materiais digitais, pois seu uso em conjunto pelos sujeitos participantes da pesquisa pode implicar uma Aprendizagem Colaborativa, favorecendo a interação e integração social

preconizada por Vygotsky, além da integração do conhecimento e entre os partícipes de toda a pesquisa.

A experimentação, também é uma importante ferramenta de aprendizagem. Segundo Vygotsky, é através da mediação que se dá a internalização. O contexto social e filosófico da História da Eletricidade, também é importante para a construção dos conhecimentos.

Através das análises das atividades comprovou-se uma evolução no conhecimento dos alunos, comparando desde o primeiro encontro, com suas concepções espontâneas e prévias sobre a Eletricidade, ao longo de todas as atividades, até a culminância da sequência didática, que é o *Blog* de cada grupo.

Na primeira atividade foi possível observar os conhecimentos prévios que possuíam e fazer uma elaboração de atividades seguintes que aprimorassem esses conhecimentos.

Na segunda atividade, através dos desenhos foi possível analisar que algumas imagens do vídeo foram mais marcantes que outras, os alunos demonstraram surpresa com o tamanho da primeira pilha e isso ficou evidente no elevado número de alunos que a utilizaram como representação da Eletricidade do passado.

Na terceira atividade, nota-se uma evolução nos conceitos de Relâmpago e Para-raios, com as respostas sendo mais elaboradas após as apresentações dos slides.

Na atividade do Game *Quiz Kahoot* foi possível analisar a aprendizagem até aquele momento com a porcentagem dos acertos nas perguntas, sendo acima de 60 por cento nas duas turmas.

Na produção dos experimentos foi analisada a apresentação, a pesquisa histórica e os conhecimentos adquiridos de Eletrostática. Na maioria dos grupos foram muito relevantes todos esses aspectos.

A atividade das apresentações biográficas foi pensada objetivando contextualizar todo o conhecimento historicamente e ludicamente, foi analisada em seus aspectos criativos, físicos e principalmente de aprendizagem diferenciada.

A última atividade, a construção dos *Blogs*, foi importante porque através dele os alunos em grupo compartilharam suas aprendizagens, e conhecimentos adquiridos sobre Eletricidade, durante os 10 encontros e em sua maioria conseguiram interpretar que apesar do sistema fragmentar a aprendizagem, a Eletricidade não é fragmentada.

Houve indícios de aprendizagem efetiva através da colaboração e integração, bem como desenvolvimento da aprendizagem social e afetiva que demonstraram ao longo da pesquisa, além dos conceitos físicos e históricos que foram construídos em conjunto e

compartilhados ao final, para além da turma, culminando com um entendimento que a Eletrostática, traz conceitos importantes ao entendimento do Eletromagnetismo.

Assim, conclui-se esta pesquisa com esperança em uma melhoria na educação e ensino de Física através de novos métodos e aulas diferenciadas.

## Referências

\_\_\_\_\_**Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e tecnológica. Brasília, Ministério da Educação, 1999.

\_\_\_\_\_**Significados.** Disponível em: <<https://www.significados.com.br/blog/>> Acesso em: 10 de janeiro de 2017

\_\_\_\_\_**Significados.** Disponível em: <<https://www.significados.com.br/quiz/>> Acesso em 10 de janeiro de 2017

BARBOSA, C. A. P. & Serrano, C. A. **O Blog como ferramenta para construção do conhecimento e aprendizagem colaborativa.** Relatório de pesquisa apresentado no 12º Congresso de Educação à Distância: Florianópolis. 2005. ABED. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/PDT/011tcc3.PDT>> Acesso em: 24 de julho de 2017.

BARBOSA-LIMA, M.; DE CARVALHO, A. M. P. **O desenho infantil como instrumento de avaliação da construção do conhecimento físico.** REEC, v. 7, n. 2, p. 337-348, 2008. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART4\\_Vol7\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART4_Vol7_N2.pdf)> Acesso em: novembro de 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo/Laurence Bardin;** Tradução Luís Antero Reto. **Augusto. Pinheiro. Ed,** v. 70, p. 125-198, 2016.

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, Ricardo Helou. **Física 3.** 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

BONJORNO, J. R.; et al.; **Física: eletromagnetismo, física moderna, 3º ano.** 3.ed. São Paulo: FTD, 2016.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. **Formação Continuada de Professores Numa Visão Construtivista: Contextos Didáticos, Estratégias e Formas de Aprendizagem no Ensino Experimental de Física:** Caderno Brasileiro de Ensino de Física –Volume 25 - n°1, 2008. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=cbef&cod= formacaocontinuada de prof\\_1](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=cbef&cod= formacaocontinuada de prof_1)> Acesso em: maio de 2017.

DAVIS, C. et. al. **Papel e valor das interações sociais em sala de aula.** Cadernos de pesquisa, n. 71, p. 49-54, 1989. Disponível

<<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/1168>> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

DIANA, D. **Linguagem Verbal e Não-Verbal.** Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/>> Acesso em 12 de janeiro de 2017.

FINO, C. M. N. **Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP):** três implicações pedagógicas. Revista Portuguesa de educação, v. 14, p. 273-291, 2001.

GASPAR, A.; DE CASTRO MONTEIRO, I. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula:** uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518>> Acesso em 03 de janeiro de 2018.

GEBRAN, M. **Projeto de um ambiente de aprendizagem colaborativa para as séries iniciais do ensino fundamental, utilizando agentes inteligentes.** 2002. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82383/227595.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2018.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas.** Editora Perspectiva. Coleção Debates. 5ª edição, São Paulo. 1998 Original: *The Structure of Scientific Revolutions*, 62, 1970 by The University of Chicago.

LABURÚ, C. E.; DA SILVA, O. H. M.; BARROS, M. A. **Laboratório caseiro para-raios:** um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1, p. 168-182, 2008. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165970>> Acesso em: 06 de janeiro de 2018

LA ROSA, J.; **Psicologia e Educação:** o significado do aprender. 8. Ed.- Porto Alegre: EDICUPUCRS, 2004.

MANTOVANI, A. M. **Blogs na Educação:** construindo novos espaços de autoria na prática pedagógica. Revista Prisma, v. 1, n. 3, 2006. Disponível em: <<http://files.ocomputadornaedu.webnode.com.br/200000019-1e83c1f7da/Blog.pdf>> Acesso em: 05 de janeiro de 2018.

MARTINS, J. C. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula:** reconhecer e desvendar o mundo. Série Ideias, v. 28, p. 111-122, 1997.

Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_28\\_p111-122\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf)> Acesso em: 12 de fevereiro de 2018.

MARTINS, André Ferir Pinto. **História e Filosofia da Ciência no ensino:** Há muitas pedras nesse caminho. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, Vol.03, 3ª Ed. Editora Simeone; São Paulo, 2010.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. **Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa:** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(3), pp. 61-67, 2014. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID69/v4\\_n3\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID69/v4_n3_a2014.pdf)> Acesso em: maio de 2017.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T., Behrens. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** - Campinas, SP: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências:** Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Coletânea de breves monografias sobre teorias da aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências. Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?**(After all, what is meaningful learning?). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas v e unidades de ensino potencialmente significativas, p. 5. Material de apoio para o curso, Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. PUCPR, 2012, 2013.

MORESCO, S. F. S. **Blogs para a aprendizagem de Física e Química.** Novas Tecnologias na Educação. UFRS, 2006.

LA ROSA, J. **Psicologia e Educação:** o significado do aprender. 8. Ed.- Porto Alegre: EDICUPUCRS, 2004.

ORTH, A. C. **A importância das aulas experimentais na construção e interpretação de conceitos físicos.** ÁGORA Revista Eletrônica, n. 23, 2016. Disponível em: <[http://agora.ceedo.com.br/ojs/index.php/AGORA\\_Revista\\_Eletronica/article/view/242](http://agora.ceedo.com.br/ojs/index.php/AGORA_Revista_Eletronica/article/view/242)> Acesso em: 02 de janeiro de 2018.

PENA, F. L. A. RIBEIRO FILHO, A. **Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física:** um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/2207/1607>> Acesso em; maio de 2017

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola.** Porto Alegre, RS: Artmed, 1999.

PIRES, L.O. **Curso de Eletrotécnica-Circuitos Elétricos.** UPF. Passo Fundo, 2008. (Apostila). Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfjqYAI/apostila-circuitos-eletricos>>. Acesso em 15 de fevereiro de 2018.

POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres:** a nova cultura da aprendizagem/ Tradução: Ernani Rosa-Porto Alegre: Artmed, 2002.

QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. **A história da ciência no processo ensino-aprendizagem.** A Física na Escola, v. 10, n. 1, p. 21-25, 2009.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; SOARES, P. **Os fundamentos da física 3.** 7. ed. São Paulo: Moderna, 1999.

REGO, T. **Vygotsky:** uma perspectiva histórico-cultural da educação. Rio de Janeiro: Vozes. (1995).

SÁ MENEZES, A. P., Barrera Kalhil, J., Fachin Teran, A., & Ferreira Menezes, F. (2009). **A História da Física contada em vídeos de curta duração:** TIC como organizador prévio no Ensino de Física na Amazônia. *Revista Ibero-Americana De Educação*, 50(6), 1-11. Disponível em: <<https://rieoei.org/RIE/article/view/1945> > Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

SANT'ANNA, B., et al. **Conexões com a Física.** volume 3. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2013.

SCHMIDT, C.M. et al (s/d). **Aprendizagem colaborativa:** mitos ou possibilidades. Congresso Virtual Brasileiro de administração.2013,(PP: 1-16). Disponível em: <http://www.convibra.org/2005/artigos/192.pdf> Acesso em: 09 de janeiro de 2018.

SILVA, J. N. **Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática.** Estação Científica (UNIFAP), v. 1, n. 1, p. 99-113, 2011. Disponível em:

< <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/download/126/v1n1Jose.pdf>> Acesso em 27 de julho de 2017.

TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros**. Vol. 2: eletricidade e magnetismo, óptica./tradução: Fernando Ribeiro da Silva., Mauro Esperanza Neto. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TOSCANO, C.; GONÇALVES, A. F. **Física: interação e tecnologia**, volume 3. 2.ed. São Paulo: Leya, 2016.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A.F. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática**. Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: SENAR-PR, 2014. Disponível em: <[http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2\\_03\\_.pdf](http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_.pdf)> Acesso em: 24 de julho de 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento de processos psicológicos superiores**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, **Física III: eletromagnetismo**. 12. Edição, São Paulo: Addison Wesley, 2009.

## **APÊNDICE A – PRODUTO**

# SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Janaína de S. Moreira do Amaral  
Orientadora: Marília Paixão Linhares  
Coorientadora: Cassiana Hygino

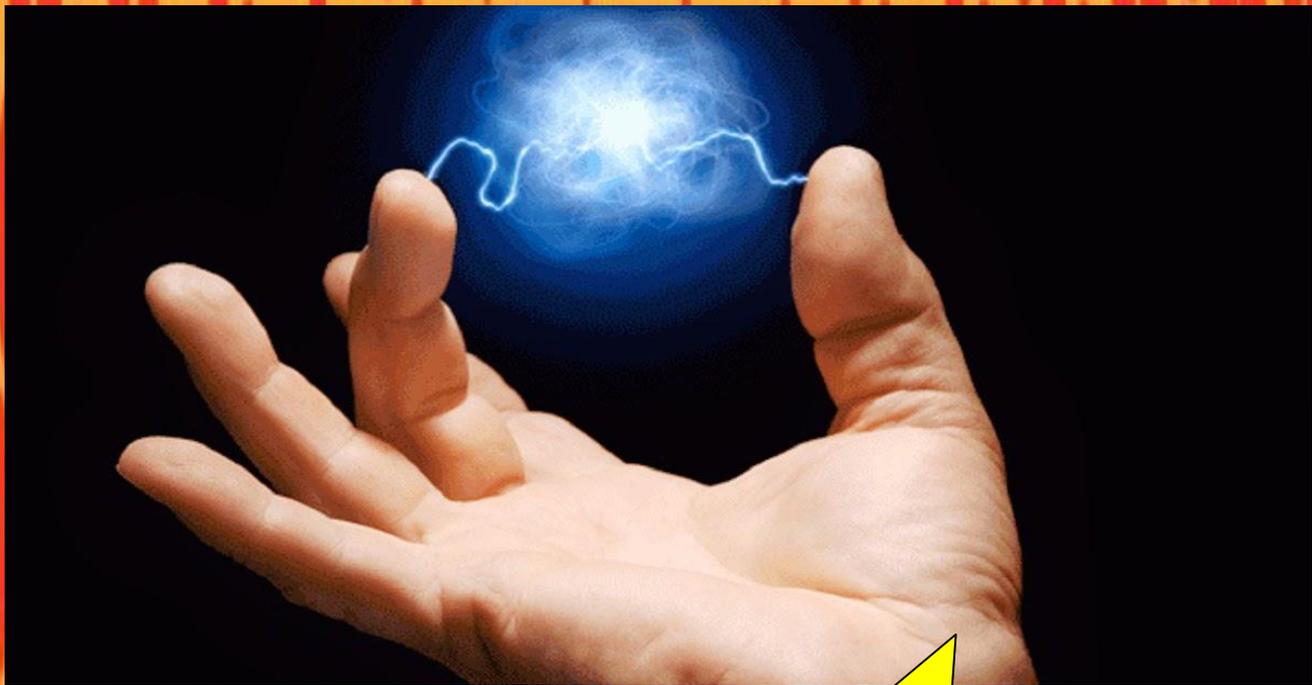


Imagem:<http://eaehcidadeao.blogspot.com>

**A CONSTRUÇÃO DE  
CONCEITOS DE  
ELETROSTÁTICA NO ENSINO  
MÉDIO: UMA ABORDAGEM  
HISTÓRICA E EXPERIMENTAL,  
UTILIZANDO BLOGS COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA**

# SUMÁRIO

## **Apresentação**

Página 03

## **O Método Colaborativo na Aprendizagem**

Página 04

## **Por que utilizar Experimentos?**

Página 05

## **O uso da história da ciência e a aprendizagem de conceitos de física**

Página 06

## **O uso de TICs: Game quiz on line e criação de Blogs**

Página 07

## **Eletrostática**

Página 08

## **Momentos da Sequência Didática:**

Página 09

## **Atividades dos alunos**

Página 21

## **Apêndices**

Página 34



# APRESENTAÇÃO

Imagem: <https://thumbs.dreamstime.com>

2018 • Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

## CONTATO

E-mail: [janamoreiraamaral@gmail.com](mailto:janamoreiraamaral@gmail.com)

Esta sequência Didática é um produto educacional originado da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* do Instituto Federal Fluminense, campus Campos dos Goytacazes.

A dissertação intitulada **“A construção de conceitos de eletrostática no Ensino Médio: uma abordagem histórica e experimental, utilizando Blogs como ferramenta pedagógica”** foi desenvolvida por Janaína de S. Moreira do Amaral e orientada pela professora Dra. Marília Paixão Linhares e coorientada pela professora Dra. Cassiana Hygino com o objetivo geral de analisar uma proposta diferenciada para a aprendizagem de Eletrostática.

Este material tem como finalidade a divulgação da aplicação desta sequência didática e uma alternativa de método e utilização de TICs, especialmente *Blogs*, experimentação e História da Ciência na Aprendizagem de Física.



Imagem: <https://misapuntesdelinstituto.blogspot>.

## O MÉTODO COLABORATIVO NA APRENDIZAGEM

A Aprendizagem Colaborativa tem como base a interação entre os aprendizes, ela ocorre essencialmente pela troca de saberes entre os membros de um grupo e não diretamente entre mestre e aluno. “Portanto, rejeitam fortemente a metodologia de reprodução do conhecimento, que coloca o aluno como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem” (TORRES, 2014, pág. 64).

A Aprendizagem Colaborativa é um método que promove além da aprendizagem dos conceitos, a socialização, a troca de afetividades e auxilia também o crescimento pessoal, social, além do cognitivo. Na Aprendizagem Colaborativa, podem ser utilizadas muitas ferramentas para se alcançar os objetivos de aprendizagem cognitiva e social, dentre eles, neste produto didático destacamos a experimentação realizada em grupo, o jogo *on line* em equipes, as dramatizações em grupo e a divulgação delas e do que foi desenvolvido durante todo o processo em *Blogs*.

Todas as atividades foram realizadas em grupos, buscando assim a troca de conhecimentos entre os alunos e entre estes e o professor.

Trabalhar em grupo não é apenas dividir responsabilidades, mas também exige que os alunos saibam discutir e construir em conjunto os saberes, auxiliando assim não apenas a aprendizagem conceitual, mas também a afetiva e a social.



Imagem: <http://aniifer.blogspot.com>



Imagem: <https://www.agroportal.pt>



Imagem: <https://www.bimadvies.com>



Imagem: <https://dicasdeciencias.com/>

## POR QUE UTILIZAR EXPERIMENTOS?

“A abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes, pois é na prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas e questionam sobre diversos assuntos”(MORAES, 2014, p. 62).

A experimentação realizada e produzida em grupos de alunos, favorece a aprendizagem colaborativa, através da interação, construção em conjunto dos conceitos, bem como a atribuição de significados aos mesmos. Assim, a experimentação, especialmente os experimentos com bases históricas, tornam a aprendizagem de Física melhor compreendida, e se torna mais motivadora.

Além, de aliar teoria e prática, tornando perceptível que a Ciências, especialmente a Física, foi construída socialmente, historicamente, através de revoluções e da interação do contexto social e filosófico. Assim, podemos associar o contexto em que se deu o surgimento dos paradigmas com o contexto social vigente, fazendo com que esta dicotomia, seja, essencial a aprendizagem.

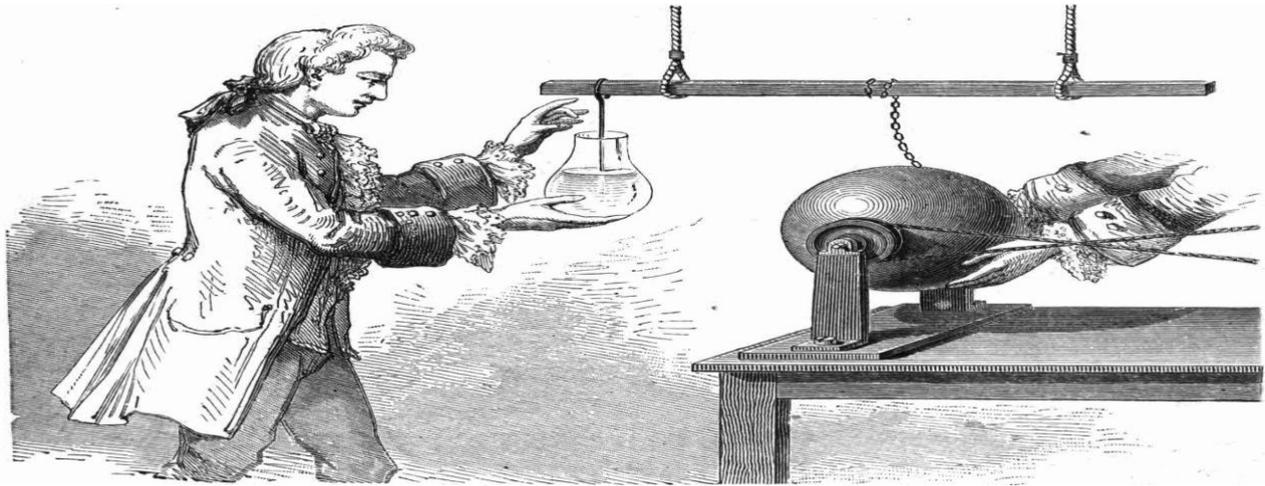


Imagem: <https://www.ifi.unicamp.br/>

## O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA

Acreditamos que ao analisar as práticas, dilemas, experimentos e aprendizagens do passado, torna-se possível viabilizar uma proposta de mudança na Educação e mais especificamente na Aprendizagem de Física. Assim, A História da Ciência (HC), neste trabalho, especialmente a História da Eletricidade, se faz importante na Construção dos Conceitos de Física. “A história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade” (QUINTAL e GUERRA, 2009, p.22).

A aprendizagem contextualizada implica em relacionar os indivíduos, o sujeito, os conteúdos e o objeto. A contextualização histórica é essencial para a participação do educando na construção do conhecimento, pois, assim, poderá participar, questionar, debater e relacionar o que aprende na escola, com suas experiências pessoais. “A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social, cultural e mobiliza competências cognitivas já adquiridas” (Cf. BRASIL, 1999).



Imagem: <http://www.infojovem.org.br/> 1

## **O USO DE TICs: *GAME QUIZ ON LINE* E CRIAÇÃO DE *BLOGS***

Devido a importância da utilização de TICs (Tecnologia de Comunicação e Informação), como meio de integração e construção do conhecimento, no presente trabalho, o *Blog* e um aplicativo de perguntas e respostas, o *Game Quiz Kahoot*, foram escolhidos como instrumentos pedagógicos para auxiliarem a aprendizagem, buscando o maior interesse e participação dos alunos de forma integralizadora. Já que “é importante conectar sempre o ensino com a vida do aluno. Chegar ao aluno por todos os caminhos possíveis: pela experiência, pela imagem, pelo som, pela representação (dramatização, simulações), pela multimídia, pela interação *on-line* e *off-line*” (MORAN, 2000,pág.61).

Acreditamos que os *Blogs*, utilizados como ferramentas pedagógicas, criam ambientes favoráveis à aprendizagem, enriquecendo as aulas, favorecendo a Aprendizagem Colaborativa e os pressupostos teóricos de Vygotsky. Já que estimulam, a cooperação e a interação entre os alunos, o compartilhamento de suas realizações pessoais e em grupo, durante todo o processo de aprendizagem dos conceitos de Eletrostática. O professor deve construir seu Blog antes dos alunos, para que se familiarize com a ferramenta e já disponibilize conhecimento nele.



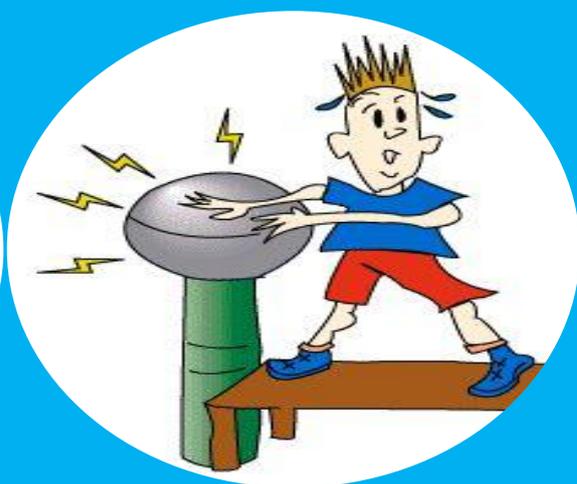
Imagem: [https://fr.123rf.com/clipart-vector/static\\_electricity.html?sti=njaeqzu2pvumbawd0v](https://fr.123rf.com/clipart-vector/static_electricity.html?sti=njaeqzu2pvumbawd0v)

## ELESTROSTÁTICA

Os conceitos de Eletrostática desenvolvidos durante a sequência didática são os já conhecidos dos professores de Física, como **Carga Elétrica, Processos de Eletrização, Materiais Condutores e Isolantes, Força Elétrica, Lei de Coulomb, Campo elétrico, “Fio terra”, “Poder das pontas”, Para raios**, além de um elo com o que sabemos hoje sobre o uso da eletricidade, seus conceitos e uma noção básica do eletromagnetismo, visto que este conteúdo com todas as suas formulações matemáticas serão dados nos próximos bimestres.

Também foi considerado o contexto em que se deu a produção desses conceitos e a evolução histórica responsável pelo conhecimento atual.

Em anexo será fornecido o material didático utilizado com os alunos, contendo os conceitos e formulações matemáticas.



Imagens: <https://sites.google.com/site/kdrorscien>

# MOMENTOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<b>ENCONTROS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>ATIVIDADES</b>	<b>TAREFAS DOS ALUNOS</b>
<b>1º momento (Aula 1)</b>	Analisar os conhecimentos prévios	Experimentos de fácil realização	Questionário inicial com 3 perguntas respondido em grupo.
<b>2º momento (Aula 2)</b>	Entender as contribuições dos cientistas ao longo do tempo para a evolução dos conhecimentos de eletricidade.	Em grupo assistir o vídeo “A Fálscas”, sobre história da eletricidade.	Em grupo fazer desenhos sobre as ideias da eletricidade, passado e presente.
<b>3º momento (Aula 3)</b>	Analisar se conseguiram fazer a relação entre passado e presente na história da eletricidade.	Expressar através de palavras as representações pictóricas sobre a história da Eletricidade.	Explicar os desenhos para o restante da classe.
<b>4º momento (Aula 4)</b>	Analisar conhecimentos prévios de conceitos de eletrostática	Questionário com 2 perguntas e sua evolução, aplicado antes e depois de aula expositiva com slides.	Eles devem responder o questionário antes e depois da apresentação dos slides sobre eletrostática.
<b>5º momento (Aula 5)</b>	Analisar quantitativamente a aprendizagem e qualitativamente através da interação entre as equipes.	Jogo Kahoot com o questionário com as questões relacionadas à aprendizagem até o momento.	Cada grupo responde a perguntas de eletrostática no aplicativo on line Kahoot.
<b>6º momento (Aula 6)</b>	Analisar a interação dentro da equipe na elaboração e construção de experimentos, demonstrando a aprendizagem prática dos conceitos.	Sorteio e entrega dos roteiros dos experimentos.	Os alunos devem se dividir e discutir a tarefa de cada integrante da equipe na construção e apresentação do experimento.
<b>7º momento (Aula 7)</b>	Observar a aprendizagem durante as apresentações, bem como a interação entre os alunos.	Apresentação dos experimentos.	Cada grupo deve apresentar o experimento que foi construído em casa, explicá-lo e conceituá-lo na HC.
<b>8º momento (Aula 8)</b>	Analisar o relacionamento interpessoal e a divisão de tarefas na equipe, além da aprendizagem sobre história da ciências.	Divisão dos roteiros das biografias.	Cada grupo deve discutir e planejar como será feita a apresentação da biografia.
<b>9º momento (Aula 9)</b>	Observar a interação afetiva, a desenvoltura, o trabalho em equipe e a aprendizagem sobre a contribuição de cada cientista para a história da eletricidade.	Apresentação das biografias de cientista da história da eletricidade.	Cada grupo deve se caracterizar e apresentar um monólogo, narrativa ou dramatização.
<b>10º momento (Aula 10)</b>	Analisar a aprendizagem de física, os conhecimentos das TICs e o compartilhamento dos conceitos e atividades desenvolvidos durante os encontros.	Construção do Blog de cada grupo ,	Cada grupo deve construir um blog apresentado o que produziram no período.

## PANORAMA

## DA

## SEQUÊNCIA

## DIDÁTICA

# PRIMEIRO MOMENTO

## (Aula 1)

**Apresentação de experimentos de fácil realização.**



### OBJETIVO

ANALISAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

O professor iniciará fazendo dois experimentos básicos, mas que levam os alunos a refletirem. Utilizando canudos plásticos e bolas de aniversário, o professor os “esfregará”, atritará nos braços e cabelos de alguns alunos. Após isso, “colará” esses canudos e bolas no quadro, e/ou atrairá os cabelos de alguma aluna. Observará as reações dos alunos, mas não explicará ainda o que aconteceu. Deixará que eles falem, se expressem e também realizem esses experimentos.

Após isso, o professor dividirá a turma em grupos e pedirá que respondam, a 3 perguntas básicas sobre os experimentos com materiais de fácil acesso, realizados em classe.

- I- **Como vocês explicam os fenômenos que vocês viram e fizeram em classe?**
- II- **Por que vocês acham que isto aconteceu??**
- III- **Quais materiais você acredita, que poderiam ser utilizados, além de canudos e bolas de aniversário??**

Após recolher todas as respostas, o professor explicará o que aconteceu, porque os canudos e as bolas “colaram” no quadro, porque atraíram pequenos papéis, pelos e cabelos. Já explicando alguns conceitos de Eletrostática e explicando que eles deverão continuar com os mesmos grupos, em todas as aulas. Além de avisá-los e orientá-los sobre os blogs, que criarão.

# SEGUNDO MOMENTO

## (Aula 2)



Imagem: <https://galeria.colorir.com/profissoes/>

### Apresentação de um vídeo sobre a História da Eletricidade

## OBJETIVO

ENTENDER AS CONTRIBUIÇÕES DOS CIENTISTAS AO LONGO DO TEMPO PARA A EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE ELETRICIDADE

Apresentação do vídeo – “**Choque e Temor: A Faísca**”, da série “A História da Eletricidade”, **episódio 1**, que é um documentário de 56 minutos sobre a história da Eletricidade, em linguagem clara e objetiva, elaborado pela BBC em 3 episódios e disponível na internet em: <https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97iCU>.

Após isso, os alunos serão divididos em grupos, e discutirão essas ideias sobre a história da eletricidade e ao final da discussão, eles farão um **desenho** que compare as ideias de eletricidade do passado com as do presente, e suas próprias impressões sobre eletricidade.

*“quando um tipo de problema é apresentado, solucionado pelo aluno e se solicita um “relatório” em forma de desenho, considerando que a criança desenha o que sabe sobre o objeto ou aqui neste caso, sobre o assunto, ela representará seu conhecimento”* (BARBOSA e DE CARVALHO, 2008, p. 340)



Imagem: <https://produto.mercadolivre.com>

# TERCEIRO MOMENTO

## (Aula 3)

### Apresentação verbal dos desenhos produzidos em grupo



Imagem: <http://noticias.universia.pt/carreira/no>

## OBJETIVO

ANALISAR SE CONSEGUIRAM FAZER A  
RELAÇÃO ENTRE PASSADO E PRESENTE NA  
HISTÓRIA DA ELETRICIDADE.

O professor pedirá que cada grupo apresente e explique seu desenho para o restante da classe e estabeleça a relação de seu desenho com o vídeo assistido.

O professor discutirá com os alunos sobre os desenhos, sobre a história da eletricidade, introduzindo os conceitos históricos de eletrostática verbalmente, discutindo com os alunos sobre os cientistas do passado que apareceram no vídeo e os conceitos que eles tinham de eletricidade, com o que sabemos hoje.

O professor pedirá que cada grupo escolha um nome criativo, relacionado à Física e à eletricidade, para sua equipe e anotar os nomes escolhidos pelas equipes. Isto cria uma "identidade" para o grupo.



Imagem: <https://focusfoto.com.br>

# QUARTO MOMENTO

## (Aula 4)

### Questionário e aula expositiva

#### OBJETIVO

ANALISAR CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE  
CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA.



Imagem:  
<https://pt.pngtree.com/freepng/hand-pain>

O professor inicia a aula, com duas perguntas básicas:

**O que é Relâmpago??**

**O que é Para-raios??**

Os alunos devem responder em grupo as questões, e o professor recolherá as respostas.

A partir destes questionamentos iniciais serão apresentados **slides** (apêndice deste produto), ao final haverá uma discussão sobre os *slides* trabalhando os conceitos de carga elétrica, processos de eletrização, materiais condutores e isolantes, força elétrica, Lei de Coulomb, Campo elétrico, "Fio terra", "Poder das pontas", Para raios, além de um elo com o que sabemos hoje sobre o uso da eletricidade, seus conceitos e uma

Novamente o professor pedirá que os grupos respondam as questões iniciais. Aqueles que acharam que responderam corretamente, podem se abster de responder novamente e aqueles que após os slides acharem que querem mudar, responderão novamente.

O professor explicará que no próximo encontro, utilizará com os mesmos grupos um aplicativo de celular de nome *Kahoot*. Será um *Game Quiz* sobre Eletrostática, e que pelo menos um de cada grupo deve ter internet móvel no celular para o jogo. As perguntas se basearão nas aulas dadas até o momento.

# QUINTO MOMENTO

## (Aula 5)

### Utilização do Aplicativo de perguntas e respostas on line Kahoot



Imagem:  
<http://www.xeplayer.com/pt/downloa>

## OBJETIVO

ANALISAR QUANTITATIVAMENTE A APRENDIZAGEM E QUALITATIVAMENTE ATRAVÉS DA INTERAÇÃO ENTRE AS EQUIPES

O professor divide os grupos e indica quem vai ficar com o celular que deve estar ligado a rede internet e com o aplicativo *Kahoot* . No apêndice temos um tutorial de como o professor manipula e utiliza o jogo.

Os alunos em pequenos grupos, responderão o *Game Quiz*, com perguntas objetivas e opções de respostas, que devem ser discutidas e respondidas pelo grupo. As perguntas foram previamente elaboradas pelo professor, que é o controlador e orientador do jogo.

Ao final, o grupo que ganhar, obterá como "prêmio" um número de pontos em Física maior. Como o aplicativo ao final dá o resultado do grupo que ganhou e faz uma escala, é fácil pontuar correspondentemente. Assim, buscando uma averiguação da aprendizagem até aquele momento.



Imagem: <https://professorinovador.com/2017/12/09>



Imagem: <https://kahoot.com/what-is-kahoot/>

# SEXTO MOMENTO

## (Aula 6)

### Orientação e sorteio dos experimentos



Imagem: <http://mimodapedagogia.blogspot.com/2014>

### OBJETIVO

ANALISAR A INTERAÇÃO DENTRO DA EQUIPE NA ELABORAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS E PARTICIPAÇÃO DELES.

O professor deve iniciar a aula comentado sobre os conceitos construídos na semana anterior, sua utilização e contextualização. E apresentar bem objetivamente e sinteticamente os experimentos que eles construirão em grupo: **Pêndulo eletrostático, Pêndulo Duplo, Eletroscópio de Folhas, Maquete com um protótipo de Para raios, Garrafa de Leyden, Gaiola de Faraday.**

Serão divididos em grupos, e sorteados os experimentos que serão apresentados. O professor dará um roteiro (**no Apêndice**) com os itens que devem fazer parte da produção, execução e apresentação do experimento. Incentivar o uso de materiais de fácil acesso e baixo custo e lembrá-los que nas apresentações devem falar da história relacionada ao experimento também. Lembrar aos alunos que deverão registrar em um *blog* o período de elaboração, a fundamentação teórica do trabalho e o experimento. Para isso deverão fazer registros, com fotos e vídeos que serão postados em seus respectivos *blogs*.

Imagem: [http://pt.hellokids.com/r\\_2023/artes-manuais-para-criancas/experiencias-cientificas-e-projetos-de-ciencia](http://pt.hellokids.com/r_2023/artes-manuais-para-criancas/experiencias-cientificas-e-projetos-de-ciencia)



# SÉTIMO MOMENTO

## (Aula 7)

Apresentação dos experimentos na classe



### OBJETIVO

OBSERVAR A APRENDIZAGEM DURANTE AS APRESENTAÇÕES, BEM COMO A INTERAÇÃO ENTRE OS ALUNOS

Imagem: <https://br.pinterest.com/pin/856458054111>

Os grupos de alunos apresentam os experimentos que foram construídos durante a semana, relacionando os conceitos estudados e apresentados.

Lembrar aos alunos que os vídeos e fotografias dessas apresentações serão postadas nos *Blogs* que eles construirão em grupo.

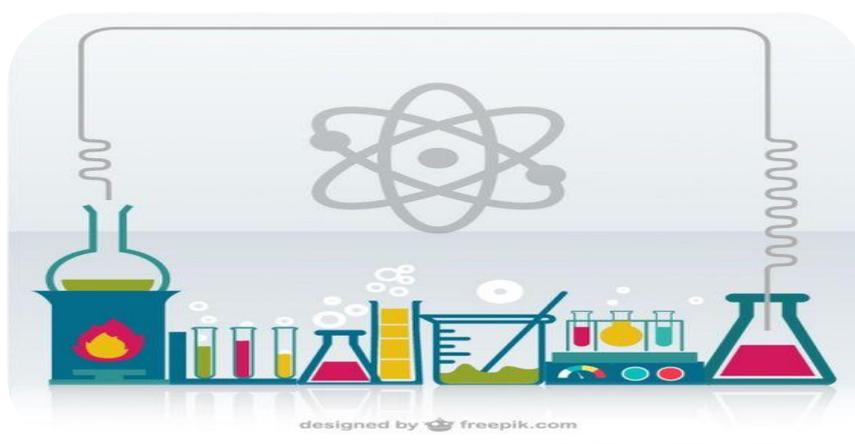


Imagem: <https://br.pinterest.com/pin/552676185502147225/>

# OITAVO MOMENTO

## (Aula 8)

### Divisão da dramatização e caracterização dos cientistas



Imagem: [https://www.youtube.com/watch?v=X\\_FT4FVX1](https://www.youtube.com/watch?v=X_FT4FVX1)

### OBJETIVOS

ANALISAR O RELACIONAMENTO INTERPESSOAL E A DIVISÃO DE TAREFAS NA EQUIPE, ALÉM DA DISCUSSÃO SOBRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA.

Os grupos de alunos devem fazer o sorteio de um dos cientistas da Pesquisa da Eletricidade e fazer uma dramatização, caracterizada sobre o mesmo. As opções serão: **Stephen Gray, Tesla, Alessandro Volta, Benjamin Franklin, Michael Faraday**. Devem levar em conta a vida pessoal, o contexto em que viviam, as realizações, trabalhos e respectivas contribuições para a ciência.

O professor entregará um roteiro( **no apêndice**) com uma explicação do que é biografia e um breve resumo do que eles devem pesquisar e desenvolver em grupo, lembrando que podem apresentar uma narrativa, uma dramatização, um monólogo etc.

Novamente o professor discutirá com os alunos sobre estes cientistas, como se deu as evoluções e mudanças de paradigmas da história da eletricidade ao longo dos anos. Orientando sobre como devem fazer a pesquisa e as apresentações no próximo encontro.

# NONO MOMENTO

## (Aula 9)

Apresentações das dramatizações e caracterização dos cientistas que contribuíram para a História da Eletricidade

### OBJETIVOS

OBSERVAR A INTERAÇÃO AFETIVA, A DESENVOLVURA, O TRABALHO EM EQUIPE E A APRENDIZAGEM SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DE CADA CIENTISTA PARA A HISTÓRIA DA ELETRICIDADE

Cada grupo deve se caracterizar e apresentar um monólogo, narrativa ou dramatização para a turma.

O professor novamente deve lembrar que tudo será fotografado e registrado para os respectivos *blogs* que eles construirão.



Imagem: <http://diploarte.blogspot.com/2010/08/como-montar-uma-peca.html>

# DÉCIMO MOMENTO

## (Aula 10)

### Construção do Blog de cada grupo



Imagem: <https://br.depositphotos.com/145051123/st>

## OBJETIVOS

ANALISAR A APRENDIZAGEM DE FÍSICA, OS CONHECIMENTOS DAS TICS E O COMPARTILHAMENTO DOS CONCEITOS E ATIVIDADES DESENVOLVIDOS DURANTES OS ENCONTROS.

O professor deve dar orientações para as criações dos Blogs, a indicação dos *links* para sua construção, as plataformas gratuitas disponíveis. O professor fornecerá as opções de plataformas *on line* para a construção dos blogs, entre as inúmeras disponíveis, as mais utilizadas atualmente, e que são gratuitas : **Wordpress, Tumblr, Blogger (wordpress do Google), Weebly, Medium, Blog.com, Livejournal e Svbtle**. Cada grupo será responsável, e construirá o seu, dando o nome da equipe para o respectivo *blog*.

O professor deve lembrar que a avaliação é constante e diária, durante toda a aplicação da sequência didática.



Imagem: <https://pt.depositphotos.com/92639072/stock-photo-businessman-drawing-blog-concept.html>

# **ATIVIDADES DOS ALUNOS**

**QUESTIONÁRIOS  
GAME QUIZ ON  
LINE**

**ROTEIROS DE  
EXPERIMENTOS  
ROTEIRO DE  
CARACTERIZAÇÕES**

**COMO FAZER  
UM BLOG?**

**Professor e aluno  
atritam canudos  
plásticos em  
guardanapos e  
“colam” na  
parede.**

**Professor e alunos  
esfregam bexigas de  
aniversário nos  
cabelos e “grudam”  
na parede e ou  
aproximam dos  
cabelos. Para  
arrepia-los.**

**1-Como vocês explicam os fenômenos que vocês viram e fizeram em classe?**

**2-Por que vocês acham que isto aconteceu?**

**3-Quais materiais vocês acreditam que poderiam ser utilizados, além de canudos e bolas de aniversário?**

**Após assistir o vídeo : A  
Fáisca- História da  
eletricidade, produzido  
pela BBC e disponível na  
internet em:**

**<https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97>**

**Pensem e discutam em grupo sobre o vídeo que foi assistido. Lembrem-se e tentem retratar o que foi mais marcante. Façam DOIS desenhos, um que represente para o grupo a ELETICIDADE DO PASSADO e o que representa A ELETICIDADE DO PRESENTE.**

**Após a confecção dos desenhos, relatem VERBALMENTE para toda a classe o que foi representado.**

## Elaboração e aplicação do jogo

As turmas foram divididas em grupos, e pelo menos um aluno de cada grupo deveria ter internet móvel em seu celular e acesso ao aplicativo *Kahoot*, antecipadamente.

O jogo foi baixado pelo professor, o qual cria sua sala de aula *on line* e elabora as questões e no momento do jogo é dado um código que os alunos acessam em seus celulares e entram no jogo. Cada questão apresentava uma foto e o tempo de 60 segundos, para eles discutirem e marcarem a resposta que achavam ser a correta, em seus respectivos celulares.

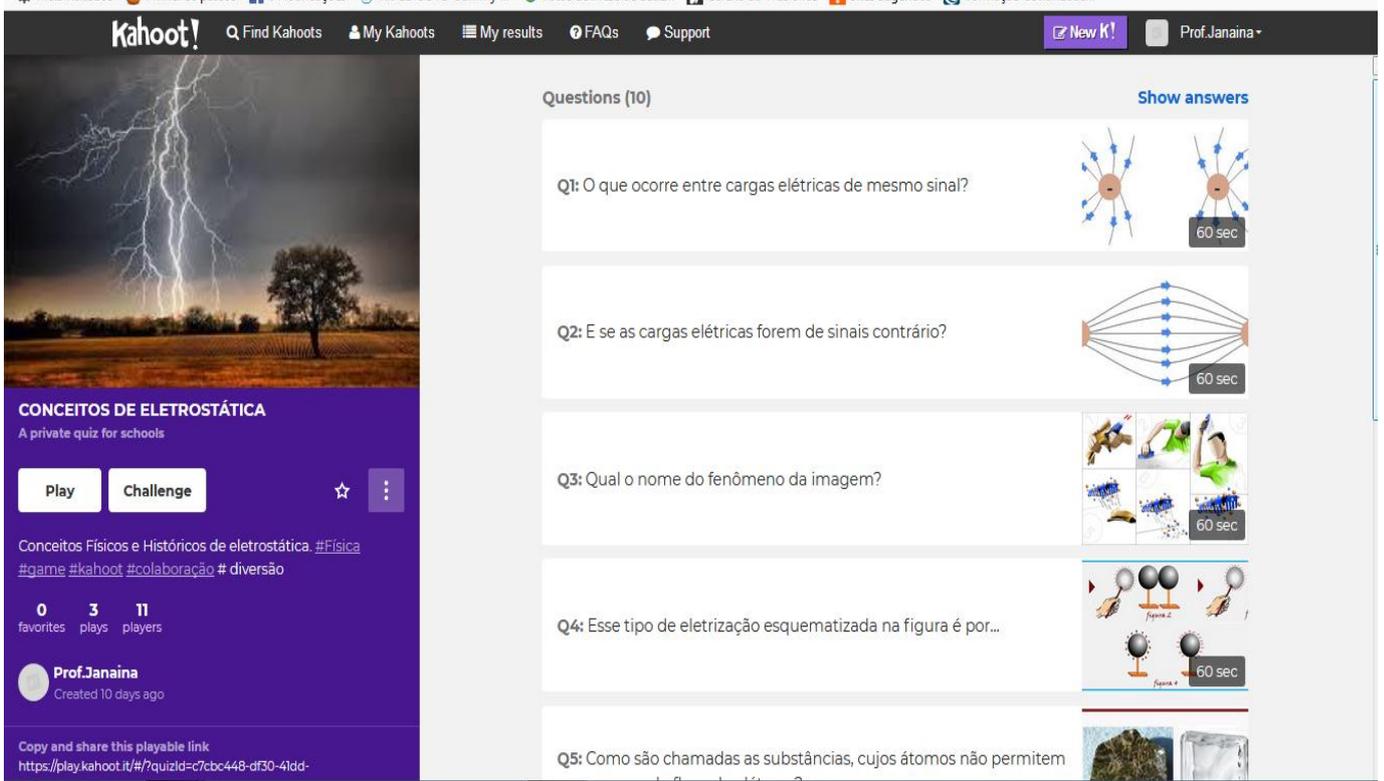
A empolgação era grande e devido ao curto tempo, não dava tempo para buscarem na internet, apenas discutirem entre eles rapidamente. O aplicativo leva em conta o tempo de resposta, além dos acertos.

Ao final, em cada turma houve um grupo vencedor, esse grupo ganhou pontos extras na disciplina de Física.

O professor elaborou as questões, em sua conta no aplicativo Kahoot, cujo link de criação é <https://create.kahoot.it/login>.

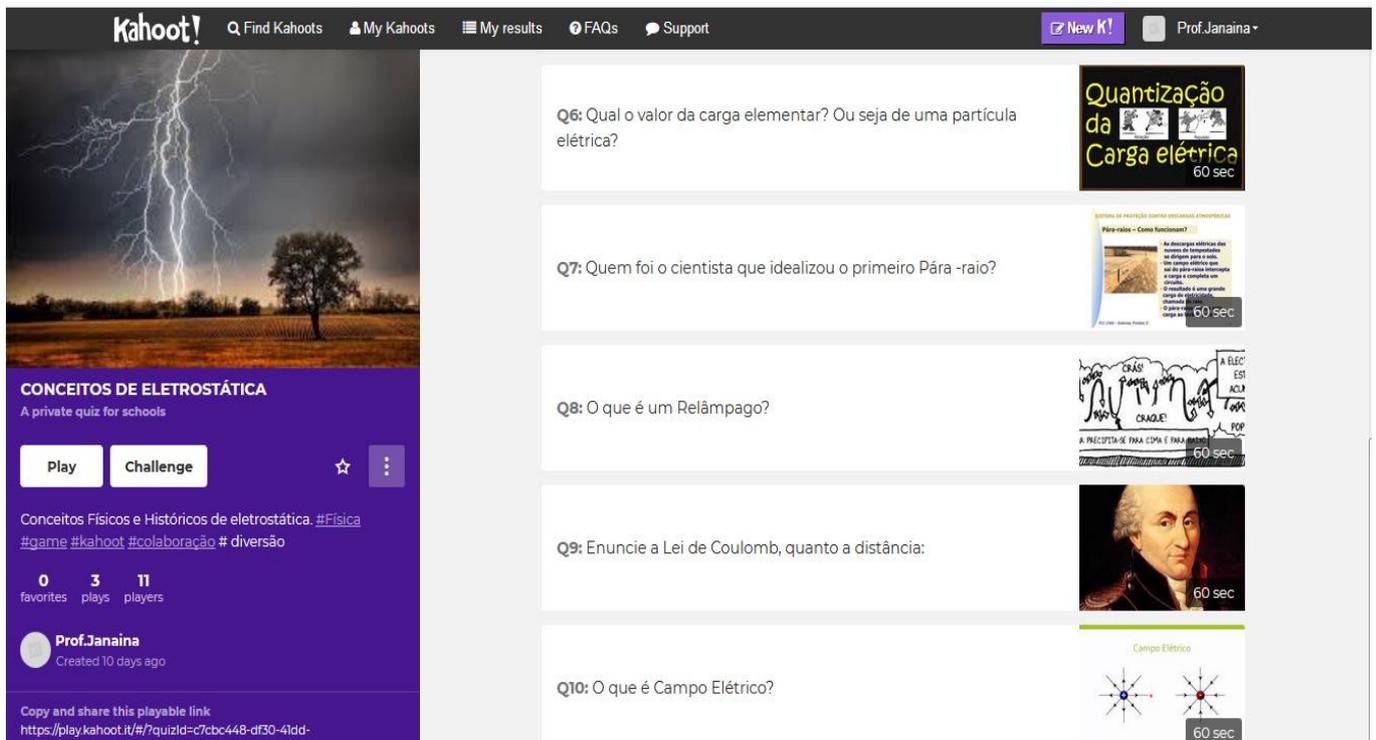
Nas imagens seguintes temos as listas de perguntas referentes à Eletrostática. O principal objetivo analisar se os conceitos de Eletrostática tinham sido entendidos e se através da socialização em grupo eles chegavam às respostas. Além de utilizarem, os próprios celulares, que fazem parte do cotidiano de todos eles. Ao total, foram 10 questões de múltiplas escolhas, com imagens correspondentes em todas elas.

Figura1: Lista de perguntas 1 ao 5.



Fonte: <https://create.kahoot.it/details/conceitos-de-eletrorstatica/>

Figura2: Lista de perguntas 6 ao 10



Fonte: <https://create.kahoot.it/details/conceitos-de-eletrorstatica/>

## Aplicação do jogo

Os alunos não precisavam estar cadastrados no aplicativo, o professor tinha duas opções, com jogadores individuais, e em equipes. Após terem se conectado à internet nos seus celulares, eles tiveram acesso ao site <http://kahoot.it/>, para inserirem o Pin, que era um código fornecido na hora pelo próprio site.

Como o foco é a aprendizagem colaborativa, optou-se por equipes, e cada grupo entrava no jogo através do código que aparecia na tela.

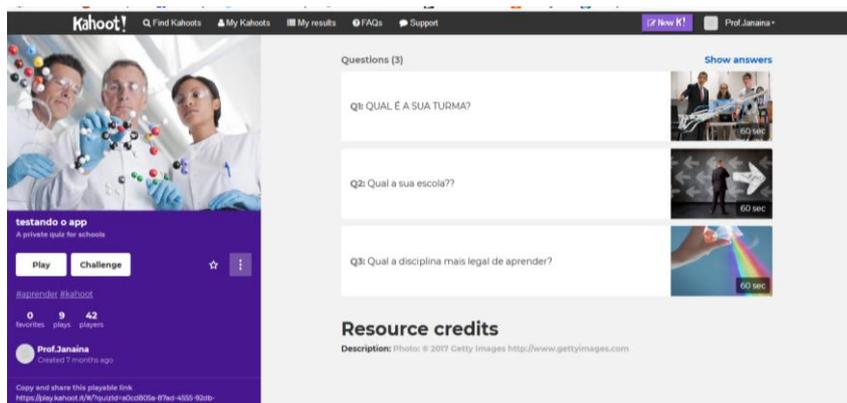
Figura3: Tela com o código (PIN)



Fonte: <https://play.kahoot.it/#>

Todas as regras foram avisadas antes do início do jogo, quanto ao tempo cronometrado, o professor de início fez um questionário teste, para os alunos se familiarizarem com o jogo, o tempo e o acesso pela internet. O jogo teste era composto apenas por 3 perguntas e tinha o objetivo apenas de proporcionar uma familiarização dos alunos com o estilo do jogo.

Figura4: Jogo para teste do aplicativo



Fonte: <https://create.kahoot.it/details>

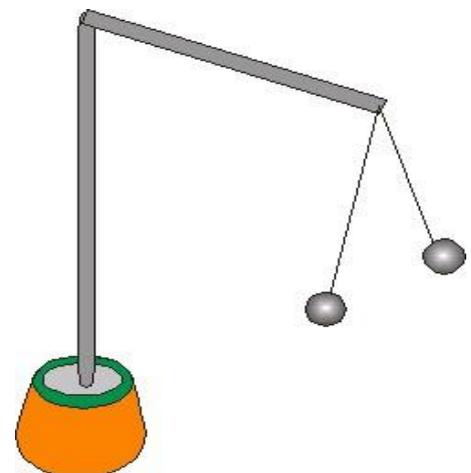
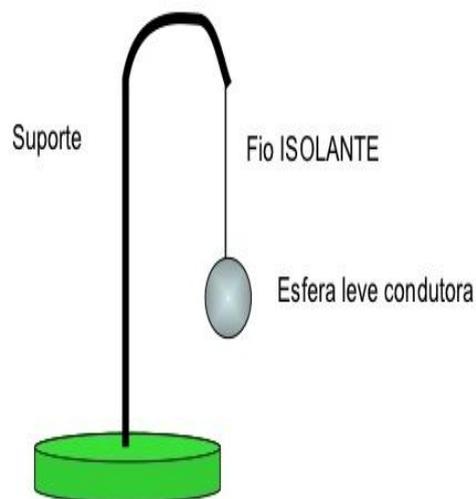
## ROTEIRO DE EXPERIMENTOS

Grupo: \_\_\_\_\_

### Pêndulo Simples e Pêndulo Duplo

- 1-Não esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o **Blog** que o grupo criará no mês de maio.
- 2-Utilizem materiais de baixo custo.
- 3-Testem os experimentos.
- 4-Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5-Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6-Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

Esquema:



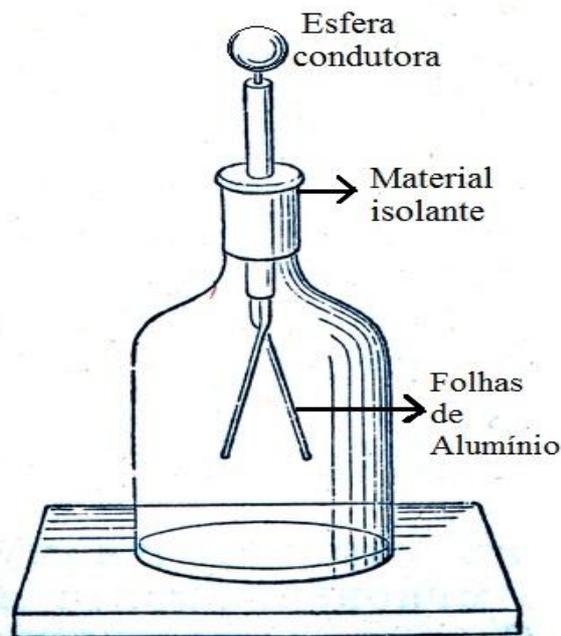
## ROTEIRO DE EXPERIMENTOS

Grupo: \_\_\_\_\_

### Eletroscópio de Folhas

- 1-Não esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2-Utilizem materiais de baixo custo.
- 3-Testem o experimento.
- 4-Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5-Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6-Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

**Esquema:**



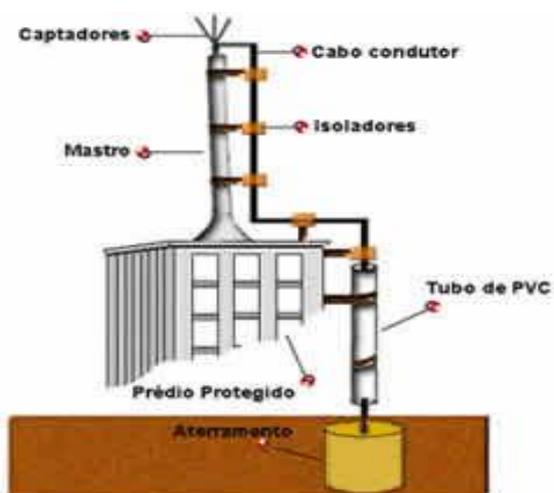
## ROTEIRO DE EXPERIMENTOS

Grupo: \_\_\_\_\_

### Maquete de Para-Raios

- 1-Não se esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2-Utilizem materiais de baixo custo.
- 3-Testem o experimento.
- 4-Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5-Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6-Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

### Sugestões de esquemas:



## ROTEIRO DE EXPERIMENTOS

Grupo: \_\_\_\_\_

### Garrafa de Leyden

- 1-Não se esqueçam de filmar (vídeo curto) e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2-Utilizem materiais de baixo custo.
- 3-Testem o experimento, ele deve funcionar, se necessário façam um eletróforo também.
- 4-Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5-Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6-Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

### Sugestões de esquemas:



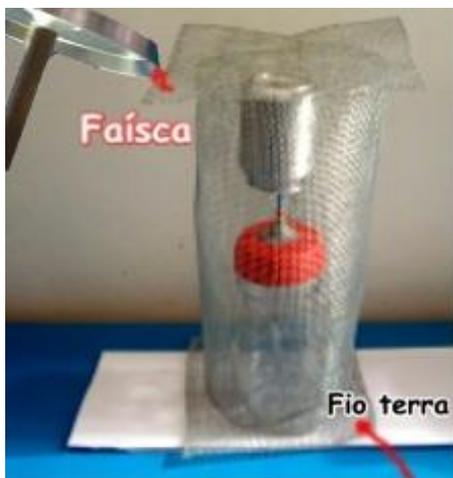
## ROTEIRO DE EXPERIMENTOS

Grupo: \_\_\_\_\_

### Blindagem Eletrostática

- 1-Não se esqueçam de filmar e fotografar, todas as etapas de preparação em casa e a apresentação em sala, para o Blog que o grupo criará no mês de maio.
- 2-Utilizem materiais de baixo custo.
- 3-Teste o experimento, ele deve funcionar, se necessário façam um eletróforo também.
- 4-Façam uma pesquisa Histórica sobre o surgimento do experimento, quem o criou e em que época.
- 5-Na apresentação, falem do funcionamento físico, prático e o contexto histórico.
- 6-Descrevam a preparação, a execução, a pesquisa e a apresentação. Entreguem tudo isto impresso e relatado, no dia da experimentação.

### Sugestões de esquemas:



## GRUPO \_\_\_\_\_

“É verdade que Einstein foi um péssimo aluno”? Como é, na intimidade, o escritor José Saramago? E Bill Gates, o criador da Microsoft, faz o que em suas horas vagas? O gênero de texto que conta a história da vida de alguém se chama biografia (bio é vida, e grafia é escrita). É uma mistura entre jornalismo, literatura e história, em que se relata e registra a história da vida de uma pessoa, enfatizando os principais fatos. É um gênero de narrativa não ficcional. Os fatos podem ser contados em ordem cronológica - isto é, do nascimento à morte, ou por temas (amores, derrotas, traumas etc). Não precisam ser, necessariamente, escritas. Podem ser filmes, peças de teatro etc. Conhecer a biografia de uma personalidade permite entender um pouco melhor o tempo em que ela viveu, o que a fez ser famosa, como alcançou o sucesso, atos que podem servir de exemplo, coisas que ela fez e que você jamais faria.”

Veja mais em <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/portugues/biografia-como-contar-a-historia-da-vida-de-alguem.htm?cmpid=copiaecola>

## ATIVIDADE AVALIATIVA DE FÍSICA

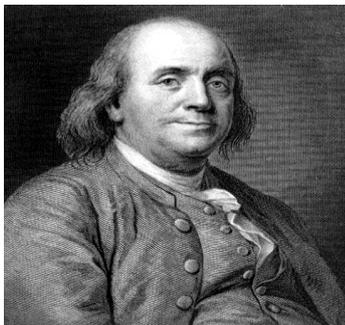
### CARACTERIZAÇÃO DE UM CIENTISTA QUE CONTRIBUIU COM A PESQUISA DA ELETRICIDADE

Cada grupo ficará responsável por um cientista, o grupo \_\_\_\_\_, fará a pesquisa sobre \_\_\_\_\_.

Lembrem que pelo menos UM integrante do grupo vai se caracterizar nas roupas, maquiagens, estilo e interpretar o cientista. Pode ser um monólogo, uma narrativa ou mesmo, uma peça teatral com vários integrantes. **Não esqueçam de fazer uma pesquisa histórica ESCRITA, relate a vida pessoal, o contexto social em que vivia, contribuições para a ciência e para o estudo da Eletricidade. Fotografem as preparações e ensaios para o futuro blog do grupo.**

Coloque a FONTE da pesquisa, como sites, blogs ou livros que consultarem E ARRASEM!

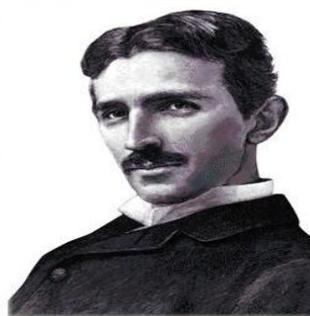
Serão avaliados: a coerência nos relatos, a caracterização, a criatividade, a densidade da pesquisa e o roteiro.



Benjamin Franklin



Faraday



Tesla



Volta



Gray

Os *Blogs* possuem uma estrutura de publicação de fácil utilização, apresentam pequenos parágrafos, que podem ser acrescentados, retirados ou editados, aparecendo na tela de maneira cronológica, que sempre pode ser atualizada. Segundo MORESCO, (2006), “estes blocos de textos são chamados de posts”, estes, podem ser escritos pelo autor, ou uma lista de membros, autorizados por ele. Os últimos *posts*, ou seja, os mais recentes, aparecerão primeiro; existe também a possibilidade de interação através dos comentários. Os comentários podem ser escritos por qualquer pessoa que visite o *blog*, suas páginas podem apresentar textos, imagens, sons e fotografias.

A construção de um hipertexto cooperativo, através do uso dos *blogs* favorece a interação não somente dentro do grupo de trabalho, mas entre grupos distintos, ou mesmo grupos fora do ambiente de aprendizagem.

No ambiente de aprendizagem, os *blogs* registram os conhecimentos dos alunos, especificamente, registrarão as atividades, os experimentos, a aprendizagem dos conceitos de Física - Eletrostática, durante o processo de estudo, com a possibilidade de enriquecer relatos e textos com *links*, fotos, sons de Eletrostática, demonstrando para um público ainda maior, além dos ambientes de aprendizagem, os trabalhos e experimentos históricos realizados pelos grupos de trabalho.

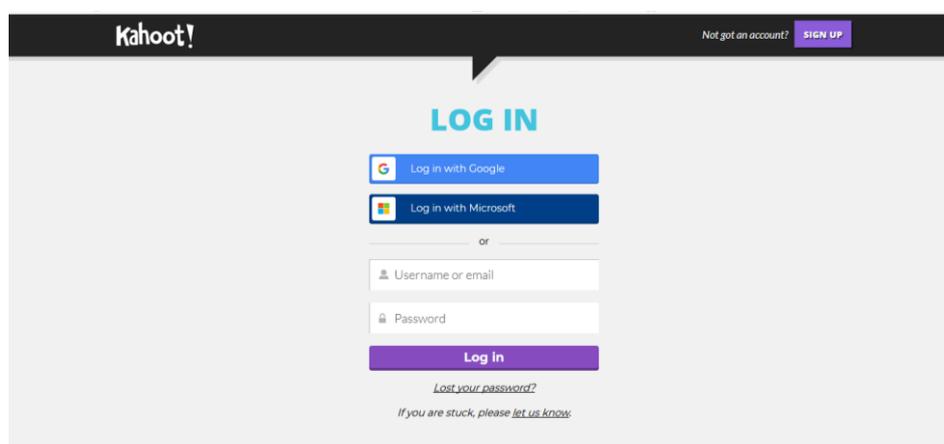
Desde o primeiro encontro o professor explicará aos alunos, que eles construirão *Blogs* em grupo, e que neste deverá ter todas as atividades que eles realizarão fora e dentro do ambiente escolar, relacionadas às aulas de Física. O professor fornecerá as opções de plataformas *on line* para a construção dos *blogs*, entre as inúmeras disponíveis, os mais utilizados atualmente, e que são gratuitas: **Wordpress, Tumblr, Blogger (wordpress do Google), Weebly, Medium, Blog.com, Livejournal e Svbtile.**

# APÊNDICES

# Dicas para o professor utilizar o Game Quiz Kahoot?

O professor cria sua conta, através de um email e uma senha.

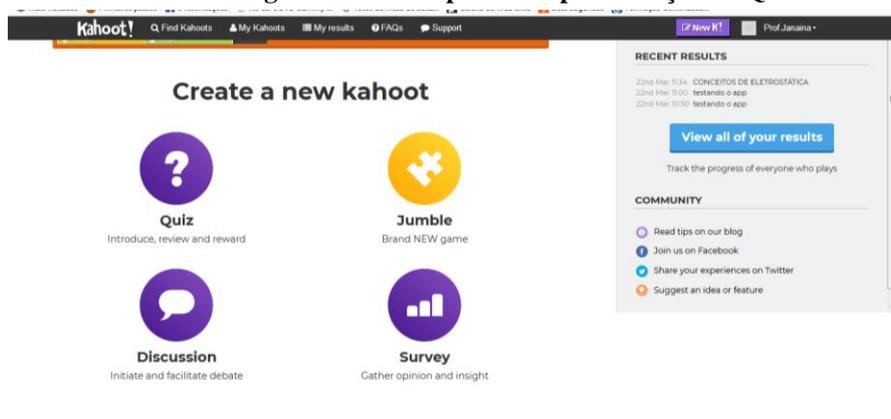
Figura 5: Criação da conta do professor



Fonte: <https://create.kahoot.it/login>

Na conta do professor, aparece a disponibilidade de edições, a criação de uma sala de discussão, Quiz etc. Clique na opção Quiz.

Figura 6: Tela do professor para criação do Quiz



Fonte: <https://create.kahoot.it/#>

Na figura seguinte, vemos a tela de criação do Quiz, na qual o professor dá o título para o questionário, pode colocar um vídeo ou fotografia, escolhe o idioma e faz a tela inicial do Quiz.

**Figura 7: Tela inicial de criação do Quiz**

The screenshot shows the 'K! Quiz' creation interface. It features a 'Close' button and an 'Ok, go' button. The form includes the following fields and options:

- Title (required):** An empty text input field.
- Description (required):** A text area containing the text: "A #math #blindkahoot to introduce the basics of #algebra to #grade8".
- Cover image:** A dashed box containing 'Add image' and 'Upload image' buttons, a 'g' logo, and a landscape image icon, with the instruction 'or drag & drop image'.
- Visible to:** A dropdown menu set to 'Only me'.
- Language:** A dropdown menu set to 'English'.
- Audience (required):** A dropdown menu set to 'Please select...'.
- Credit resources:** An empty text input field.
- Intro video:** A text input field containing the URL: "https://www.youtube.com/watch?v=xvNR45RJu08".

**Fonte:** <https://create.kahoot.it/create#/new/quiz/description>

Após esta etapa, é só continuar e criar suas perguntas, com as opções de respostas, deve se definir a resposta correta e o tempo de resposta. As questões foram curtas, para haver tempo de o aluno ler na projeção e ter tempo para responder, além de visualizar a imagem.

O professor no momento do jogo, escolhe modo clássico ou de equipes (times). Como nesta sequência o objetivo era o de promover a Aprendizagem Colaborativa, foi escolhido o modelo de times.

**Figura 8 : Tela do professor, para escolha do modo de jogo.**



**Fonte:** <https://play.kahoot.it/#/>

# Como fazer um Blog?

Para quem já possui uma conta no Google, fica muito fácil. Basta clicar no aplicativo BLOGGER e criar o seu. Existem diversas plataformas gratuitas como o TUMBLER, porém, como grande parte das pessoas já possui uma conta no Google, é mais prático.

Faça o login em sua conta:

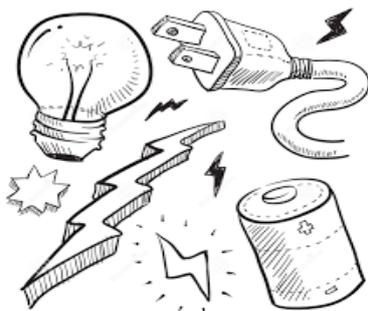
Depois é só criar o seu Blog e ir editando, criando posts, adicionando imagens, textos e links de sites e vídeos.

## CONTEÚDO DIDÁTICO

### ELETRICIDADE- 3º ano do EM



A **eletricidade** está presente a todo tempo ao nosso redor e até em nós mesmos. Na natureza a **eletricidade** pode ser observada no relâmpago, uma grande descarga elétrica produzida quando se forma uma enorme tensão entre duas regiões da atmosfera.



O estudo da eletricidade se divide em ELETROSTÁTICA E ELETRODINÂMICA.

#### ELETROSTÁTICA

A Eletrostática estuda as cargas elétricas em repouso.

**Cargas Elétricas** - 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. Os átomos são formados por um núcleo, onde ficam os prótons e nêutrons e uma eletrosfera, onde os elétrons permanecem, em órbita.

Se pudéssemos separar os prótons, nêutrons e elétrons de um átomo, e lançá-los em direção a um ímã, os prótons seriam desviados para uma direção, os elétrons a uma direção oposta a do desvio dos prótons e os nêutrons não seriam afetados. Esta propriedade de cada uma das partículas é chamada **carga elétrica**. Os prótons são partículas com cargas positivas, os elétrons tem carga negativa e os nêutrons tem carga neutra.

Um próton e um elétron têm valores absolutos iguais embora tenham sinais opostos. O valor da carga de um próton ou um elétron é chamado carga elétrica elementar e simbolizado por **e**. A unidade de medida adotada internacionalmente para a medida de cargas elétricas é o **Coulomb (C)**.

A carga elétrica elementar é a menor quantidade de carga encontrada na natureza, comparando-se este valor com Coulomb, têm-se a relação:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$$

#### Eletrização de Corpos

A única modificação que um átomo pode sofrer sem que haja reações de alta liberação e/ou absorção de energia é a perda ou ganho de elétrons.

Por isso, um corpo é chamado **neutro** se ele tiver número igual de prótons e de elétrons, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja nula.

Pela mesma analogia podemos definir corpos eletrizados positivamente e negativamente. Um corpo eletrizado negativamente tem maior número de elétrons do que de prótons, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja negativa. Um corpo eletrizado positivamente tem maior número de prótons do que de elétrons, fazendo com que a carga elétrica sobre o corpo seja positiva.

**Eletrizar um corpo significa basicamente tornar diferente o número de prótons e de elétrons (adicionando ou reduzindo o número de elétrons).**

$$Q = n \cdot e$$

Podemos definir a carga elétrica de um corpo (Q) pela relação:

Onde:

$Q$  = Carga elétrica, medida em Coulomb no SI

$n$  = quantidade de cargas elementares, que é uma grandeza adimensional e têm sempre valor inteiro

( $n=1, 2, \dots$ )  $e$  = carga elétrica elementar ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ )

A eletrostática se fundamenta em dois princípios:

- ✓ **Princípio da Atração e Repulsão:** "Cargas de sinais contrários se atraem e de sinais iguais se repelem".
- ✓ **Princípio de Conservação da Carga:** "Num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é constante".

### Condutores e Isolantes

Quanto à liberdade de locomoção das cargas, um material pode ser **condutor** ou **isolante**.

Nos condutores há portadores de carga elétrica com liberdade de locomoção, já nos isolantes, os portadores de carga não possuem liberdade de locomoção. Nos metais, os portadores de carga que se movimentam são os **elétrons livres**.

São exemplos de condutores: metais, grafite, soluções iônicas, o corpo humano, a Terra... Quando um corpo eletrizado é ligado a Terra ele fica neutro.



### Processos de eletrização

O processo de retirar ou acrescentar elétrons a um corpo neutro para que este passe a estar eletrizado denomina-se **eletrização**.

Alguns dos processos de eletrização mais comuns são:

- **Eletrização por Atrito:** Este processo foi o primeiro de que se tem conhecimento. Foi descoberto por volta do século VI A.C. pelo matemático grego Tales de Mileto, que concluiu que o atrito entre certos materiais era capaz de atrair pequenos pedaços de palha e penas. Posteriormente o estudo de Tales foi expandido, sendo possível comprovar que dois corpos neutros feitos de materiais distintos, quando são atritados entre si, um deles fica eletrizado negativamente (ganha elétrons) e outro positivamente (perde elétrons).  
**Quando há eletrização por atrito, os dois corpos ficam com cargas de módulo igual, porém com sinais opostos.**  
Esta eletrização depende também da natureza do material.
- **Eletrização por contato:** Outro processo capaz de eletrizar um corpo é feito por contato entre eles. Se dois corpos condutores, sendo pelo menos um deles eletrizado, são postos em contato, a carga elétrica tende a se estabilizar, sendo redistribuída entre os dois, fazendo com que ambos tenham a mesma carga, inclusive com mesmo sinal.  
O cálculo da carga resultante é dado pela média aritmética entre a carga dos condutores em contato.

**Por exemplo:** Um corpo condutor A com carga  $Q_1 = +6C$  é posto em contato com outro corpo neutro  $Q_N = 0C$ . Qual é a carga em cada um deles após serem separados.

$$Q' = \frac{Q_1 + Q_N}{2} = \frac{+6 + 0}{2} = +3C$$

- Um corpo condutor A com carga  $Q_A = -1C$  é posto em contato com outro corpo condutor B com carga  $Q_B = -3C$ , após serem separados os dois o corpo A é posto em contato com um terceiro corpo condutor C de carga  $Q_C = +4C$  qual é a carga em cada um após serem separados?

$$Q' = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{-1 - 3}{2} = -2C$$

Ou seja, neste momento:

$$Q' = Q'_A = Q'_B = -2C$$

Após o segundo contato, tem-se:

$$Q'' = \frac{Q'_A + Q_C}{2} = \frac{-2 + 4}{2} = +1C$$

E neste momento:

$$Q'' = Q''_A = Q''_C = +1C$$

Ou seja, a carga após os contatos no corpo A será +1C, no corpo B será -2C e no corpo C será +1C.

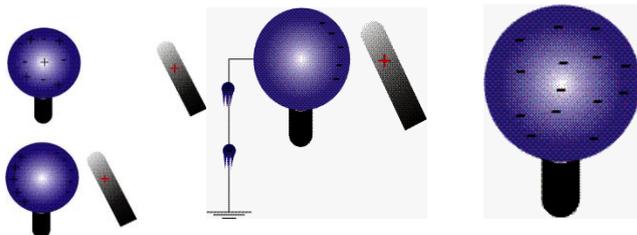
Um corpo eletrizado em contato com a terra será neutralizado, pois se ele tiver falta de elétrons, estes serão doados pela terra e se tiver excesso de elétrons, estes serão descarregados na terra.

- Eletrização por indução eletrostática:** Este processo de eletrização é totalmente baseado no princípio da atração e repulsão, já que a eletrização ocorre apenas com a aproximação de um corpo eletrizado (indutor) a um corpo neutro (induzido). O processo é dividido em três etapas:

1- Primeiramente um bastão eletrizado é aproximado de um condutor inicialmente neutro, pelo princípio de atração e repulsão, os elétrons livres do induzido são atraídos/repelidos dependendo do sinal da carga do indutor.

2- O próximo passo é ligar o induzido a terra, ainda na presença do indutor.

3- Desliga-se o induzido da terra, fazendo com que sua única carga seja a do sinal oposto ao indutor. Após pode-se retirar o indutor das proximidades e o induzido estará eletrizado com sinal oposto à carga do indutor e as cargas se distribuem por todo o corpo



## Lei de Coulomb

A Lei de Coulomb estabelece que “a intensidade da força elétrica entre duas partículas eletrizadas é diretamente proporcional ao produto dos módulos das cargas das partículas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas”. Matematicamente:

$$F = k_0 \frac{Q \cdot q}{d^2}$$

## Campo elétrico

O campo elétrico é o campo de força provocado pela ação de cargas elétricas, (elétrons, prótons ou íons) ou por um sistema delas. Cargas elétricas num campo elétrico estão sujeitas e provocam forças elétricas.

A fórmula para se calcular a intensidade de um campo elétrico (E) é dada pela relação entre a força elétrica (F) e a carga de prova (q):

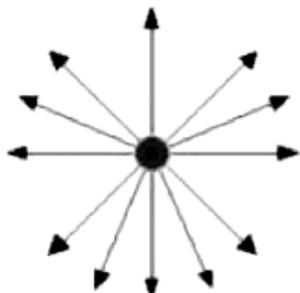
$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{|q|}$$

E as unidades de campo elétrico se dão em:

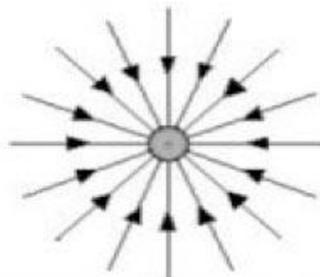
$$[E] = \frac{[F]}{[q]} = \frac{N(\text{newton})}{C(\text{coulomb})}$$

Vale notar que um campo elétrico só pode ser detectado a partir da interação do mesmo com uma carga de prova. Caso não haja interação com a carga, podemos dizer que o campo não existe naquele local.

Quando o campo elétrico é criado em uma carga positiva ele, por convenção, terá um sentido de afastamento.



**sentido de afastamento**



**sentido de aproximação**

Quando o campo elétrico é criado em uma carga negativa ele, por convenção, terá um sentido de aproximação.

# Slides

## ELETRICIDADE ESTÁTICA



LINK PARA ACESSO:

<https://docs.google.com/presentation/d/1qgkXsa6wxDsQJiOMIFVD4okes2Rb7kB7TeSpsJFiCiO/edit?usp=sharing>

Classificação de slides: Camadas, Português (Brasil), 82%

Modos de Exibição de Apresentação, Mostrar/Ocultar, Zoom, Cor/Escala de Cinza, Janela, Macros

## Exercícios com questões de vestibular

### ELETRICIDADE ESTÁTICA

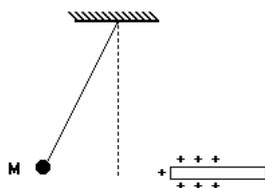


1. (UFPE) Duas pequenas esferas carregadas repelem-se mutuamente com uma força de 1N quando separadas por 40cm. Qual o valor em Newtons da força elétrica repulsiva se elas forem deslocadas e posicionadas à distância de 10cm uma da outra?

2. (Cesgranrio) Uma pequena esfera de isopor, aluminizada, suspensa por um fio "nylon", é atraída por um pente plástico negativamente carregado. Pode-se afirmar que a carga elétrica da esfera é:

- a) apenas negativa;      b) apenas nula;      c) apenas positiva;      d) negativa, ou então nula;  
e) positiva, ou então nula.

3. (Cesgranrio) Na figura a seguir, um bastão carregado positivamente é aproximado de uma pequena esfera metálica (M) que pende na extremidade de um fio de seda. Observa-se que a esfera se afasta do bastão. Nesta situação, pode-se afirmar que a esfera possui uma carga elétrica total:



- a) negativa.      b) positiva.      c) nula.      d) positiva ou nula.      e) negativa ou nula.

4. (Cesgranrio) Um corpo adquire uma carga elétrica igual a +1C. Podemos afirmar, então, que a ordem de grandeza do número de elétrons do corpo é de:

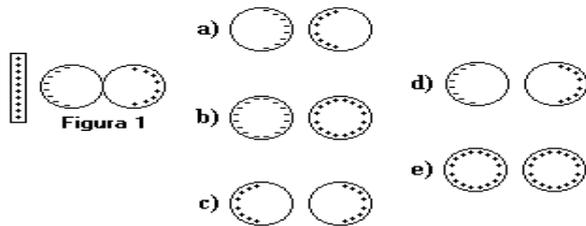
- a)  $10^{-19}$  perdidos  
b)  $10^{-19}$  ganhos  
c)  $10^{18}$  perdidos  
d)  $10^{19}$  ganhos  
e)  $10^{19}$  perdidos

5. (Fei) Qual das afirmativas está correta?

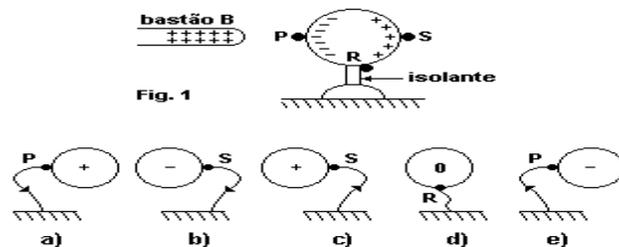
- a) Somente corpos carregados positivamente atraem corpos neutros.  
b) Somente corpos carregados negativamente atraem corpos neutros.  
c) Um corpo carregado pode atrair ou repelir um corpo neutro.  
d) Se um corpo A eletrizado positivamente atrai um outro corpo B, podemos afirmar que B está carregado negativamente.  
e) Um corpo neutro pode ser atraído por um corpo eletrizado.

6- (Fuvest) Aproximando-se uma barra eletrizada de duas esferas condutoras, inicialmente descarregadas e encostadas uma na outra, observa-se a distribuição de cargas esquematizada na figura 1, a seguir.

Em seguida, sem tirar do lugar a barra eletrizada, afasta-se um pouco uma esfera da outra. Finalmente, sem mexer mais nas esferas, move-se a barra, levando-a para muito longe das esferas. Nessa situação final, a alternativa que melhor representa a distribuição de cargas nas duas esferas é:



7. (Fuvest) Quando se aproxima um bastão B, eletrizado positivamente, de uma esfera metálica, isolada e inicialmente descarregada, observa-se a distribuição de cargas representada na Figura 1. Mantendo o bastão na mesma posição, a esfera é conectada a terra por um fio condutor que pode ser ligado a um dos pontos P, R ou S da superfície da esfera. Indicando por ( $\rightarrow$ ) o sentido do fluxo transitório ( $\Phi$ ) de elétrons (se houver) e por (+), (-) ou (0) o sinal da carga final (Q) da esfera, o esquema que representa  $\Phi$  e Q é



8. (Uel) Uma partícula está eletrizada positivamente com uma carga elétrica de  $4,0 \times 10^{-15} \text{C}$ . Como o módulo da carga do elétron é  $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ , essa partícula

- ganhou  $2,5 \times 10^4$  elétrons.
- perdeu  $2,5 \times 10^4$  elétrons.
- ganhou  $4,0 \times 10^4$  elétrons.
- perdeu  $6,4 \times 10^4$  elétrons.
- ganhou  $6,4 \times 10^4$  elétrons.

9. (Uel) Um bastão isolante é atritado com tecido e ambos ficam eletrizados. É correto afirmar que o bastão pode ter

- ganhado prótons e o tecido ganhou elétrons.
- perdido elétrons e o tecido ganhou prótons.
- perdido prótons e o tecido ganhou elétrons.
- perdido elétrons e o tecido ganhou elétrons.
- perdido prótons e o tecido ganhou prótons.

10- (Uel) Uma esfera isolante está eletrizada com uma carga de  $-3,2 \mu\text{C}$ . Sabendo que a carga elementar vale  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ , é correto afirmar que a esfera apresenta.

- excesso de  $2,0 \cdot 10^{13}$  elétrons.
- falta de  $2,0 \cdot 10^{13}$  elétrons.
- excesso de  $5,0 \cdot 10^{12}$  prótons.
- falta de  $5,0 \cdot 10^{12}$  prótons.
- excesso de  $5,0 \cdot 10^{10}$  elétrons.

## Referências

- \_\_\_\_\_. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e tecnológica. Brasília, Ministério da Educação, 1999.
- BONJORNO, J. R.; et al.; **Física**: eletromagnetismo, física moderna, 3º ano. 3.ed.São Paulo: FTD, 2016.
- MORAES, J. U. P.; JUNIOR, R. S. S. **Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa**: Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(3), pp. 61-67, 2014. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID69/v4\\_n3\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID69/v4_n3_a2014.pdf)> Acesso em: maio de 2017.
- MORAN, J. M. MASETTO, M. T., Behrens. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**.- Campinas, SP: Papirus, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Coletânea de breves monografias sobre teorias da aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências. Porto Alegre, 2009.
- QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. **A história da ciência no processo ensino-aprendizagem**. A Física na Escola, v. 10, n. 1, p. 21-25, 2009.
- SANT'ANNA, B., et al. **Conexões com a Física**. volume 3. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2013.
- TORRES, P. L.; IRALA, E.AF. **Aprendizagem colaborativa**: teoria e prática. Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: SENAR-PR, 2014. Disponível em: <[http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2\\_03\\_.pdf](http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_.pdf)> Acessado em: 24 de julho de 2017.

**APÊNDICE B**  
**QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**



### AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

1-Foram realizados 10 encontros com aulas diferenciadas. O que você achou da proposta didática para a aprendizagem de Eletrostática?

Ótimo( )      Bom( )      Regular( )      Ruim( )

2-Todas as atividades desta sequencia didática foram realizadas em grupos. O que você achou de trabalhar colaborativamente com sua equipe?

Ótimo( )      Bom( )      Regular( )      Ruim( )

3-Justifique sua resposta anterior:

---

4 – O trabalho em grupo fundamentado em um método de aprendizagem colaborativa promove o aluno à condição de corresponsável pela sua própria aprendizagem assim como pela aprendizagem do colega?Justifique:

---

5-Você considera a História da Ciência importante para a compreensão da Física?Por quê?

---

6-Qual das atividades foi mais interessante e houve maior aprendizado?

Vídeo com atividade pictórica( )  
Aula com utilização de slides( )  
Game quiz Kahoot ( )  
Apresentação de experimentos ( )  
Caracterizações de Cientistas da História da Eletricidade( )  
Criação do Blog com as atividades( )

7-Justifique sua resposta anterior:

---

8-Encontrou dificuldade em entender algum conceito DE ELETROSTÁTICA durante as aulas? Qual?

---

9-Apresentou alguma dificuldade para realizar o que o roteiro de montagem do experimento pedia para ser feito?

---

10-A atividade experimental ajudou na compreensão dos conteúdos abordados na aula teórica?

---

11-As caracterizações dos cientistas da História da Eletricidade, foram relevantes para a aprendizagem de Física? Justifique:

---

---

12- Houve dificuldades na criação do Blog? Quais?

---