



**JULIANA DA SILVA PINTO**

**PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA NO ESTUDO DE CIRCUITOS  
ELÉTRICOS RESISTIVOS POR MEIO DE  
ATIVIDADES EM GRUPOS COLABORATIVOS**

**LAVRAS – MG**

**2017**

**JULIANA DA SILVA PINTO**

**PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ESTUDO DE  
CIRCUITOS ELÉTRICOS RESISTIVOS POR MEIO DE ATIVIDADES  
EM GRUPOS COLABORATIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração em Física, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel  
Orientador

Prof. Dr. José Antônio Araújo Andrade  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pinto, Juliana da Silva.

Promovendo a alfabetização científica no estudo de circuitos  
elétricos resistivos por meio de atividades em grupos colaborativos /  
Juliana da Silva Pinto. - 2017.

147 p. : il.

Orientador: Antônio Marcelo Martins Maciel.

Coorientadores: José Antônio Araújo Andrade

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Metodologia de Ensino. 2. Processo de Colaboração. 3. Teoria de  
atividade. I. Maciel, Antônio Marcelo Martins. II. Andrade, José  
Antônio Araújo. III. Título.

**JULIANA DA SILVA PINTO**

**PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ESTUDO DE  
CIRCUITOS ELÉTRICOS RESISTIVOS POR MEIO DE ATIVIDADES  
EM GRUPOS COLABORATIVOS**

***PROMOTING SCIENTIFIC LITERACY IN THE STUDY OF RESISTANT  
ELECTRIC CIRCUITS BY ACTIVITIES IN COLLABORATIVE GROUPS***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração em Física, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 08 de Fevereiro de 2017.

Profª. Dra. Helena Libardi (UFLA)  
Prof. Dr. Joaquim Paulo da Silva (UFLA)  
Profª. Dra. Regina Simplício Carvalho (UFV)  
Prof. Dr. Ulisses Azevedo Leitão (UFLA)

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2017**

## DEDICO

Aos meus professores, pelo empenho e dedicação, fazendo com que as metas e os objetivos do curso fossem alcançados com louvor. As mudanças e transformações na minha prática de ensino representa para mim o sucesso desse trabalho.

Aos meus queridos alunos de terceiro ano, que estiveram comigo, durante todo o desenvolvimento dessa proposta didática, sem vocês nada disso seria possível. Vocês me mostraram que têm muito a oferecer, perceber isso fez com que novos objetivos fossem priorizados em minha vida.

Aos meus estimados companheiros de mestrado: Andressa, Ivaldo, Juliano, Lucas, Lúcio, Marlos e Raynel, por todas as contribuições, avaliações, discussões e colaborações que fizeram durante a escrita desse projeto. Vocês são pessoas fantásticas e sempre serão lembradas com muito carinho.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada, Senhor, buscar por Ti me fez encontrar nas pessoas e nas coisas ao meu redor, nos momentos de angústia e dificuldade, a força e energia necessária para não desistir.

Alexandre, amado marido, um muito obrigado apenas não seria suficiente para expressar toda a gratidão que tenho por você. Seu companheirismo, carinho e PACIÊNCIA, contribuíram com o vencimento de mais uma etapa em minha vida.

Isaac, meu querido filho, a sua alegria irradiante sempre tornou meus dias melhores, obrigada por transformar a minha vida.

Agradeço aos meus pais, que com seus ensinamentos e valores, direcionaram-me por um caminho de lutas, conquistas, perseverança e fé. Fé em Deus e em mim mesma. Obrigada, por sempre me apoiar e incentivar meu desenvolvimento.

Jane e Geo, obrigada pelo apoio incondicional. Amo vocês

Andressa, você é uma pessoa ímpar. Agradeço pelo apoio, o auxílio moradia (rs) e pelos momentos de descontração. Serei eternamente grata às ações que fez por mim, saiba que sempre poderá contar com a minha ajuda.

Querido Antônio Marcelo, mentor de todo esse processo, sua energia contagiante trouxe para minha vida novas perspectivas, transformando minha crença e valores no processo de ensino. Foi um prazer trabalhar com você, saiba que você sempre terá meu carinho, respeito e admiração.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

Conduziu-se, este trabalho, com o objetivo de identificar as potencialidades oferecidas pelos grupos colaborativos, no processo de ensino aprendizagem visando a promover a alfabetização científica. Sua fundamentação está na teoria de aprendizagem apresentada por Leontiev, um dos colaboradores da teoria sociointeracionista, e traz como proposta colocar o estudante em atividade num contexto significativo, estabelecido por meio da investigação, elaborações mentais e apropriações de conhecimentos. Buscando dentro dessa perspectiva, avaliar a atividade como uma manifestação da consciência, exigindo um conjunto de ações que leva o estudante a exercer a capacidade de planejar, analisar e executar. Para tanto, foi elaborada uma unidade didática composta por um conjunto de aulas para desenvolver os conceitos de eletricidade, mais especificamente os circuitos elétricos resistivos, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública. O desenvolvimento do trabalho a partir dos grupos de colaboração identificou vários fatores positivos, destacando-se as interações dialógicas entre estudantes e professor, evidenciando essa estratégia como uma proposta de ensino muito significativa na perspectiva da formação social e intelectual do estudante.

**Palavras-chave:** Grupos colaborativos. Alfabetização Científica. Teoria de Atividades. Eletricidade. Metodologias de Ensino.

## ABSTRACT

This work aims at identifying the potentials provided by the collaborative groups in the learning process in order to promote scientific alphabetization. It is fundamentally based on Leontiev's learning theory, one of the collaborators to the socio-interactionist theory, and it puts forward a proposal to engage learners actively in a meaningful context, established through research, mental elaborations and learning goals. Bearing this perspective in mind, it also aims to evaluate activities a awareness raising manifestations requiring from learners the skills to plan, analyze and execute any particular action plan. To that end, it was elaborated a didactic approach composed of a set of lessons for a third-year-secondary-school class of a public state school so as to develop the concepts of electricity, more specifically about the electrical resistive circuits. The project development took shape from the collaboration groups that identified several positive factors, highlighting the productive discussions between the learners and teacher, providing evidence that such approach to learning lent itself as a really significant teaching proposal taking into the account a learner's both social and intellectual formations.

**Key words:** Collaborative groups. Scientific Alphabetization. Theory of activities. Electricity. Teaching methodologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Confecção do letreiro. ....	55
Figura 2 -	Montagem da linha do tempo da história da eletricidade. ....	58
Figura 3 -	Materiais usados para a confecção do modelo mecânico: a) Dois tubos idênticos de acrílico. ....	68
Figura 4 -	Foto representando a situação inicial visualizada pela turma. ....	69
Figura 5 -	Atividade que relaciona o movimento de cargas com a diferença de potencial elétrico existente entre dois corpos carregados. ....	73
Figura 6 -	Atividade de eletrização por contato. ....	76
Figura 7 -	Resistores mecânicos construídos com miçangas de diferentes diâmetros. ....	79
Figura 8 -	Alunos identificando os bons e os maus condutores. ....	83
Figura 9 -	Tabela de dados apresentada pelo Grupo 5, contendo os objetos selecionados e os resultados de classificação dos materiais após a experimentação prática. ....	84
Figura 10 -	Modelo das camadas e orbitais desenhados no chão. ....	87
Figura 11 -	Representação dos núcleos dos elementos químicos, impressos em papel A4 e fixados na parede. ....	87
Figura 12 -	Representação dos resistores de 5mm, 10mm, 15mm e 20mm de espessura, respectivamente. ....	91
Figura 13 -	Gráficos traçados pelo grupo 7 (a), grupo 5(b) e grupo 1(c). A figura mostra a relação de proporcionalidade evidenciada pelos grupos ao analisarem a resistência elétrica, dado no eixo vertical, em função do comprimento dos resistores, dados no eixo horizontal. ....	95
Figura 14 -	Gráficos traçados pelo grupo 7 (a), grupo 5(b) e grupo 1(c). ....	95

Figura 15 - Resistência de chuveiro. ....	104
Figura 16 - Circuitos em série e em paralelo. ....	109
Figura 17 - Representações dos circuitos pelo grupo 1(A), grupo 3 (B ) e grupo 4 (C). ....	110
Figura 18 - Representações dos circuitos com associações mistas. ....	116
Figura 19 - A primeira figura mostra a representação do grupo 3 e a segunda a representação do grupo 6. ....	118
Figura 20 - Resposta dada pelo grupo 8. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 21 - Resolução do exercício quatro pelo grupo 5. ....	122
Figura 22 - Circuito misto com lâmpadas incandescente. ....	122
Figura 23 - Foto do circuito teste apresentado à turma. ....	124
Figura 24 - Foto dos dados apresentados aos alunos. ....	128
Figura 25 - Expressões para Potência Elétrica. ....	131

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre o ensino tradicional e o comparativo.....	28
Quadro 2 - Planejamento do Primeiro Momento.....	38
Quadro 3 - Planejamento do Terceiro Momento .....	40
Quadro 4 - Planejamento do Quarto Momento.....	41
Quadro 5 - Planejamento do Quinto Momento.....	42
Quadro 6 - Planejamento do Sexto Momento.....	43
Quadro 7 - Planejamento para o Sexto Momento.....	44
Quadro 8 - Planejamento para o Sétimo Momento .....	46
Quadro 9 - Categorias de respostas do questionamento sobre a visualização dos vídeos. ....	59
Quadro 10 - Ações citadas pelos alunos como sendo importantes para um bom desempenho de uma atividade.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Repostas apresentadas. ....	70
Tabela 2 -	Hipóteses apresentadas pelos grupos. ....	70
Tabela 3 -	Categorias.....	72
Tabela 4 -	Categorias.....	74
Tabela 5 -	Dados experimentais obtidos para o fluxo de água. ....	77
Tabela 6 -	Dados experimentais obtidos.....	80
Tabela 7 -	Categorias.....	85
Tabela 8 -	Amostragem de elaborações conceituais de corrente elétrica apresentadas pelos grupos. ....	100
Tabela 9 -	Amostragem de repostadas sobre o questionamento (a). ....	100
Tabela 10 -	Amostragem de repostadas sobre o questionamento (b). ....	101
Tabela 11 -	Amostragem de repostadas sobre o questionamento (c). ....	102
Tabela 12 -	Relações estabelecidas pelos grupos entre a corrente e a resistência elétrica e entre a resistência elétrica com o comprimento e a espessura do filamento da lâmpada. ....	103
Tabela 13 -	Elaborações apresentadas pelos grupos que tiveram dificuldades em relacionar corretamente a dependência entre corrente elétrica e resistência elétrica.....	104
Tabela 14 -	Amostragem de respostas elaboradas com a discussão da resistência elétrica do chuveiro. ....	105
Tabela 15 -	Amostragem da análise das características estruturais do circuito em série e do circuito em paralelo feita pelos grupos. ...	111
Tabela 16 -	Hipóteses dos grupos a respeito do comportamento da corrente elétrica ( associação com o brilho da lâmpada) no circuito com as lâmpadas associadas em série e com a associação em paralelo. ....	112

Tabela 17 - Representação dos resultados discutidos em sala de aula. Ressaltando que foram consideradas lâmpadas idênticas e que cada circuito foi submetido a uma mesma voltagem total. ....	114
Tabela 18 - Amostragem das respostas obtidas sobre o comportamento de lâmpadas associadas em série quando uma queima ou é retiradas do circuito. ....	116
Tabela 19 - Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos ao analisarem o circuito misto. ....	117
Tabela 20 - Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos ao analisarem o comportamento da corrente elétrica no circuito misto. ....	119
Tabela 21 – Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos que tiveram dificuldade em relacionar corretamente os conceitos físicos. ....	120
Tabela 22 - Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos ao analisarem a diferença de potencial em cada resistor dos circuitos. ....	121
Tabela 23 - Análise do grupos das grandezas físicas através das unidades de medidas. ....	129
Tabela 24 - Análise dos grupos comparando a potencia das lâmpadas no circuito em paralelo. ....	129
Tabela 25 - Análise dos grupos ao relacionar potência e resistência elétrica. ....	130
Tabela 26 - Análise dos grupos de lâmpadas com potencias diferentes associadas em série. ....	130
Tabela 27 - Categorias de aparelhos elétricos discriminados com o consumo alto. ....	133

Tabela 28 - Categorias de aparelhos elétricos discriminados com o consumo baixo.....	134
Tabela 29 - Atitudes citadas pelos grupos para a economia de energia. ....	134
Tabela 30 - Relações estabelecidas pelos grupos em debate sobre as vantagens e desvantagens de se investir atualmente na energia solar. ....	136

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
2	OBJETIVOS .....	19
2.1	Objetivo geral .....	19
2.2	Objetivos específicos .....	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	21
3.1	Alfabetização Científica .....	21
3.2	O papel da Atividade dentro do Processo de Ensino Aprendizagem .....	23
3.3	Estratégias contempladas pela Unidade Didática .....	29
4	METODOLOGIA .....	35
4.1	Metodologia da Unidade Didática .....	35
4.2	Metodologia de pesquisa .....	47
5	DESCRIÇÃO E ANÁLISE.....	51
5.1	Primeiro Momento – História da Eletricidade.....	52
5.1.1	Análise – Primeiro momento .....	63
5.2	Segundo momento .....	64
5.2.1	Análise – Segundo momento .....	80
5.3	Terceiro momento: Testando a condutividade dos materiais .....	82
5.3.1	Análise – Terceiro momento.....	88
5.4	Quarto Momento .....	90
5.4.1	Análise - Quarto momento .....	97
5.5	Quinto Momento - Aplicando os conceitos .....	98
5.5.1	Análise – Quinto momento.....	106
5.6	Sexto momento.....	107
5.6.1	Análise – Sexto Momento .....	126
5.7	Sétimo Momento .....	127
5.7.1	Análise – Sétimo Momento .....	136
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	139
	REFERÊNCIAS.....	145

## 1 INTRODUÇÃO

Para que estudar Física? Esse tipo de questionamento é frequentemente feito por alunos que não simpatizam com a disciplina. Como professora que atua na rede pública de ensino há quase dez anos, percebo que existe um número expressivo de alunos que julgam a Física como uma ciência complexa, de difícil entendimento e desnecessária na formação básica, por acreditarem se tratar de conceitos irrelevantes para o dia a dia.

Para nós, professores de Física, ouvir dizer que a Física é desnecessária soa como “heresia”, afinal ela é uma ciência que fez e faz parte da história da evolução da humanidade. A compreensão de seus conceitos nos faz olhar para o passado de forma diferente, buscando por respostas que orientem ações, permitindo agir de forma mais ativa em nosso presente, gerando perspectivas de um futuro promissor.

Um dos objetivos para o ensino da disciplina no ensino básico seria garantir acesso a conhecimentos que ajudassem os estudantes a compreender parte do mundo que os cerca. Hoje em dia, é fácil observar como as pesquisas científicas e tecnológicas, vêm determinando o ritmo e o desenvolvimento socioeconômico, influenciando diretamente nos novos conceitos de qualidade de vida, imprescindível no mundo contemporâneo.

A capacidade do aluno de compreender contextos socioculturais aumenta quando ele compreende como o conhecimento científico se desenvolveu e como esse conhecimento é utilizado pela tecnologia. (MINAS GERAIS, 2007, p. 17).

Esses avanços tecnológicos, sem dúvida nenhuma, já fazem parte do cenário social. Portanto, ter acesso ao conhecimento científico e compreendê-lo, é preparar o aluno para acompanhar a cultura de seu próprio tempo.

A dúvida é, até que ponto a escola está conseguindo desenvolver essa percepção com os estudantes?

De acordo com as orientações contidas no Currículo Básico Comum (CBC) do estado de Minas Gerais,

[...] os conteúdos são tratados de forma excessivamente abstrata e distante da realidade do aluno, baseando-se na mera transmissão de informações. Com isso, não se tem dado a devida atenção ao papel que a imaginação, a criatividade e a crítica cumprem na produção do conhecimento científico. (MINAS GERAIS, 2007, p. 13).

Como resultado dessa realidade, entre outras, é possível observar dentro do contexto escolar um número muito grande de alunos evadidos, desinteressados e descomprometidos com o ensino, influenciando diretamente na aprendizagem.

Pensando nessa problemática e buscando propostas que contribuam com a mudança dessa realidade, o trabalho reúne um grupo de atividades que busca integrar o aluno ao processo de construção do conhecimento, no qual ele deixa de ser um mero expectador e passa a ser agente ativo dentro da própria formação. O processo de ensino aprendizagem deixa de ser unilateral, focado na figura do professor como única fonte de conhecimento dentro da sala de aula, para ser multilateral, formado por uma rede de comunicação criada pelo uso da interação entre alunos e professor. A presença do professor é fundamental, pois ele é o responsável pela mediação de todo o processo, incentivando e orientando a produção do aluno.

Para a inserção nesse atual mundo dinâmico, é necessário que as pessoas se submetam a um processo constante de desenvolvimento intelectual e social. As relações estabelecidas com o meio em que está inserido, com a sociedade, são fundamentais na formação de um cidadão. Buscando por uma metodologia que pudesse incorporar essa perspectiva, e que favorecesse a construção intelectual e social, desenvolvendo o senso crítico, o raciocínio lógico, a criatividade e as relações inter e intrapessoal, a pesquisa buscou avaliar as potencialidades

trazidas pelo trabalho em grupo, focando na colaboração como um recurso facilitador dentro do processo de ensino aprendizagem.

Para Laver e Wenger (2002 apud DAMIANI, 2008, p. 217),

[...] é pelo engajamento em atividades cotidianas, desenvolvidas em seu grupo de trabalho, que ocorre a produção, transformação e mudança na identidade das pessoas, em seu conhecimento e em suas habilidades práticas.

Considerando o conceito apresentado para o processo ensino aprendizagem, neste projeto de pesquisa, busca-se analisar a seguinte problemática: Quais são as potencialidades que os grupos colaborativos podem oferecer para o desenvolvimento da alfabetização científica de estudantes?

Objetivando o desenvolvimento de competências e habilidades que favoreça alfabetização científica, as atividades incorporadas ao projeto buscam favorecer a construção do conhecimento, pautadas na interpretação de fenômenos físicos e sua inserção em nosso cotidiano. Procurando estabelecer relações de significação com os alunos, abordando o contexto histórico cultural.

As diversas metodologias que essas atividades, podem incorporar, criam um ambiente muito favorável à construção do conhecimento. Segundo Damiani (2008), pesquisas evidenciam que os grupos colaborativos proporcionam um aumento na motivação e de aprendizagens com significados que se ampliam além do contexto escolar. Além de promover a interação entre os alunos, a troca de informações, o desenvolvimento do espírito crítico, a superação de dificuldades, desenvolve a autoconfiança e estimula o sentimento cooperativo.

As sessões que se seguem irão discutir de forma detalhada os objetivos, o embasamento teórico e a metodologia e estratégias escolhidas para o desenvolvimento do trabalho. Na sequência, segue a descrição categorizada dos registros de análise dessa pesquisa. Os resultados encontram-se divididos em sete momentos e ao final de cada momento os objetivos alcançados em cada etapa.

Como análise, optamos por discutir os objetivos específicos ao final de cada momento, usando as considerações finais para relacionar esses objetivos com o objetivo geral da pesquisa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Investigar as potencialidades das atividades colaborativas no processo ensino aprendizagem na perspectiva da alfabetização científica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Promover o ensino de Física contextualizado e significativo;
- b) Analisar o potencial das atividades colaborativas no processo de ensino aprendizagem;
- c) Investigar como se estabelece a interação social, por meio das discussões em grupo e das atividades colaborativas;
- d) Promover a investigação científica, por meio da problematização, elaboração de hipóteses, fundamentação e compreensão conceitual;
- e) Analisar concepções desenvolvidas pelo aluno, para transpor o conhecimento teórico;
- f) Ampliar o conhecimento do aluno em ciência e tecnologia



### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Alfabetização Científica

Ser alfabetizado cientificamente é desenvolver competências que permitam os alunos interpretar o mundo que o cerca, de forma esclarecida, interventiva e autoconfiante e poder participar criativamente na sua própria evolução e na dos outros (SÁ, 2015).

Segundo Chassot (2003, p. 99), a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiem uma educação mais comprometida, pois busca:

Contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Em leitura das diretrizes Curriculares do ensino de Física, o CBC - Conteúdo Básico Comum - da Secretaria de Ensino de Minas Gerais é possível identificar a ênfase dada à alfabetização científica quando se propõe:

[...] o currículo como espaço de desenvolvimento de competências cognitivas, competências práticas e competências sociais que todo cidadão deve ter. Tais competências estão associadas à capacidade de descrever e interpretar a realidade, de planejar ações e de agir sobre o real. Se de fato almejamos contribuir para a formação geral de todo cidadão, devemos construir um currículo capaz de abarcar uma gama mais ampla de interesses e de estilos de aprendizagem. (MINAS GERAIS, 2006, p. 16).

Inserir um cenário científico, moldado a partir da própria vivência do aluno, materializando os conceitos a serem trabalhados, é fundamental para contextualizar o conhecimento científico. Problematizações podem ser criadas pelo professor de modo que, na busca por repostas, o aluno amplie sua compreensão

de mundo, por meio da investigação, levantamento de hipóteses, aplicações, análise de causas e consequências. É importante que o aluno internalize um conhecimento estruturado e significativo.

Segundo Moraes, (1995 apud Lorezetti, 2000, p. 20-21), cita dez princípios básicos que devem ser considerados no ensino de Ciências:

1. O conhecimento e o desenvolvimento intelectual do aluno se constroem, através da sua capacidade de explorar o ambiente/realidade que a cerca.
2. A função do professor deve ser o de facilitador da aprendizagem, criando condições para a construção do conhecimento.
3. A construção do conhecimento se dá, através de atividades que priorizem a observação e a experimentação, levando o aluno a descobrir resultados, sempre partindo de sua realidade e de seus interesses.
4. É fundamental partir da realidade das crianças, sempre levando em consideração os conhecimentos já existentes para, a partir destes, construir os novos conhecimentos.
5. A experimentação é uma atividade que, além de propiciar a aquisição de conhecimentos, oportuniza o desenvolvimento das habilidades e atitudes científicas.
6. Os conteúdos do ensino de Ciências também devem partir da realidade dos alunos, fazendo-se sempre uma ligação entre aquilo que se está aprendendo com a aplicação na vida diária dos alunos.
7. Uma constante inter-relação entre o ensino de Ciências e demais disciplinas torna-se vital. Também nas aulas de Ciências deve-se priorizar a reflexão, a comunicação oral e a escrita, entre outras.
8. O professor precisa estar sempre predisposto a aprender junto com os alunos.
9. A leitura do mundo também se faz presente no ensino de Ciências. Através da observação, da construção de con-

ceitos e da aquisição de habilidades de pensamento, o aluno desenvolve a capacidade de solucionar problemas.

10. O ensino de Ciências deve proporcionar uma compreensão ampla do mundo e da realidade, contribuindo de maneira efetiva para que o aluno se tome sujeito de sua própria história.

Conceber um plano de ensino para ciências, desconsiderando qualquer tipo de aspectos sociais e/ou pessoais da vida dos estudantes, é se limitar a um estudo conteudista, isentado de significados transformam a apropriação do saber. Um conteúdo contextualizado envolve mais o cotidiano do aluno, pois traz a possibilidade de incorporar conceitos que podem ser percebidos como sendo muito abstratos separadamente. Na visão de Chassot (2003), a ciência é concebida como uma linguagem que codifica a natureza, a alfabetização científica seria trabalhar com a capacitação dos alunos para interpretar esses códigos.

Privilegiar ações que favoreçam o desenvolvimento da alfabetização científica é um dos objetivos deste trabalho. Para isso, foi selecionado um conjunto de atividades, envolvendo ações que consistem em observar, discutir, elaborar, formular e contextualizar, estruturadas nos grupos colaborativos como metodologia de aprendizagem. Tais atividades priorizam a construção de novos significados a partir da interação entre os alunos e dos alunos com o objeto de estudo. Pretende-se com os grupos colaborativos promover o desenvolvimento a partir do compartilhamento de conhecimentos, fornecendo subsídios para a compreensão de fenômenos físicos, ambientais e sociais fomentado pelo conhecimento científico, sob mediação e orientação do professor.

### **3.2. O papel da Atividade dentro do Processo de Ensino Aprendizagem**

No que se refere ao processo de ensino aprendizagem, é fato a importância que é dada ao desenvolvimento educacional, por meio de organização de

atividade. A diversidade de ações incorporadas em atividades, tornam-as indispensáveis em qualquer processo que implique em aprendizado.

De acordo com Núñez e Vygotsky (2009, p. 68):

A atividade de aprendizagem tem como objeto a natureza, a sociedade, o homem ou a própria personalidade do sujeito que aprende. É considerada uma atividade porque se destina a satisfazer necessidades cognitivas do aluno.

A metodologia de aprendizagem, idealizada por Leontiev, defende a ideia de que a atividade real insere o sujeito no mundo real, tornando-se vital para a interiorização dos conceitos. Dentro dessa perspectiva, a atividade de aprendizagem também é sinônima de desenvolvimento individual, social e cultural. O intelecto é representado pelo desenvolvimento da consciência, ação que permite a comunicação entre o mundo interiorizado do sujeito e o mundo externo, no qual ele está inserido. A atividade é uma manifestação da consciência, exigindo um conjunto de ações que leva o aluno a exercer a capacidade de planejar, analisar e executar. Essas ações são potencialmente transformadoras dentro do processo formativo e regulador pois:

A atividade consciente do homem é mediada pelo coletivo: durante sua realização, o sujeito considera as posições dos outros membros no coletivo e a sua posição nesse coletivo. (NÚÑEZ; VYGOTSKY, 2009, p. 66).

De acordo com o mesmo autor a atividade pode ser:

- a) Reprodutora: quando o conhecimento é reproduzido de forma ativa, embasado no conhecimento e experiência desenvolvidos em comunidade. Essa etapa é importante por se tratar na base da atividade produtiva.
- b) Produtiva: o conhecimento assimilado é usado para transformar o objeto de estudo.

- c) Criativa: produção de novos objetivos obtidos da transformação da atividade.

Esses três tipos de atividades atuam em conjunto, relacionando-se de modo a favorecer a construção de um conhecimento efetivo. Para Núñez e Vygotsky (2009, p. 70):

A aprendizagem é considerada em termos das ações que o aluno realiza como objeto de estudo para sua transformação em produto, em um contexto social. Fora das relações sociais, da vida, da sociedade, a atividade humana não existe.

Segundo Libâneo e Freitas (2006, p. 4), a teoria da atividade apresentada por Leontiev apresenta duas ideias chaves:

- 1) A atividade representa a ação humana que mediatiza a relação entre o homem, sujeito da atividade, e os objetos da realidade, dando a configuração da natureza humana;
- 2) O desenvolvimento da atividade psíquica, isto é, dos processos psicológicos superiores, tem sua origem nas relações sociais do indivíduo em seu contexto social e cultural.

Na concepção histórico-cultural, a atividade representa o meio pelo qual o sujeito se relaciona com o mundo. A construção do conhecimento ocorre quando somos colocados em contato com o objeto e/ou fenômeno de estudo. As relações que são estabelecidas entre sujeito e objeto, objeto e mundo fortalecem a apropriação do conhecimento.

Vários educadores e pesquisadores apontam a interação como uma ferramenta de potencial dentro do processo ensino aprendizagem. A própria logística do processo de formação educacional hoje nas salas de aula favorece a interação entre os alunos. De acordo com Núñez (2009, p.88):

A formação de conceitos sistematizados na escola é um processo (atividade) social, mediado e culturalmente contextua-

lizado. Apropriar-se de conceitos significa apropriar-se dos tipos de atividades nos quais esses conceitos entram e se orientam para o desenvolvimento integral da personalidade do aluno.

Pensando numa formação integrativa do aluno, focando tanto o cognitivo quanto o social, as atividades de aprendizagem foram desenvolvidas a partir da perspectiva colaborativa. Esse conjunto de atividades estrutura de unidade didática desenvolvida como produto desse trabalho.

As atividades colaborativas fundem as atividades de aprendizagem de Leontiev, por se tratar de atividades que consideram a relação sujeito e meio, como parte fundamental da promoção do conhecimento, no que se refere esse trabalho, o desenvolvimento cognitivo do aluno em prol da alfabetização científica.

Campos (2003 apud LOPES, 2007, p. 37) define a atividade colaborativa como:

uma técnica ou proposta pedagógica na qual, estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, com o objetivo de adquirir conhecimento sobre um dado objeto.

O processo colaborativo como metodologia de ensino desenvolve-se por meio de trabalho em grupo e pela troca entre os pares. As pessoas envolvidas no processo aprendem juntas.

Dentro desse processo, o professor assume o papel de mediador, integrando o processo de ensino e aprendizagem, usando a interação para desenvolver um aprendizado consciente, por meio do uso da consciência, definindo o seu espaço como ser social, vivendo em sociedade partindo dos conhecimentos prévios dos alunos, quando o aluno busca na colaboração, interação e comunicação, desenvolver individualmente e coletivamente.

Laister e Kober (2006 apud TORRES, 2014, p. 341) apontam alguns motivos para a aprendizagem colaborativa (AC) apresentar-se como uma metodologia de ensino bem-sucedida. Destacam-se:

- A eficácia da aprendizagem tanto em curto prazo, com relação ao aprendizado do assunto proposto, quanto da aprendizagem em longo prazo;
- a eficácia do desenvolvimento das habilidades cognitivas e de autoestima;
- comparada a situações de aprendizagem individual ou de simples trabalho de grupo, a aprendizagem colaborativa promove um nível mais elevado de desempenho dos alunos, aumenta sua habilidade de resolução de problemas e auxilia no desenvolvimento de traços positivos de personalidade;
- a aprendizagem colaborativa habilita o sujeito para viver de forma mais autônoma e mais colaborativa.

Coll Salvador (1994) e Colaço (2004), citados por Damiani (2008, p. 222), reforçam as contribuições significativas que essa metodologia de ensino que desenvolve:

1. Socialização (o que inclui aprendizagem de modalidades comunicacionais e de convivência), controle dos impulsos agressivos, adaptação às normas estabelecidas (incluindo a aprendizagem relativa ao desempenho de papéis sociais) e superação do egocentrismo (por meio da relativização progressiva do ponto de vista próprio);
2. Aquisição de aptidões e habilidades (incluindo melhoras no rendimento escolar); e
3. Aumento do nível de aspiração escolar.

As ações desenvolvidas dentro de um trabalho colaborativo vão além de um simples trabalho em grupo. O processo metodológico busca envolver e integrar o aluno ao processo de ensino aprendizagem, por meio do grupo.

O livro *Blueprint for interactive classroom* sobre sala de aulas interativas faz a seguinte comparação (VANBUEL, 1988 apud TORRES, 2007, p. 340).

Quadro 1 - Relação<sup>1</sup> entre o ensino tradicional e o comparativo.

CARACTERÍSTICA DO PROCESSO DIDÁTICA DO ENSINO TRADICIONAL	CARACTERÍSTICA DO PROCESSO DIDÁTICA DO ENSINO COLABORATIVO
O professor é responsável pela aprendizagem.	O aluno é responsável pela aprendizagem
O ensino é um processo de instrução.	O ensino é um processo de construção.
Os alunos são passivos.	Os alunos são ativos
O professor instrui e dá aulas expositivas.	O professor facilita e aconselha (o professor atua como um tutor).
O aluno trabalha apenas com material escrito, gravado ao televisionada.	O aluno tem possibilidade de ter acesso a um número muito grande de informações, por meio de novas tecnologias educacionais.
O aluno recebe informações.	O aluno é uma pessoa criativa que resolve problemas e usa informações.
Projetos e conquistas individuais.	Trabalhos colaborativos.

Tais propostas trazem intrinsecamente concepções sobre o processo de ensino e a natureza do conhecimento. A didática do ensino colaborativo reforça um conhecimento construído socialmente, pela interação entre pessoas e não pela simples transferência de conceitos. Dentro do processo tradicional de ensino, o professor representa a principal fonte de conhecimento e o aluno receptor.

<sup>1</sup> Fonte: Vanbuel, 1988 apud Torres, 2007, p. 340.

Ao professor não basta apenas colocar, de forma desordenada, os alunos em grupo, deve sim criar situações de aprendizagem em que possam ocorrer trocas significativas entre os alunos e entre estes e o professor. Existem diversas formas de trabalhos que contemplam o desenvolvimento da atividade colaborativa: debates, resolução de problemas, atividades investigativas, práticas experimentais, criação de modelos, entre outros. O planejamento dessas atividades em uma estrutura organizacional de objetivos a serem desenvolvidos é importante para garantir o sucesso do aluno na construção de modelos e interpretações necessárias para que ele consiga apropriar e assimilar conteúdo à realidade.

### **3.3. Estratégias contempladas pela Unidade Didática**

**Abordagem histórica:** a abordagem histórica foi escolhida para introduzir a unidade didática. Nessa atividade, o tema Eletricidade é apresentado de uma forma geral, correlacionando seu desenvolvimento pela sociedade e na sociedade. O contexto apresentado estabelece um elo entre o social, cultural e científico. O aluno, a partir dessa atividade passa a ter acesso a informações do processo “fazer ciências”, acompanhando as dificuldades, sucessos, fracassos, polêmicas e dilemas enfrentados pelos cientistas. Segundo Matthews (1995, p. 172) o uso dessa estratégia de ensino:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

**Debate:** O debate constitui-se de uma atividade desenvolvida por um processo colaborativo. As argumentações e concepções apresentadas pelo coletivo contribuem com uma formação mais ampla, enriquecida de conhecimentos individuais. Contribui com a formação crítica e seletiva dos alunos, exercendo e estimulando sua capacidade de argumentar, oralidade, seu posicionamento perante a comunidade escolar. Reservar um momento que valoriza a fala dos alunos contribui não apenas para a apropriação da linguagem, também fornecem elementos de análise de como acontece esse processo (ALTARUGIO; DINIZ; LOCATELLI, 2010).

**Modelos:** Acreditando que a linguagem metafórica e analógica é uma forma de raciocínio inerente ao ser humano (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002), a criação de modelos pode ser uma ferramenta útil no processo de abstração dos conceitos físicos. Para Pietrocola (1999) o mundo cotidiano é um mundo bem mais material que abstrato e que grande parte do desenvolvimento humano se dá pela interação com esse mundo material. Segundo ele, a Física representa uma “forma coletiva e organizada de produzir representações coerentes sobre do mundo Físico” (PIETROCOLA, 1999, p. 16). A construção desse modelo busca associar uma realidade física a uma realidade cotidiana do aluno. Por se tratar da construção do saber científico, busca-se, por meio da representação, viabilizar o processo de comunicação do mundo científico e o mundo contemporâneo do aluno, favorecendo a construção do conceitual usando o material.

**Atividades experimentais:** A opção pelas atividades experimentais inclui a versatilidade de abordagens assumidas em seu desenvolvimento. Dentre elas, destacam-se o caráter investigativo, demonstrativo, ilustrativo e comprovativo. Por meio dessa atividade, busca-se favorecer ações, posturas e atitudes que favoreçam o desenvolvimento do conhecimento científico e sua correlação com

o mundo real. Cabe ressaltar que grande parte das propostas no desenvolvimento do trabalho baseia-se na utilização de equipamentos e materiais de baixo custo e fácil aquisição, tornando acessível o seu emprego e adaptação mesmo em escolas que não disponham de laboratórios estruturados. As experimentações acabam instigando mais a curiosidade do aluno, estimulando o interesse e a participação mais ativa do aluno. Dentro desse contexto busca-se favorecer a construção de:

Um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência. (ARAÚJO; SANTOS ABIB, 2003, p. 191).

**Resolução de problemas:** Nesse processo, os alunos são confrontados com problemas abertos, buscando gerar discussões de caráter qualitativa, centradas em aspectos cognitivos relacionados ao conteúdo de Física trabalhado. As atividades foram desenvolvidas em grupos, para que a interação potencializasse ações comportamentais, como a capacidade de reflexão, argumentação, abstração, transposição de conhecimento, generalização e senso crítico.

O desenvolvimento das atividades dentro do grupo colaborativo é responsabilidade de todos, no qual todos os integrantes são igualmente importantes. Os alunos são conscientizados de que o progresso individual representa o progresso do grupo. As dificuldades individuais podem ser percebidas pelo aluno como um obstáculo a ser superado pela força e diversidade de habilidades presente em um grupo. Portanto, os alunos precisam perceber o grupo como um empreendimento colaborativo, investindo na participação, interação, mantendo o respeito mútuo para que todos sejam incluídos no processo de construção do conhecimento.

As atividades selecionadas abordaram os conceitos que estruturam a Eletricidade. Esse constitui parte da grade curricular da etapa final do ensino

médio. Sendo assim, foi escolhida uma turma de terceiro ano do ensino médio para o desenvolvimento do trabalho. A escolha desse tema associa-se ao fato de se tratar de assunto bem presente no dia a dia do aluno, facilitando as contextualizações, por meio das aplicações e significações.

A relevância desse tema pode ser constatada, por inúmeros trabalhos apresentados na área. Como referência foi feita uma pesquisa na literatura, buscando por trabalhos que adotaram como metodológica os grupos colaborativos. Usando essa filtragem, o número cai significativamente, citando alguns trabalhos encontra-se:

Teixeira e outros (2015) relatam a experiência obtida após o trabalho colaborativo feito entre professores de Física do ensino básico, alunos do curso de licenciatura e professores do curso de formação de licenciatura em física. O trabalho conjunto resultou em uma sequência de atividades experimentais de caráter demonstrativo das linhas do campo elétrico. Objetivou-se, com este trabalho contribuir para a *formação de um professor-reflexivo, ou seja, um professor que investiga sua prática em sala de aula e reflete sobre suas ações*. Na conclusão do trabalho, o processo colaborativo foi julgado como importante para a construção de saberes necessários para a docência e desenvolvimento de habilidades técnicas.

Lima (2016) usa o grupo colaborativo, formado por alunos universitários, na resolução de problemas ricos em contextos. Neste trabalho, cada integrante do grupo assume funções definidas previamente. Concluindo a investigação, a aprendizagem colaborativa gerou bons resultados, pois os discentes se mostraram conscientes da importância de participar e envolver na resolução dos problemas. Além de destacar a aprendizagem com colegas de classe, compartilhando ideias e, dessa forma, facilitando a interpretação do problema.

O trabalho desenvolvido por Costa (2013) aborda o tema eletricidade e circuitos elétricos. A estrutura de organização dos conceitos é bem semelhante à

proposta pelos livros didáticos de Física. A metodologia consiste comparar atividade, abordando o mesmo conceito, por meio de duas perceptivas, o uso pedagógico de software educacionais de simulação e modelagem de circuitos de resistores elétricos, PhET e Crocodile e a prática de experimentação de bancada. As atividades são desenvolvidas por meio dos grupos colaborativos, usando a fundamentação de Ausubel e seus colaboradores. A análise de dados revela que as atividades promovem a integração do grupo, embora alguns momentos os alunos apresentem dificuldades em expressar suas concepções e argumentações.

O atual trabalho também busca analisar as potencialidades dos grupos colaborativos, usando atividades na perspectiva de Leontiev que afirma que o processo de interiorização do conhecimento se dá pelo relacionamento entre sujeito e objeto, sendo as atividades a representação de um conjunto de ações adotadas nesse processo. Dentro dessa proposta, buscamos desenvolver uma consciência social e cognitiva, por meio do desenvolvimento do conhecimento científico, tendo como objetivo educacional a alfabetização científica.



## 4 METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido na escola Estadual Doutor Garcia de Lima, em São João del Rei. A pesquisa foi feita com uma turma de terceiro ano do ensino médio (3º3), contendo, inicialmente, trinta e sete alunos. O fator decisivo para a escolha dessa turma foi à disposição de horário das aulas de Física. Essa medida foi adotada, pensando nos registros documentais<sup>2</sup> do processo, após o término das aulas nesta turma, o professor podia contar com um tempo livre para anotações mais detalhadas do desenvolvimento do processo. O registro durante a aplicação das atividades foi bastante complicado, em razão de o A escrita detalhada no diário de campo era feita sempre após a aplicação de cada aula. Situações específicas eram sempre registradas rapidamente, durante o processo com o objetivo de acrescentar detalhes de falas, ações, comportamento e relacionamentos entre os grupos e nos grupos.

### 4.1 Metodologia da Unidade Didática

Objetivou-se, nesta pesquisa, analisar a forma como os grupos colaborativos favorecem a aprendizagem que vai ao encontro da alfabetização científica. Para tanto, buscou-se uma unificação entre o meio social, científico e os conceitos físicos, tomando como cenários dessa fusão o dia a dia do aluno.

Pensando em como inserir a Física em um contexto motivador para a relação ensino aprendizagem, usando como norte uma significação e contextualização com o cotidiano. Escolhemos, como tema de ensino, a Eletricidade. Acreditando se tratar de tema relevante aos dias atuais, dando margem a diversas abordagens pedagógicas.

Buscou-se selecionar estratégias de ensino que contemplassem ações importantes para o desenvolvimento desse processo: a interação, abstração de

---

2

Diário de Campo

conceitos, inferências com cotidiano, senso crítico, a liderança, argumentação e a persuasão.

Inspirado na estrutura de unidade didática idealizada por Morrison (1931 apud DAMIS, 2006, p.118) o trabalho prioriza “as experiências vividas pelo estudante” e conteúdos de aprendizagem “constituídos em uma totalidade coerentes de conteúdos a serem aprendidos”.

Sendo assim, a unidade didática se constitui de sete momentos, cuidadosamente organizados, de modo a oferecer uma estrutura de ensino progressiva e complementar. Dito que nem sempre a construção do conhecimento ocorre de forma linear, é possível reorganizar a sequência de momentos sem perder o caráter complementar, isso depende do nível de intimidade que cada professor possui com o tema. É importante ressaltar que o processo metodológico de ensino prioriza a construção do conhecimento de forma integrada e coesa, tomando o cuidado de não transformá-lo em um conjunto de conceitos fragmentados.

A organização intrínseca do conteúdo segue a orientação de Morrison, buscando favorecer a adaptação da personalidade do aluno. Damis (2006, p. 118) traduz esse processo como sendo:

Condições que ajudam o aluno a desenvolver atividades para assimilar conteúdos úteis para a vida social, e na aprendizagem que significa desenvolver uma atitude interna correspondente à inteligência e a compreensão do objeto de estudo, vivenciada por meio de um conjunto de experiências.

Entre outras interpretações, dentro da ciência a adaptação representa o “entendimento e a compreensão do conhecimento” (DAMIS, 2006, p. 121). Segundo a mesma autora, existem características específicas de organização de ensino que identificam a técnica de Morrison sendo elas:

- a. A disposição do conteúdo em unidades coloca o aluno em contato com o todo antes de iniciar o estudo das partes ou subunidades;

- b. As atividades programadas nas etapas de exploração e assimilação ocupam os alunos em atividade de coletas, organização e análise de dados.
- c. Após o estudo analítico das partes, o conhecimento é sempre integrado na elaboração de síntese final do que foi aprendido.

Como caráter estruturante da unidade didática, a proposta de Morrison articula estratégias de ensino que vão ao encontro do idealizado por esta pesquisa, de modo a incorporar, de forma quase que complementar, os grupos colaborativos, dando possibilidades de explorar a alfabetização científica dentro do processo.

Todo o desenvolvimento da unidade didática baseia-se nos grupos colaborativos como metodologia. Os procedimentos adotados investem no caráter investigativo para potencializar a interação entre os grupos e estimular o raciocínio lógico de modo a favorecer a alfabetização científica. Durante todo o desenvolvimento da unidade didática, a formação inicial dos grupos foi mantida. Esse procedimento teve como objetivo analisar as relações estabelecidas pelos integrantes dos grupos numa perceptiva evolutivas das atividades desenvolvidas.

A apresentação, a seguir, destaca os objetivos e estratégias relacionados aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que consistem nos objetivos a ser alcançados e constarão do processo de análise dos resultados.

## Quadro 2 – Planejamento do Primeiro Momento

(Continua)

<b>Primeiro Momento: Contando a História da Eletricidade (3 aulas)</b>	
Conteúdo	História da Eletricidade
Recursos Didáticos.	Impresso, feito pelos grupos. Cartolina Pincel Fita adesiva Vídeos
Objetivos	Estabelecer relações de socialização. Interagir com o grupo buscando assumir responsabilidades e compromissos com o desenvolvimento da tarefa. Desenvolver a capacidade de se expressar em público. Reconhecer a ciência como um processo em construção sujeita a debates, controvérsias e aberta a modificações. Relacionar aspectos culturais, sociais e pessoais que influenciaram no desenvolvimento científico e tecnológico. Identificar fatores decisivos para o estudo desses conceitos na Física e sua contribuição nos dias atuais.
Metodologia	A aula traz como proposta a construção da linha do tempo da História da Eletricidade, enfatizando as principais ideias e descobertas que favoreceram a evolução dos conceitos.  O professor selecionou previamente marcos ao longo da história que contribuíram com a evolução dos conceitos. Os marcos foram referenciados aos nomes de cientistas que ajudaram nas formalizações dos conceitos da eletricidade. A turma foi dividida em grupos, e cada grupo sorteou e pesquisou a respeito de dois cientistas. Foi reservado um espaço na sala (parede) para a montagem da linha do tempo. Na proposta, usamos E.V.A azul, para confeccionar um letreiro com os dizeres “HISTÓRIA DA ELETRICIDADE” para introduzir a linha do tempo. Os grupos tiveram um tempo, uma semana, para pesquisar sobre os cientistas e para apresentá-los ao restante da turma. Foram disponibilizados três vídeos/documentários como principal material de referência. Em carácter procedimental os alunos desenvolveram quatro atividades.

Quadro 2 – Planejamento do Segundo Momento

(Conclusão)

<b>Primeiro Momento: Contando a História da Eletricidade (3 aulas)</b>	
Conteúdo	História da Eletricidade
Metodologia	<p>Atividade 1: Assistiram aos vídeos, orientados por questões<sup>3</sup> que foram respondidas, em folha a parte para entregar ao professor.</p> <p>Atividade 2: Os membros de cada grupo se reuniram, com suas anotações/pesquisas, para preparar um resumo que foi apresentado à turma, destacando as principais contribuições dos cientistas pesquisados, além de discriminar o ano ou período de sua(s) descoberta(s), profissão, uma ou mais curiosidade sobre a vida do cientista. Tais informações foram impressas em um papel A4, para compor a Linha do Tempo (sugestão de modelo no material de apoio).</p> <p>Atividade 3: Foi feita a montagem da linha do tempo em sala de seguindo a ordem cronológicas dos acontecimentos.</p> <p>Atividade 4: foi gerado um debate entre a turma, levantando questões que focavam os interesses, posturas, atitudes, ações dos seres humanos, durante o desenvolvimento do conhecimento. Foi observada a influencia do contexto social, econômico e cultural. Enfatizamos o mérito de cada cientista numa abordagem de pessoas que se esforçaram para ter seu reconhecimento, que tiveram erros e acertos, ao longo de sua carreira, mostrando a determinação como fator crucial nos sucessos alcançados.</p>

---

<sup>3</sup> Questionário do anexo um.

Quadro 3 - Planejamento do Terceiro Momento

<b>Segundo Momento: Observando através da analogia mecânica. (3 aulas)</b>	
Conteúdo	Corrente Elétrica Primeira Lei de Ohm
Recursos Didáticos.	Material Manipulativo: Dois tubos de acrílico, registro de gás, mangueira transparente, miçangas, água e anilina. Questões investigativas Lista de Atividades
Objetivos	Discutir o conceito de diferença de potencial (ddp). Entender a corrente elétrica como a razão entre a quantidade de carga elétrica que passa em um determinado ponto do circuito por um intervalo de tempo. Discutir o conceito de corrente real e corrente convencional. Compreender o papel da resistência no circuito elétrico Estabelecer uma relação entre a ddp, corrente e resistência. Discutir os conceitos da primeira Lei de Ohm.
Metodologia	Nesse momento, ajustou-se como finalidade construir o conceito de corrente elétrica a partir de um modelo mecânico criado a fim de estabelecer uma analogia entre o movimento das cargas elétricas e o fluxo de água gerado, em decorrência da diferença de potencial gravitacional e/ ou a diferença de pressão criada no modelo. O desenvolvimento da aula foi dividido em quatro etapas citadas a seguir. Etapa 1: Foi feito um diálogo com a turma com o intuito de reforçar algumas atitudes, comportamentos e ações necessárias para uma investigação científica. Etapa 2: Buscou-se, por meio de procedimentos específicos relacionar o movimento da água com a diferença de potencial gravitacional. Durante o desenvolvimento dessa etapa, os alunos exerceram ações investigativas, formularam hipóteses, usando o raciocínio lógico. A prática adotada nesta etapa assumiu caráter demonstrativo e comprovativo. Etapa 3: A atividade desenvolvida nessa etapa propõe um avanço do conhecimento rumo as formulações que compõem o conceito de corrente elétrica. Para tanto, os alunos, com base em seus conhecimentos prévios, propuseram soluções para calcular a corrente elétrica, usando o fluxo da água como analogia de fluxo de cargas. Nessa etapa, por mediação do professor, foi estabelecida a relação de proporcionalidade entre fluxo e diferença de potencial. A ideia é que os alunos sugiram métodos para comprovar essa relação. Etapa 4: Foi estabelecida uma relação de proporcionalidade entre corrente (fluxo de água) e resistência “elétrica”. Nesse processo, foram usados três dispositivos criados para oferecer resistência ao movimento da água em três níveis distintos. O desenvolvimento da prática ocorreu fundamentando na investigação e interação em grupos e incentivo do professor.

Quadro 4 – Planejamento do Quarto Momento

<b>Terceiro Momento: Testando a condutividade dos materiais. (2 aulas)</b>	
Conteúdo	Materiais condutores e isolantes
Recursos Didáticos.	Circuito simples Uma lâmpadas de 3V Duas pilhas pequenas 1,5 V cada Tabela para o registro dos dados Vários materiais para o teste de condutividade
Objetivos	Perceber que existem materiais que facilitam ou dificultam a passagem de corrente elétrica. Diferenciar materiais quanto a sua condutividade elétrica. Conhecer o princípio da condução elétrica. Identificar a funcionalidade desses materiais no dia a dia.
Metodologia	1ª aula: Cada grupo recebeu um circuito simples contendo uma lâmpada ligada a duas pilhas pequenas. Esse circuito foi usado para testar a capacidade de alguns materiais conduzirem a energia elétrica, o brilho da lâmpada foi usado como sensor da presença dessa energia. Os alunos tiveram a liberdade para selecionar dez materiais diferentes para o teste. O procedimento seguido consistia em fechar os fios abertos no circuito nas extremidades do material escolhido, que poderia ou não conduzir a energia elétrica. Cada grupo teve que elaborar uma hipótese que explicasse os diferentes comportamentos observados. 2ª aula: O foco foi a formalização dos conceitos, para tanto, foi desenvolvida uma dinâmica com a participação dos alunos. A dinâmica buscava reproduzir o modelo estrutura atômica.

Quadro 5 – Planejamento do Quinto Momento

<b>Quarto Momento: Resistividade (4 aulas)</b>	
Conteúdo	Segunda lei de Ohm
Recursos Didáticos.	Circuito simples Uma lâmpadas de 3V Duas pilhas pequenas 1,5 V cada Tabela para o registro dos dados Vários materiais para o teste de condutividade
Objetivos	Favorecer a colaboração e a socialização de conhecimentos entre integrantes do grupo durante o desenvolvimento das atividades. Compreender o conceito de resistência elétrica e sua unidade de medida no SI. Compreender que a resistência elétrica de resistores de fio varia com o seu comprimento, com a área e o tipo de material. Conhecer procedimentos práticos para o uso do multímetro.
Metodologia	Desenvolvimento de atividade pratica para analisar a interferência da estrutura física dos materiais na propriedade de condução. 1ª aula: Usando o grafite 6B, os alunos traçaram quatros de espessura e comprimento variáveis. Após esse procedimento, os alunos fizeram a coleta de dados de resistência em pontos específicos, discriminados em roteiros e organizados em tabelas fornecidas para cada grupo. 2ª aula: Traço do gráfico: Resistência x Comprimento 3ª aula: Traço do gráfico: Resistência x Espessura. 4ª aula: Formalização dos conceitos mediada pelo professor com a postura interativa e integradora dos alunos no processo de ensino aprendizagem.

Quadro 6 – Planejamento do Sexto Momento

<b>Quinto Momento: Reforçando os conceitos (2 aulas)</b>	
Conteúdo	Resolução de exercícios Conceitos: Corrente elétrica, primeira Lei de Ohm, primeira Lei de Ohm, materiais condutores e isolantes.
Recursos Didáticos.	Caderno didático Lista de atividades
Objetivos	Desenvolver o pensamento e ações de colaboração. Desenvolver o senso crítico, o conhecimento científico e a capacidade de argumentação. Desenvolver o raciocínio lógico por meio de compartilhamento de conceitos interiorizados e conceitos discutidos pelo grupo. Aplicar e reforçar os conceitos assimilados de Corrente Elétrica, Primeira Lei de Ohm, Segunda Lei de Ohm, Condutores e Isolantes.
Metodologia	Os grupos receberão uma folha de exercícios, abordando os conceitos discutidos em aulas anteriores. Esse momento propõe como forma de resolução das atividades um compartilhamento de conhecimento, por meio da interação do grupo e da mediação do professor.

## Quadro 7 – Planejamento para o Sexto Momento

(Continua)

<b>Sexto Momento: Conhecendo as características dos circuitos (5 aulas)</b>	
Conteúdo	Circuitos elétricos: Série, Paralelo e Misto Resistência Equivalente.
Recursos Didáticos.	Placas de circuitos: (três lâmpadas associadas em série, paralelo e misto). Lâmpadas de 25 W/ Extensão/ Tomadas 127 V. Questionário impresso. Quadro e giz.
Objetivos	Favorecer a aprendizagem colaborativa, por meio das interações estabelecidas nos grupos. Analisar as interações entre os estudantes que provêm ou comprometem a aprendizagem. Conhecer a simbologia usada para a representação de dispositivos elétricos no circuito como: resistores, fonte de tensão, chaves, amperímetro e voltímetro. Representar circuitos elétricos em série, paralelo e misto, por meio de diagramas. Conhecer as características define o circuito série e paralelo. Desenvolver atividades com aplicação da primeira lei de Ohm, enfatizando a relação entre resistência, diferença de potencial e corrente elétrica.
Metodologia	Buscou-se, com esse momento, construir com os alunos a definição de circuito elétrico incorporando os conceitos físicos já discutidos até esse momento. O diálogo foi uma ferramenta essencial no desenvolvimento desse processo que possui caráter colaborativo, interativo e integrativo. 1ª aula: buscou-se desenvolver percepções relacionadas às diferenciações entre as estruturas dos circuitos, identificando componentes e funcionalidade de cada um. A partir da estrutura, buscou-se analisar o comportamento da corrente elétrica, da voltagem e da resistência equivalente em cada circuito. 2ª aula: O diálogo com a turma se fundamentou no objetivo de diferenciar as grandezas físicas dentro de cada circuito: corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial. Para tanto, o professor foi direcionando os questionamentos aos grupos e a partir das respostas, orientava o processo de estudo, escrevendo em tópico no quadro as discussões apresentadas. Buscando sempre valorizar a participação dos grupos.

Quadro 7 – Planejamento para o Sexto Momento

(Conclusão)

<b>Sexto Momento: Conhecendo as características dos circuitos (5 aulas)</b>	
Conteúdo	Circuitos elétricos: Série, Paralelo e Misto Resistência Equivalente.
Metodologia	3ª aula: Cada grupo recebeu um questionário <sup>4</sup> contendo quatro questões. Para respondê-lo, os alunos teriam que compartilhar, em grupo, os conhecimentos adquiridos não sendo permitida a consulta do material didático. 4ª aula: Desenvolvimento de atividades para o estudo do circuito misto. 5ª aula: Resolução de exercícios de aplicação e reforço dos conceitos.

---

<sup>4</sup> Os alunos não foram informados que fariam essa atividade, subentende-se que as repostas refletem o conhecimento adquirido no desenvolvimento das atividades. Lembrando que essa proposta foi feita para avaliar a potencialidade da metodologia colaborativa e tornar irrelevante o estudo independente.

## Quadro 8 – Planejamento para o Sétimo Momento

(Continua)

<b>Sétimo Momento: (4 aulas)</b>	
Conteúdo	Resolução de exercícios Conceitos: Corrente elétrica, primeira Lei de Ohm, primeira Lei de Ohm, materiais condutores e isolantes.
Recursos Didáticos.	Caderno didático Lista de atividades
Objetivos	Ampliar o conhecimento desenvolvendo o conceito de potência elétrica a partir de relações com a corrente elétrica, ddp e resistência. Perceber a importância da cooperação dentro do processo de ensino aprendizagem.
Metodologia	1ª aula: Formalização dos conceitos de potencial elétrica e consumo de energia elétrica. 2ª aula: Cada grupo recebeu, para o desenvolvimento dessa aula, um impresso com a planta baixa de uma casa, uma lista com número expressivo de equipamentos eletrônicos, discriminando o preço do equipamento e a potência. A tarefa dos grupos consistia em escolher os aparelhos elétricos que iriam compor a casa. Após a escolha, os alunos teriam que considerar um tempo médio de uso mensal para o cálculo da energia consumida. Também foi pedido que os alunos fizessem o cálculo do gasto tido com a compra fictícia dos aparelhos elétricos. 3ª aula: Cada grupo apresentou sua casa. Depois das apresentações, os alunos responderam um questionário voltado para a característica do circuito elétrico residencial, as características físicas de alguns aparelhos. Ao final, foi realizado um debate refletindo sobre as forma de economizar energia e o reflexo dessas ações em nosso ambiente. 4ª aula: Cada aluno recebeu um texto complementar, falando sobre a energia solar e o custo de instalação no Brasil.

Quadro 8 – Planejamento para o Sétimo Momento

(Conclusão)

<b>Sétimo Momento: (4 aulas)</b>	
<b>Avaliação</b>	<p>O processo avaliativo, durante o desenvolvimento de todas as atividades, assume característica formativa, a fim de analisar, momento após momento, as relações estabelecidas pelos alunos. Focando ações que valorizem a participação, a interação, o comprometimento, a responsabilidade social dentro do grupo, a colaboração e alfabetização científica durante o desenvolvimento das atividades.</p> <p>Cada momento dispõe de um tempo, quando é estabelecido com a turma, ou grupos, um diálogo de formalização dos conceitos, esse momento também será usado para identificar os objetivos alcançados, por meio de questionamentos direcionados aos grupos. Esses questionamentos foram respondidos oralmente ou por meio de registro em atividades.</p>
<b>Considerações importantes</b>	<p>O processo avaliativo, durante o desenvolvimento de todas as atividades, assume característica formativa, a fim de analisar, momento após momento, as relações estabelecidas pelos alunos. Focando ações que valorizem a participação, a interação, o comprometimento, a responsabilidade social dentro do grupo, a colaboração e alfabetização científica, durante o desenvolvimento das atividades.</p> <p>Cada momento dispõe de um tempo, quando é estabelecido com a turma, ou grupos, um diálogo de integração e formalização dos conceitos, esse momento também será usando para identificar os objetivos alcançados, por meio de questionamentos direcionados aos grupos. Esses questionamentos foram respondidos oralmente ou por meio de registro em atividades.</p>

#### 4.2 Metodologia de pesquisa

Neste trabalho, objetivou-se analisar qualitativamente o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem dentro do contexto colaborativo. Para tanto, foi adotado como metodologia estruturante, o grupo colaborativo, acreditando que a interação represente uma ferramenta de grande auxílio para a construção de novas concepções, favorecendo a construção do conhecimento.

Segundo Minayo (2001, p. 22) a pesquisa qualitativa trabalha:

Com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais

profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

O aspecto social da pesquisa inclui variáveis que os procedimentos matemáticos acabam sendo insuficientes para descrever a formação do sujeito social que se relaciona com outros e com o mundo.

O estudo qualitativo tem como preocupação fundamental a análise de experiência vivenciada em seu ambiente natural. Nessa abordagem, o contato direto e o tempo de atuação do pesquisador no ambiente de pesquisa apresenta serem características essenciais ao processo (GODOY, 1995). O pesquisador torna-se um membro ativo da pesquisa. Suas observações e concepções são objetos essenciais durante os procedimentos. Tais manifestações subjetivas representam um interacionismo social que, segundo Goldenberg (2004), destaca a importância do indivíduo como intérprete do mundo que o cerca.

Dentro dessa perspectiva temos a figura do professor pesquisador, analisando o processo de ensino aprendizagem dentro de seu ambiente natural de desenvolvimento, a sala de aula. Embora a subjetividade do pesquisador ou dos pesquisados, possa atribuir diferentes resultados para um mesmo procedimento, o trabalho viabiliza novas informações que contribuem com a pesquisa num campo mais amplo.

Conforme descrito por Cesar (2005, p. 2),

Pesquisas de natureza qualitativa envolvem uma grande variedade de materiais empíricos, que podem ser estudos de caso, experiências pessoais, histórias de vida, relatos de introspecções, produções e artefatos culturais, interações, enfim, materiais que descrevam a rotina e os significados da vida humana em grupos.

Durante o desenvolvimento do trabalho, o professor coletou uma grande quantidade de material descritivo, usando como base de registro o diário de campo, elemento constituinte da análise de pesquisa, apresentando carácter des-

crítico, analítico e investigativo. Nele foram documentados: diálogos, depoimentos, descrições do ambiente de produção, comportamentos, ações, interação e colaboração entre os alunos. Composto o material de análise encontram-se também os registros feitos pelos grupos durante o desenvolvimento das atividades, para uma abordagem epistêmica das relações estabelecidas pelos grupos e os conceitos físicos.

A particularidade da interpretação desses dados reflete características peculiares da técnica de análise de conteúdos a qual representa:

Um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos, e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, (indicadores quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1977, p. 42).

As mensagens representam elaborações mentais construídas socialmente, a partir da dinâmica que se estabelece entre a atividade psíquica do sujeito e o objeto de conhecimento. Segundo Franco (2008) estas mensagens representam o ponto de partida da análise de conteúdos, podendo ser elas: verbais (oral ou escrita), gestuais, silenciosas, figurativas ou documentais.

Inspirado em de Bardin (1977) a análise dos documentos da pesquisa se deu em três etapas:

- a) Pré-análise: Foi feita uma organização dos materiais a serem analisados de forma a torná-los operacionais, buscando separá-los em ordem de acontecimentos. Em seguida, foi feita uma leitura minuciosa e exaustiva para identificar indicadores que corroborem com os objetivos da pesquisa, buscando separá-los, organizá-los por ordem de semelhança;

- b) Exploração do material: nessa etapa foram definidas as categorias de pesquisa e aprendizagem com base nos objetivos almejados em cada momento. A riqueza de interpretações e inferências é necessária para uma boa fundamentação da análise de dados. Nessa etapa, selecionamos recortes de texto nos documentos para exemplificação das categorias evidenciadas;
- c) Tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

As etapas inerentes à análise de conteúdo referem-se a procedimentos sistematizados que permitem uma reconstrução de significados pautados na percepção de realidade do professor ao estudar os grupos colaborativos. Por meio desse método, espera-se atribuir critérios próprios de confiabilidade e validação a análise de resultados.

## 5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE

O projeto foi desenvolvido com turmas de terceiros anos do ensino médio, de uma escola estadual, na qual atuo como professora de Física há cerca de três anos. No geral, a escola apresenta um espaço bem estruturado, dispondo de alguns privilégios que não representam a realidade atual das escolas públicas. É fato que essa condição favorece o desenvolvimento do trabalho sugerido, embora não seja uma condição.

Vivenciando partes das dificuldades enfrentadas atualmente no ensino de Física, como: a desmotivação, o desinteresse, a falta de comprometimento com os estudos, as dificuldades que os alunos apresentam ao estudar a disciplina, buscou-se desenvolver um conjunto de atividades que tornassem os alunos mais ativos e participativos durante o processo de construção do conhecimento, tornando os grupos colaborativos a metodologia fundamental de todo esse trabalho. Ciente das limitações presentes na rede de pública de ensino, tivemos a preocupação de desenvolver atividades que podem ser realizadas dentro da própria sala de aula. Todos os equipamentos e materiais utilizados poderão ser adquiridos ou construídos facilmente.

Ao todo, a escola possui, distribuídos em quatro turmas, 143 alunos de terceiro ano do ensino médio matriculados no turno da manhã. Em razão do número de material desenvolvido pelos grupos e o tempo de pesquisa do mestrado, a análise de resultado foi realizada apenas na turma 3<sup>o</sup>3, embora todas as atividades tenham sido desenvolvidas nas quatro turmas.

Antes do desenvolvimento da unidade didática com os alunos, foi feita uma abordagem inicial dos conceitos da eletricidade de forma introdutória e estruturante. O estudo começou, partindo da observação das propriedades adquiridas pela matéria após ser atritada com outro material. Dessa ação, surgiu um fenômeno que atraiu a curiosidade de várias pessoas que, ao longo da história, impulsionadas pelo desejo de conhecimento, contribuíram de maneira significa-

tiva com o desenvolvimento dos conceitos formalizados hoje, sobre a eletricidade. O trabalho busca despertar nos alunos a mesma curiosidade e interesse necessários para o desenvolvimento de qualquer conhecimento. Os alunos tiveram um momento para analisar, refletir e propor explicações que corroborassem o fenômeno observado. Acreditando no potencial das interações sociais estabelecidas nos grupos e na intervenção do professor, o processo de ensino aprendizagem ocorreu com base nas mediações estabelecidas entre professor e aluno, e entre aluno e aluno. As formalizações dos conceitos tiveram como ponto de partida as concepções criadas pelos grupos durante as discussões.

A aplicação da unidade didática foi dividida em sete momentos que totalizaram vinte e quatro aulas de cinquenta minutos cada. Somaram-se a esse número, as aulas reservadas às atividades de revisão, avaliação mensal e bimestral e recuperação, sendo que fora deixado a critério do professor a definição do momento mais adequado para realizá-las.

### **5.1 Primeiro Momento – História da Eletricidade**

Esse primeiro momento tem como objetivos:

- a) Reconhecer a eletricidade como um conjunto de conceitos conectados, porém que evoluiriam em diferentes momentos da nossa história;
- b) Analisar ações comportamentais e atitudinais que impulsionaram as pessoas que contribuíram com o desenvolvimento da história da eletricidade;
- c) Conscientizar os alunos da necessidade do comprometimento para um bom desenvolvimento de qualquer tarefa;
- d) Discutir com os alunos influência do contexto sociocultural ao longo desse processo;

- e) Mostrar a importância da colaboração no desenvolvimento do conhecimento, afinal esses conceitos não foram constituídos apenas por uma pessoa. Chamar a atenção para os benefícios que o compartilhamento do conhecimento pode favorecer;
- f) Favorecer a aprendizagem em grupo;
- g) Analisar as primeiras relações estabelecidas entre os alunos durante a formação dos grupos;
- h) Prover reflexões que permitam ao aluno pensar sobre ações importantes durante o processo de desenvolvimento do conhecimento próprio e social.

A atividade desenvolvida nesse momento consiste na montagem da linha do tempo, contando a história da eletricidade. Essa proposta foi bastante interessante, pois representa o resultado de um trabalho integrado, formado por uma ação conjunta, estabelecida pelo compartilhamento de conhecimento. Os alunos puderam ter um primeiro contato com dos conceitos, a serem trabalhados durante o ano letivo, de modo mais geral, porém construída com ideias conectadas. Foi possível acompanhar a evolução de uma sociedade transformada pela aplicação desses conceitos, observar e discutir a influência social e cultural nesse processo.

A atividade se desenvolveu seguindo os seguintes procedimentos:

- a) Primeiramente, foi pedido à turma que se dividisse em grupos. Com um total de trinta e oito alunos, a recomendação foi que fizessem dois grupos com cinco integrantes e sete grupos com quatro. Os alunos tiveram liberdade de escolha dos integrantes, desde que essa

configuração fosse mantida<sup>5</sup>. Durante esse processo, observou-se que o principal critério de escolha foi a relação de proximidade existente entre eles. Com a possibilidade de dois grupos com cinco alunos, três grupos insistiram em escolher essa formação e relutantes em abrir mão do direto, o professor teve que intervir e propor um sorteio entre os três para decidir qual grupo teria que tirar um integrante. Essa ação evitou demonstrar privilégios em relação a determinados alunos, o que fez com todos aceitassem bem a condição. Sorteado, o grupo 1 teve que escolher um, dos integrantes do grupo para sair. Essa ação gerou certo desconforto entre os alunos do grupo 1. Por sugestão do professor, a aluna foi inserida no grupo 4, que tinha apenas três integrantes. A princípio, a aluna mostrou-se não muito satisfeita, evitando interação com o novo grupo;

- b) A atividade consiste em montar a linha do tempo, contando a história da eletricidade. Para tanto, cada grupo sorteou o nome de dois cientistas, entre os vinte e dois selecionados pelo professor, cada cientista representa um marco no desenvolvimento da História da Eletricidade. Dezoito dos cientistas eram de responsabilidade dos nove grupos apresentarem e quatro deles do professor;
- c) Cada grupo recebeu por escrito as orientações necessárias para a montagem da linha do tempo. Alguns grupos questionaram o que era para ser feito, em resposta, o professor sugeriu que, primeiramente, fosse feita a leitura do impresso e que as dúvidas seriam ouvidas posteriormente. Buscando um melhor entendimento da atividade, foi feita uma leitura com a turma, explicando cada procedimento. Mesmo após a leitura, alguns grupos sentiram a necessidade de soli-

---

<sup>5</sup> Esse procedimento foi adotado para que não houvesse grupos muito grandes e dispersassem muito durante o desenvolvimento dos trabalhos.

citar a presença do professor para que fosse confirmado o entendimento;

- d) Com a ajuda da turma, foi anexado na parede, ao fundo da sala, um letreiro grande com os dizeres “HISTÓRIA DA ELETRICIDADE”. O letreiro foi previamente confeccionado pelo professor. Abaixo do letreiro foi reservado um espaço para a montagem da linha do tempo.

Figura 1 - Confeção do letreiro.



Fonte: Da autora (2017).

- e) Os alunos tiveram duas semanas, para pesquisar sobre os cientistas e consultar o material de referência. Foi solicitado que os alunos vissem três vídeos, sendo dois episódios, um e dois, da série História da Eletricidade dirigida pela BBC e o décimo episódio da última edição da série Cosmos. Os vídeos mostram vários conceitos fundamentais que tiveram ênfase, por meio de um questionário, feito para que os alunos respondessem enquanto estivessem assistindo.

Além do questionário, os alunos deveriam identificar o momento em que, na história, aparecessem os nomes dos cientistas sorteados por seu grupo. Atentos, deveriam fazer algumas anotações que julgavam importantes para compartilhar com o grupo e juntos montar um impresso com o nome, a profissão, as principais contribuições, o ano e alguma curiosidade sobre sua vida. Para os alunos que não tinham internet em casa foram disponibilizados os vídeos pelo pen drive ou DVD. Inclusive, foi sugerido que optassem por um desses dois últimos, pois dependendo da qualidade da internet os vídeos poderiam travar muito.

- f) As apresentações aconteceram de uma maneira muito satisfatória. Todos os grupos participaram e cumpriram com a ordem de apresentação. A sequência de apresentação foi conduzida pelo professor, obedecendo à ordem cronológica dos fatos, buscando correlacionar os fatos ocorridos com o momento histórico vivenciado e as descobertas atuais. Alguns alunos ficaram bastante intimidados com o fato de falar em público. Mesmo com todo o nervosismo, todos cumpriram com a proposta. O grupo três e o grupo seis apresentaram com bastante desenvoltura. Porém, o grupo 3 acabou distanciando um pouco do objetivo que era falar especificamente das contribuições feitas dentro do desenvolvimento dos conceitos de eletricidade. Foi observado que o grupo optou por não assistir aos vídeos de referência e pesquisou de forma isolada na internet, assim como os grupos cinco e oito. As pesquisas trouxeram curiosidades interessantes, o que tornou as contribuições válidas, porém esses grupos tiveram dificuldades para relacionar os conteúdos com os outros apresentados pelos colegas. A intervenção do professor acabou sendo neces-

sária para estabelecer o elo entre os conceitos dentro da linha do tempo.

Dentro das apresentações, o professor também participou falando sobre quatro cientistas. O objetivo foi representar uma atividade compartilhada entre professor e alunos.

Alguns alunos participaram ativamente durante todo o processo. As apresentações geravam expressões de surpresas, sentimentos de indignação e, às vezes, de satisfação perante as histórias narradas pelos colegas. As maiores comoveções vinham das histórias pessoais, nas quais o sucesso ou fracasso estavam presentes. Registros feitos pelos alunos corroboram essa situação.

“ O que realmente me chamou a atenção, foram as ideias de Nicolas Telas. Pois ele confrontou um dos inventores mais respeitados da época, Thomas Edson. Dizendo que CC<sup>6</sup> era inviável e CA era melhor. Imagine em nossos dias você confrontar um gênio dizendo que ele está errado.”

“...achei muito interessante o fato de Faraday um físico brilhante ser um mal aluno que é bem estranho”

“... o uso de animais para tentar ver que há carga em cada corpo, mas a competição falou mais alto e uma das grandes invenções<sup>7</sup> tornou tudo mais fácil, evoluindo a cada momento gerando status, reconhecimento ou até mesmo anonimato”.

“ Achei muito interessante como Faraday subiu de vida e a ‘disputa’ que seu chefe faz com ele, as vezes duvidando de sua capacidade. E no final o vidro que ele fez que era sinal de seu fracasso acabou ajudando muito.”

Ao final de cada apresentação, o grupo tinha que anexar, no espaço reservado para montagem da linha do tempo, o impresso feito em folha A4, repre-

---

<sup>6</sup> CC refere-se à corrente contínua e CA a corrente alternada.

<sup>7</sup> Relato sobre a disputa entre Galvani e Volta, na qual Galvani defendia a existência da eletricidade animal contrariando as opiniões de Volta.

sentando as principais contribuições de cada cientista. De modo que a linha do tempo foi se formando após cada apresentação.

Figura 2 - Montagem da linha do tempo da história da eletricidade.



Fonte: Da autora (2017).

Alguns alunos reclamaram do tempo dos vídeos, pois acharam muito longos, em torno de 40 minutos cada. Foi aconselhado que os vídeos fossem vistos em dias intercalados para não ficar cansativo, mesmo assim, alguns alunos deixaram para a última hora.

Após o término de todas as apresentações, o professor, resumidamente recapitulou cada marco apresentado pelos grupos, de modo a estabelecer relações entre eles. Como fechamento desse primeiro momento, foram feitos dois questionamentos.

Primeiro: Quantos alunos realmente viram os vídeos? E se viram, comente algo que chamou a atenção, se não, diga por quê.

O quadro abaixo representa o resultado e exemplificações das categorias<sup>8</sup> de repostas apresentadas pelos alunos.

---

<sup>8</sup> As categorias foram feitas separando por grupos as justificativas comuns.

Quadro 9 – Categorias de respostas do questionamento sobre a visualização dos vídeos.

(Continuação)

Não assistiram	6 alunos	<p><i>“Não, porque a internet caía e voltava ai não abria direito.”</i></p> <p><i>“Não assisti o vídeo, assisti o começo do primeiro acabei ficando com preguiça e não terminei”</i></p> <p><i>“Não porque não consegui acessar.”</i></p>
Não assistiram, mas pesquisaram outras referências.	4 alunos	<p><i>“Não, pois demandava muito tempo, e eu já possuía um certo conhecimento sobre, embora não soubesse os nomes mas eu vi alguns vídeos sem ser os solicitados.”</i></p> <p><i>“Não, pois não tive tempo, estudo o dia inteiro e os personagens, o qual eu tive que explicar, já sabia algo sobre o mesmo e para reforçar, li artigos na internet.”</i></p> <p><i>“Não porque deixei para ultima hora e não deu tempo de ver. Mas para realização dos trabalhos, procurei saber sobre eles em sites, inclusive encontrei um onde detalhava o documentário.”</i></p> <p><i>“Não. Teve muito tempo, mas porque eu deixei para ver na ultima hora, eu tive uma crise de bronquite e acabei não tendo disposição.”</i></p>

Quadro 9 - Categorias de respostas do questionamento sobre a visualização dos vídeos.

(Conclusão)

Assistiram parcialmente	17 alunos	<p><i>“Assistir só o primeiro vídeo, pois o físico que eu apresentei foi descrito no primeiro. Os motivos de eu não ter assistidos os outros foi a falta de interesse e não achar que seria necessário.”</i></p> <p><i>“Não cheguei a ver o episódio que você pediu do Cosmo, porque perdi muito tempo vendo os episódios anteriores.”</i></p> <p><i>“Vi o 1º da história da eletricidade que eu achei muito legal a parte do menino de bruços no balanço e quando o corpo dele é eletrizado ele consegue levitar as penas que tinham no chão e isso também era pelo fato das cordas do balanço ser de lã que retém a eletricidade... apenas não vi o segundo episódio da história da eletricidade porque já tinha respondido todas as perguntas das folhas.”</i></p>
Assistiram integralmente	10 alunos	<p><i>“Sim, foi interessante saber como e quando originou quase tudo que temos hoje, como a luz elétrica...”</i></p> <p><i>“Sim, o que conhecemos até hoje, o descobrimento e a pesquisa na eletricidade, fez uma grande revolução em todo mundo.”</i></p> <p><i>“Sim, a Faisca relata o início da eletricidade, como o desenvolvimento da máquina de Hausksbee que inicialmente era utilizada para truques mágicos, mas depois permitiu novas descobertas para diferentes físicos. A Era da Invenção retrata as descobertas mais avançadas como a pilha e a possibilidade da corrente alternada. Cosmos retratou grande parte sobre Faraday e suas inúmeras descobertas, que no final pode ser explicada matematicamente por Maxwell.”</i></p> <p><i>“Sim. Assisti a todos os três documentários na íntegra. Com certeza é algo fascinante. Todos atribuem a lâmpada incandescente a Edson, mas Tesla teve a ideia de lâmpada fluorescente, isto no ano de 1880.”</i></p>

Segundo: Analisando a História da Eletricidade, dê sua opinião a respeito dos principais fatores que contribuíram para o desenvolvimento desses conceitos.

Após o registro dos alunos, o professor promoveu um debate com a turma, enfatizando a importância da aplicação desses conceitos no cotidiano. Todos os alunos relacionaram a importância desses conceitos aos avanços tecnológicos, citando exemplos em várias áreas: saúde, comunicação, entretenimento e comodidades do dia a dia. Ao voltar no segundo questionamento feito a eles, o professor pediu que citassem ações necessárias para um bom desempenho durante o desenvolvimento de uma atividade. A partir do momento em que os alunos citavam, o professor foi escrevendo no quadro. Tanto nas respostas por escrito quanto nas citadas em sala de aula, as mais comuns foram: interesse, curiosidade, comprometimento, dedicação, esforço e inteligência.

Quadro 10 – Ações citadas pelos alunos como sendo importantes para um bom desempenho de uma atividade.

(Continuação)

Curiosidade	<i>“A curiosidade de descobrir algo, ter a vontade de testar as coisas. O primeiro que descobriu despertou interesse do outro em saber coisas novas.”</i>
Interesse	<i>“Primeiro acho que é a vontade de criar algo novo que revolucione e que possa ajudar a todos...”</i>  <i>“O principal fator é o reconhecimento e o prazer de descobrir algo novo.”</i>  <i>“... para alguns o dinheiro...”</i>  <i>“...procura de saber e entender o porque daquilo”</i>  <i>“... status perante a sociedade...”</i>
Determinação	<i>“O que foi responsável por toda criação é a curiosidade, determinação, provar, buscar o conhecimento.”</i>  <i>“A base e tudo na vida é a determinação, além disso eles eram curiosos, dispostos a conhecer algo novo...”</i>

Quadro 10 – Ações citadas pelos alunos como sendo importantes para um bom desempenho de uma atividade.

(Conclusão)

Dedicação e Comprometimento	<p><i>“Com certeza os fatores mais fortes, foram a curiosidade e a observação... Os cientistas também gastaram muito tempo planejando um experimento para só depois testá-lo. Isso é fundamental pois fixa metas e objetivos”.</i></p> <p><i>“Não aceitavam simplesmente o que era dado, era necessário ir além e a dedicação envolvida por trás disso foram os pontos principais.” (Catarina, grupo 6)</i></p>
Estudo	<p><i>“Os físicos iniciais deram ‘sorte’ de descobrir fenômenos que envolvia a eletricidade. Mas não dependeram somente da sorte teve todo um estudo atrás do fenômeno acontecido, além de verem algo diferente, quiseram estudar o porque daquilo.”</i></p> <p><i>“...tinham muito estudo, inteligência, sorte e oportunidade.”</i></p>
Contexto Histórico	<p><i>“O iluminismo auxiliou à busca por respostas, para fenômenos da natureza e reações aconteciam sem saber porque, como o atrito causado entre o âmbar e o tecido na era de Tales de Mileto.”</i></p> <p><i>“A busca pelo conhecimento, as ideias iluministas influenciaram, para que haja o desejo de se explicar as coisas através da razão e deixar de lado as explicações divinas.”</i></p> <p><i>“Em minha opinião o momento histórico em que todos esses caras viveram foi de suma importância.”</i></p>
Colaboração	<p><i>“E com cada descoberta, surgia sempre alguém que tentava ir além daquilo.”</i></p> <p><i>“A evolução da tecnologia vem desde os primórdios, e foi melhorando ao ‘encontrar’ cientistas que possuíam uma bagagem fornecida pelos primeiros descobridores”.</i></p> <p><i>“... o uso de livros, jornais e revistas a de fim de demonstrar o estudo deles para todos.”</i></p>

O debate foi muito interessante, pois os alunos se envolveram bastante, em vários momentos o professor teve que pedir a contribuição da turma para que falasse um de cada vez. Vários alunos relataram sobre o que achou interessante dos vídeos.

Durante essa conversa com a turma uma aluna perguntou: “Nessa época, não tinha cientista mulher?” Essa discussão foi passada para a turma que concluiu que isso representava um reflexo do contexto sociocultural que a época vivia.

O debate foi finalizado chamando a atenção dos alunos para os dias atuais, a aplicação desses conceitos, a mudança que a sociedade passou ao longo de período. Foi pedido que eles refletissem como seriam os dias de hoje se não houvesse energia elétrica. Lembrando que a física não é uma ciência formada e que muitos conceitos ainda precisam ser formalizados e divulgá-la torna-se necessário para que outros possam contribuir com essa história.

### **5.1.1 Análise – Primeiro momento**

A análise fundamenta-se nos objetivos discriminados em cada momento. Buscamos, por meio dos resultados, analisar o processo de aprendizagem pela interação entre os alunos e entre o grupo e as atividades.

A construção da linha do tempo foi uma atividade que conseguiu atingir o primeiro objetivo desse momento. A participação dos alunos exigiu deles pesquisas e informações necessárias na construção do discurso da apresentação. Conforme sugerido pelo professor, eles buscaram relacionar o conteúdo e contexto histórico. Mesmo os alunos que não viram os vídeos, tiveram que buscar por outras fontes para desenvolver a atividade. A participação de cem por cento dos alunos na apresentação sugere que o grupo compartilhou informações, preocupando-se com o envolvimento de todos, delegando responsabilidades de falas a cada um, buscando integrá-los. Por trás dessa ação, percebemos uma preocupação em valorizar o grupo. O mais interessante é que, quando se tratava de desenvolver um trabalho individualizado, como ver os vídeos e responder o questionário, alguns alunos não fizeram e justificaram usando de motivos que os impossibilitaram de resolver. A partir do momento em que outros passaram a depender de seu desenvolvimento, houve um esforço maior para que fosse desen-

volvida a atividade. Mesmo os alunos com grande dificuldade de fala enfrentaram o desconforto em prol do grupo, mostrando que a responsabilidade social pode atenuar o comprometimento do aluno com o desenvolvimento da atividade.

Todos os alunos tiveram a oportunidade de acompanhar as apresentações de todos os grupos, o que permitiu uma percepção da construção do conhecimento de forma compartilhada, entre os cientistas da história, e reproduzidas em colaboração com todos os grupos da sala de aula.

Nessa etapa introdutória, as atividades foram desenvolvidas pensando na integração dos conceitos, incorporando no processo ações reflexivas e formativas. Ciente de que estamos falando de um processo contínuo onde a subjetividade de cada aluno agrega caráter volitivo próprio.

Quanto aos objetivos que se seguem, consideramos que todos eles foram atingidos. A realização das apresentações com a participação de todos os grupos exemplifica o comprometimento e responsabilidade que os alunos tiveram com processo de ensino.

Ao final desse momento, o debate gerado permitiu facilmente identificar que os alunos possuem uma consciência de ações e atitudes que contribuem com o sucesso de aprendizagem, entre elas a importância de estímulos. O professor lembrou que esse processo pode ser facilitado quando trabalhado em conjunto, contando com a colaboração de todos. Reforçando que a equipe melhor se desenvolve, quando todos compartilham um mesmo objetivo e que as diferentes percepções tornam o processo mais rico em detalhes.

## **5.2 Segundo momento**

Esse momento tem como objetivos:

- a) Desenvolver percepções que favoreçam a alfabetização científica;

- b) Estabelecer relações que favoreçam uma aprendizagem colaborativa;
- c) Estimular o raciocínio lógico e intuitivo;
- d) Observar as interações estabelecidas pelo grupo durante o desenvolvimento da atividade;
- e) Analisar a participação e o comprometimento com o desenvolvimento das tarefas.

Para o desenvolvimento desse momento, foi estabelecida uma analogia mecânica do movimento da água com o movimento de cargas elétricas, usando características comuns aos dois movimentos, sem desconsiderar suas singularidades. Buscou-se, com o modelo, materializar um conceito, que embora muito presente na vida dos alunos, é apresentado de modo bastante abstrato. O foco da estruturação desse momento foi desenvolver concepções que favorecessem a compreensão do conceito de corrente elétrica, construindo uma abordagem sistematizada, na qual o aluno foi considerado como um agente ativo durante todo o processo. Sendo importante ressaltar o papel do professor como mediador da construção do conhecimento, incentivando, estimulando e orientando as discussões durante as interações estabelecidas pelos grupos.

O desenvolvimento desta aula procedeu da seguinte forma, a turma foi dividida em oito grupos de quatro alunos e um grupo de cinco, buscando reforçar a interação entre os alunos, por meio de uma metodologia colaborativa na construção do conhecimento. Em seguida, foi apresentada à turma a proposta da atividade e cada grupo recebeu, por escrito, orientações sobre as discussões a serem desenvolvidas durante o desenvolvimento das aulas.

As discussões foram divididas em quatro etapas. Cada etapa aborda questões investigativas e reflexivas formuladas para desenvolver de forma gradual os conceitos trabalhados.

**Etapa 1:** Essa etapa tem como objetivo chamar a atenção para comportamentos e ações necessárias para uma investigação científica. As discussões, nesta etapa, geraram em torno de procedimentos importantes que devem ser adotados em uma boa investigação.

**Etapa 2:** Com base no modelo apresentado, os grupos iniciaram as primeiras discussões para o desenvolvimento do conceito da corrente elétrica. Nessa etapa, objetivou-se relacionar o movimento da carga elétrica com a diferença de potencial ( $ddp$ ), usando como analogia o movimento da água, entre os tubos, em razão da diferença de potencial gravitacional e ou a diferença de pressão. Para tanto, foi pedido para os grupos discutirem sobre o que aconteceria com água contida em um dos tubos, caso fosse aberto o registro na base do tubo. Nesse momento, no modelo apresentado, a água estava toda contida em um dos tubos, enquanto o outro estava vazio. Após as discussões, o professor abriu o registro para que os grupos comprovassem suas previsões. Explorando o carácter investigativo, os grupos retomam as discussões para formular hipóteses que expliquem a origem do movimento observado.

**Etapa 3:** A proposta dessa etapa é identificar se os grupos são capazes de criar soluções para calcular a corrente elétrica, tomando como base o fluxo da água em analogia ao fluxo de cargas e estabelecer uma relação de proporcionalidade entre fluxo e diferença de potencial. Tomando como base ainda o modelo, foi pedido aos alunos que sugerissem métodos para comprovar essa relação. Se aumentar a diferença de potencial, o fluxo de água aumenta ou diminui? Após um momento de discussão entre os grupos, o professor com a colaboração dos grupos montou os procedimentos de verificação. O modelo foi manipulado somente pelo professor, mas todos os alunos acompanharam o desenvolvimento desses processos.

**Etapa 4:** Nessa etapa, foi desenvolvida com os alunos a relação de proporcionalidade entre corrente elétrica (fluxo de água) e resistência elétrica (resistor mecânico). Essa relação foi feita, usando os três dispositivos criados para “dificultar” passagem de água (figura 2). A ideia é associar à resistência o controle da corrente (fluxo de água). Primeiramente, ouvimos as propostas dos alunos. Em seguida, o professor apresentou à turma os três dispositivos (resistores mecânicos). A proposta foi comparar a quantidade de água (cargas) que atravessou esses resistores num mesmo determinado intervalo de tempo. A partir dos resultados, foi discutida a relação de proporcionalidade entre a resistência e a corrente elétrica.

## **Resultados**

### **Etapa 1**

Durante o desenvolvimento da unidade didática, o aluno se deparou com situações onde ele assumiu o papel de investigador. Ao invés de receber conceitos prontos, ele desenvolveu atividades para formalizá-los. Buscando reforçar algumas atitudes necessárias para o desenvolvimento da alfabetização científica, foi feito aos grupos o seguinte questionamento:

- a. Suponha que vocês sejam um grupo de cientistas que estão estudando um determinado fenômeno. Quais procedimentos vocês acreditam ser necessários para tentar explicar esse fenômeno?

A princípio todos os grupos conseguiram identificar procedimentos importantes nessa fase, como: a observação, a pesquisa, experimentos, organização de ideias e conclusões.

Respostas apresentadas por alguns grupos:

“Pesquisar, anotar dados, testar várias vezes e de diferentes formas, ficar atento aos detalhes e montar uma tese (consenso do grupo)”. (Grupo 6)

“Investigar o fenômeno, analisar os fatos e sintetizar uma possível explicação” (Grupo 4)

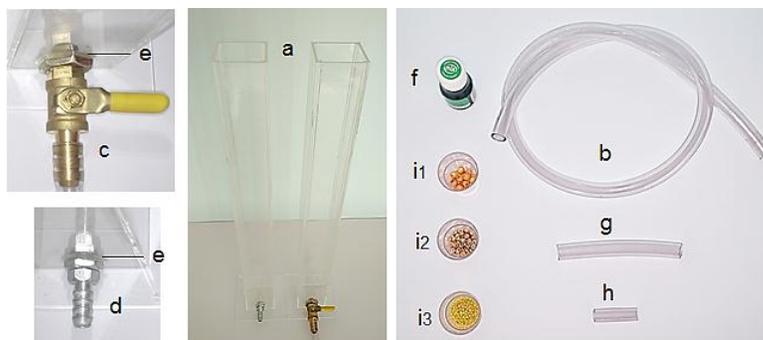
“Pesquisar os fatos, observar detalhes, curiosidade, organizar as ideias, explicar o procedimento e fazer testes.” (Grupo 2)

### Etapa 2 – Apresentação do modelo mecânico.

Introduzindo essa etapa, foi apresentado à turma o modelo mecânico criado para estabelecer a analogia entre o movimento da água com o movimento de cargas elétricas.

A princípio, foi feita apenas uma descrição da estrutura dos equipamentos ilustrados na figura a seguir:

Figura 3 - Materiais usados para a confecção do modelo mecânico: a) Dois tubos idênticos de acrílico.



Fonte: Da autora (2017).

Legenda: Dimensões (largura x profundidade x altura): 5 x 5 x 50 cm; b) Dois pedaços de cinquenta centímetros, aproximadamente, de mangueira transparente (12 mm de diâmetro externo); c) Registro de gás; d) Bico receptor de gás; e) Adesivo resina epóxi; f) Água com corante solúvel. Para os resistores mecânico: g) Três pedaços de dez centímetros, aproximadamente, de mangueira transparente (12 mm de diâmetro); h) Seis pedaços de três centímetros de mangueira transparente (9 mm de diâmetro externo); i) Miçangas com três diâmetros diferentes ( $i_1 = 2\text{mm}$ ,  $i_2 = 5\text{mm}$  e  $i_3 = 8\text{mm}$ ). Complementando os materiais tivemos a utilização de um cronômetro (celular) e três

béqueres de 250 ml.

Em seguida, foi sugerida a seguinte situação: Existem dois tubos de acrílico, um vazio e o outro contendo água, colorida com anilina verde. Os tubos encontram-se conectados por uma mangueira, sendo que as suas extremidades acoplam a um registro e a um bico receptor, instalados à base dos tubos para controlar a saída de água.

Figura 4 - Foto representando a situação inicial visualizada pela turma.



Fonte: Da autora (2017).

A partir dessa situação, os alunos responderam aos seguintes questionamentos:

1 - O que acontece quando conectamos os dois recipientes usando a mangueira ligada à base de cada tubo?

A maioria dos grupos fizeram boas previsões a respeito do que aconteceria com água entre os tubos, a partir do momento em que o registro fosse aberto.

Tabela 1 - Respostas apresentadas.

<b>Categorias de respostas</b>	<b>Grupos</b>
A água do recipiente cheio vai passar para o vazio até atingir o mesmo nível nos dois recipientes.	2, 3, 4, 5, 6 e 9
A água passará do tubo cheio para o vazio	7 e 8
A água não vai sair do tubo	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

## 2 - Como você explicaria esse fenômeno?

Antes que a torneira fosse aberta pelo professor, para que eles observassem o experimento, foi pedido que os grupos elaborassem uma explicação para o fenômeno previsto.

Tabela 2 - Hipóteses apresentadas pelos grupos.

<b>Categorias de respostas</b>	<b>Grupos</b>
Relacionaram o movimento da água, em decorrência da diferença de pressão entre os dois tubos.	5, 7 e 8
Relacionaram o movimento da água à necessidade da busca pelo equilíbrio.	2, 3, 4, 5 e 9
A água não se movimentará, pois como a água está parada não haverá pressão suficiente para sair.	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após as anotações dos alunos, o professor pediu a alguns grupos que compartilhassem suas discussões e considerações. Nesse momento, um grupo foi contra a ideia do restante da turma, para testar as hipóteses elaboradas, o professor realizou o experimento. A turma mostrou-se bastante atenta ao observar o nível final da água. Os grupos ficaram bastante eufóricos com o resultado. Com as explicações prévias dos outros grupos e a comprovação do experimento, o grupo 1 acabou concordando que sua teoria estava falha.

Como entre os grupos a diferença de potencial gravitacional<sup>9</sup> não foi considerada como uma hipótese, o professor fez abordagem a partir do seguinte questionamento: O que pode ser feito para a água, entre novamente em movimento? Em respostas os alunos sugeriram elevar um dos tubos e, assim, a água movia-se do ponto mais alto para o ponto mais baixo. Usando a estratégia de instigar o raciocínio dos alunos, o professor insistiu: “...mas porque a água se move neste sentido?” Logo os alunos associaram a força gravitacional. Seguindo a ideia, o professor comentou sobre a presença do campo gravitacional, sua orientação, a presença da energia potencial e o potencial associado a vários pontos do campo gravitacional. A diferença de potencial (ddp) fornecia energia à massa de água e essa energia gravitacional era convertida em energia cinética, mostrando que o movimento necessariamente não tinha que ser do recipiente com mais água para o com menos água e sim maior potencial para o menor potencial de energia.

3 - Imagine que, ao invés de água e mangueira, fossem cargas elétricas e um fio de cobre, o que seria necessário para criar o movimento de cargas no fio?

---

<sup>9</sup> Conceito abordado no primeiro bimestre do segundo ano do ensino médio.

Tabela 3 – Categorias.

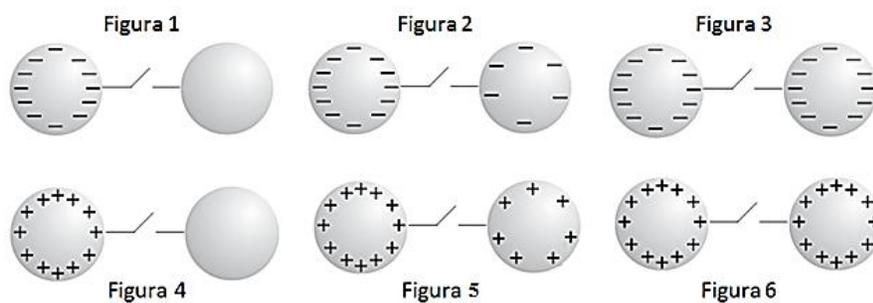
<b>Categorias de respostas</b>	<b>Grupos</b>	<b>Citações das respostas elaboradas</b>
Diferença de potencial	3 e 8	<i>“Teria que criar uma diferença de potencial, para que ocorra o fluxo de elétrons no fio, então tem que criar uma diferença de cargas.” (grupo 3)</i>
Diferença de energia	5	<i>“Se tiverem a mesma quantidade de energia não haverá transmissão, caso uma tenha mais e a outra menos haverá transmissão de energia desde que haja um condutor”.</i>
Diferença de cargas elétricas entre os dois corpos.	6 e 9	<i>“Um deve ser carregado positivamente e o outro negativamente para ocorrer o compartilhamento de elétrons e assim o fluxo de carga.” (Grupo 9)</i>
Energia	1, 2 e 7	<i>“A energia que possibilita a corrente elétrica”.</i> (Grupo 2)
Não há possibilidade	4	<i>“Considerando o liquido a energia positiva não há possibilidade de o positivo passar para o negativo, pois só os elétrons se movem.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nessa etapa, nem todos os grupos conseguiram identificar a diferença de potencial como sendo fundamental para o movimento das cargas elétricas. Alguns grupos conseguiram identificar a necessidade de uma diferença entre dois pontos e usaram termos muito pertinentes ao processo.

4 - Observe as figuras abaixo e indique, quando tiver, o sentido do movimento das cargas, após o momento em que as esferas são conectadas por um fio condutor.

Figura 5 - Atividade que relaciona o movimento de cargas com a diferença de potencial elétrico existente entre dois corpos carregados.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Legenda: O fluxo de carga cessa quando é estabelecido o equilíbrio eletrostático entre os corpos.

Esse quarto questionamento busca reforçar a relação do movimento de cargas com a diferença de potencial elétrico, conceito que ainda não foi formalizado, pois os alunos, nesse momento, ainda estão em processo de associação.

Tabela 4 – Categorias.

<b>Categorias de respostas</b>	<b>Grupos</b>	<b>Citações das respostas elaboradas</b>
Identificaram corretamente o sentido do movimento.	1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8.	Figura 1: “...os elétrons tendem a ir para direita para entrarem em equilíbrio.” Grupo 3 Figura 3: “Eles estão equilibrados portanto não haverá movimento.” Grupo 2 Figura 4: “...os elétrons do corpo neutro vão passar pro outro até ambos terem a mesma quantidade de elétrons.” Grupo 1
Não há movimento, pois os prótons são fixos.	9	Figura 4,5 e 6: “Não há movimento.”
Apresentaram dificuldades em identificar o sentido do movimento.	7	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Alguns grupos, quando analisaram a situação representada na figura 4, questionaram o professor sobre a possibilidade de prótons se movimentarem. Nas aulas introdutórias foi comentado sobre essa impossibilidade em um sólido uma vez que os prótons pertenciam ao núcleo do átomo. Em resposta, o professor sugeriu que o grupo discutisse a possibilidade, e que nesse momento, seriam importantes tais considerações e que, o pensar sobre, seria fundamental para o processo de ensino aprendizagem.

Vários grupos ainda ressaltaram o movimento como uma necessidade da busca de equilíbrio das cargas entre os corpos. Alguns alunos questionaram a possibilidade de se partir um próton, pois, na figura 4, o número total de cargas era ímpar. Os alunos associaram o sinal positivo ao número de prótons e o sinal negativo aos elétrons. Em resposta, o professor disse que era bastante improvável, nesse processo, e que o sinal pode representar uma carga  $Q$  qualquer, tanto

positiva quanto negativa. Embora não fosse o objetivo, com essa abordagem, permitiu-se que fosse aberta a discussão com a turma sobre o fato de dividir um próton ou elétron.

O que é necessário para que ocorra o movimento de cargas?

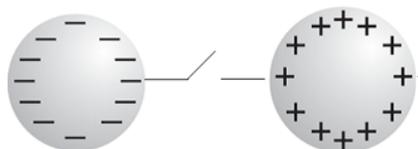
O retorno desse conceito foi para que eles percebessem relações entre as figuras e o movimento, cinco grupos responderam ser a diferença de potencial. As discussões entre eles fizeram com que a maioria concluísse essa resposta. Lembrando que, até esse momento, as resoluções dos questionamentos partiram das percepções dos alunos. Dois grupos não responderam e dois grupos relacionaram a diferença entre o número de prótons e elétrons entre os corpos.

Vamos relembrar o modelo atômico. O que define um elemento químico é seu número atômico, ou seja, o número de prótons em seu núcleo. No processo de movimentação de cargas em um sólido são possíveis cargas positivas se movimentarem? Reveja as respostas anteriores.

Essa questão foi feita para que os grupos que consideram a possibilidade de cargas positivas se movimentando, situação da figura 4 e 5, pudessem ter outra perspectiva. Lembrando que esse conceito foi discutido anteriormente com a turma, não havendo muita dificuldade, essa questão foi apenas um reforço de conceito para a grande maioria dos grupos.

Considerando suas análises anteriores, determine o que vai acontecer na situação a seguir.

Figura 6 - Atividade de eletrização por contato.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Essa questão aparece como fechamento da segunda etapa, revendo a movimentação das cargas, reforçando a presença da diferença de potencial elétrico mostrando que o movimento não está associado à diferença da quantidade de cargas entre os dois corpos. Todos os grupos responderam corretamente à questão.

### Etapa 3

Nessa etapa, os alunos passaram por quatro questionamentos:

- 1) Como poderíamos calcular o fluxo de água, ou seja, a vazão de água por um intervalo de tempo?
- 2) É possível que toda a água contida no primeiro recipiente passe naturalmente para o segundo. Dê uma sugestão de como isso poderia ser possível? Peça que a professora teste a sua proposta.
- 3) A relação entre a diferença de potencial gravitacional dos tubos com o fluxo da água é constante, diretamente ou inversamente proporcional? Como podemos verificar isso?
- 4) O que podemos concluir, se fizemos uma analogia usando o potencial elétrico e a corrente elétrica?

Essa etapa foi mediada pelo professor, por meio de um diálogo com todos os grupos. Retornando ao modelo mecânico, o professor pediu uma sugestão de como calcular o fluxo de água entre os tubos. Inicialmente, alguns alunos não compreenderam o que seria o fluxo. Buscando a participação e a colaboração da turma, o questionamento foi passado a todos os grupos, para que o conceito fosse esclarecido. Retornado ao cálculo do fluxo foi sugerido pelo grupo 9 “*calcular a quantidade água dividido pelo tempo*”. Após a resposta do grupo, a discussão foi repassada para os outros para ver se tinha algum pensamento diferente, mas todos aceitaram a proposta.

Sistematizando a sugestão, o professor fez a proposta de calcular esse fluxo, medindo o intervalo de tempo, usando o cronômetro e utilizando uma expressão matemática. Com a ajuda de um aluno, o intervalo de tempo medido foi de dez segundos e com um béquer o professor mediu a quantidade de água que passou pela mangueira nesse intervalo.

$$\text{Fluxo de água} = \frac{\text{Quantidade de água}}{\text{Intervalo de tempo}}$$

Tabela 5 - Dados experimentais obtidos para o fluxo de água.

Intervalo de tempo (s)	Quantidade de água (mL)	Fluxo de água (mL/s)
10	350	35

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após o cálculo do fluxo água, o professor mostrou que análogo ao que havia sido feito para calcular o fluxo da água, podia ser considerado para calcular o fluxo de cargas elétricas representando a corrente elétrica ( $i$ ).

$$\text{Corrente elétrica} = \frac{\text{Quantidade de carga}}{\text{Intervalo de tempo}}$$

Foi feita uma análise dimensional das grandezas e apresentada unidade de medida de corrente elétrica (*Ampère*).

Ainda nessa etapa, o modelo é usado para mostrar a relação de proporcionalidade existente entre a ddp (V) e a corrente elétrica (i). Essa relação foi feita, comparando o fluxo de água em três situações. Em cada situação, foi modificada a diferença entre o nível máximo e mínimo de água, existente entre os tubos de acrílico, elevando um tubo em relação a outro. A comprovação foi bastante visual.

Com essa prática, os alunos concluíram que a diferença de potencial é diretamente proporcional à corrente (fluxo de água). Em analogia com a corrente elétrica (i) e a diferença de potencial elétrica (V).

**Etapa 4 - Resistência elétrica e a Lei de Ohm:** Inicialmente foi feito à turma o seguinte questionamento: Imaginem os aparelhos residenciais, será que todos funcionam usando a mesma corrente elétrica? A turma concluiu que não. Sendo assim, como fazer para controlar a corrente elétrica que chega a cada aparelho? Nesse momento, ninguém quis arriscar algum palpite. Usando o modelo mecânico como parâmetro, a pergunta foi refeita na seguinte perspectiva: Imagine então que eu quero diminuir o fluxo de água na mangueira, como isso seria possível? Alguns alunos sugeriam diminuir o bico da mangueira e outros sugeriam diminuir a diferença de potencial (ddp).

No processo de mediação o professor insistiu: como controlar a corrente sem mexer em nenhum desses dois fatores? Afinal, a ddp nas residências, normalmente, é constante e mexer na mangueira seria o equivalente a modificar os

fios (caminho por onde as cargas se movem) das instalações elétricas e, normalmente, são usados os mesmos. Como nenhum outro aluno fez novas sugestões, o professor sugeriu conectar na mangueira (caminho de passagem da água) “barreiras” que irão fornecer uma resistência à passagem da corrente. Nesse momento, foram apresentados à turma os três resistores mecânicos, fazendo uma analogia aos resistores elétricos.

Figura 7 - Resistores mecânicos construídos com miçangas de diferentes diâmetros.



Fonte: Da autora (2017).

Legenda: O grau de dificuldade apresentado pela água ao atravessar esses resistores será análogo ao que o meio material ou os próprios resistores elétricos poderão oferecer à passagem da corrente elétrica.

Foi perguntado aos grupos: quanto maior for essa resistência maior ou menor será o fluxo de água? Observando os três resistores (mecânicos) qual oferece maior resistência e qual oferece menor resistência nesse caso? Todos os grupos fizeram oralmente suas previsões e foram unânimes ao afirmar que  $R_1 < R_2 < R_3$ . A justificativa foi decorrente do fato de o diâmetro das miçangas no resistor 1 ser maior, o resistor ficou com mais espaços vazios o que ia permitir a água passar melhor. Já, no resistor três, as miçangas pequenas preencheram melhor os espaços, portanto dificultando mais a passagem de água. Para a verificação das previsões feitas, foi analisado o fluxo de água em cada resistor, após

conectá-los à mangueira. Nesse processo, mediu-se a quantidade de água que passou por cada resistor (mecânico), durante um mesmo intervalo de tempo.

Tabela 6 - Dados experimentais obtidos.

Intervalo de tempo (s)	Resistores Mecânicos	Quantidade de água (mL)	Fluxo de água (mL/s)
10	“Sem resistor”	350	35
	R1	200	20
	R2	125	12,5
	R3	75	7,5

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após a prática, os alunos concluíram que a resistência e a corrente são grandezas inversamente proporcionais. Por analogia, foi discutida a relação entre a corrente elétrica e a resistência elétrica.

Como fechamento da atividade, foi feita uma revisão geral de todos os conceitos abordados, finalizando com a relação:  $V = R \times i$

Lembrando que, para o mesmo sistema, a razão entre a diferença de potencial e a corrente elétrica é sempre constante. E essa constante representa a resistência oferecida pelo sistema, considerando um resistor ôhmico.

### 5.2.1 Análise – Segundo momento

Os alunos mostraram ter consciência de ações procedimentais necessárias em uma investigação científica. Durante o processo, eles aplicaram várias dessas ações, fazendo previsões, elaborando hipóteses, promovendo discussões e argumentações.

Por se tratar de uma situação materializada, os alunos se sentiram mais seguros em opinar, pois mesmo sendo uma previsão, a semelhança com situações vivenciadas no cotidiano deram base para que os alunos gerassem as discussões, a partir de conceitos já apropriados. Os argumentos se mostraram mais

ricos em detalhes do que a escrita apresentada pelos grupos. Observamos que os grupos apresentaram dificuldade em sintetizar as ideias fundamentais, expressando-se de forma bem generalizada e simples.

No processo de interação, percebeu-se que nos grupos compostos por alunos com o mesmo nível de relacionamento com a matéria, as discussões eram mais ativas, mesmo entre alunos que apresentaram maior dificuldade. Nos grupos que tinham um aluno com mais facilidade, este acabou assumindo a direção da atividade, havendo necessidade de intervenção do professor, orientando sobre a importância do envolvimento de todos na realização de tarefas. Para isso, durante os questionamentos dirigidos pelo professor, buscava-se inserir no processo de fundamentação dos conceitos a participação dos alunos que eram observados não interagindo tanto. Quando os alunos não conseguiam responder às questões era permitido que o grupo o ajudasse. Sempre após as discussões, o aluno conseguia estabelecer um avanço conceitual, mesmo que por reprodução, os alunos tinham acesso ao conhecimento formulado entre o grupo, mostrando que eles são capazes desde que se empenhem em desenvolver as atividades e se interessem por aprender. Esse fato realça a importância da colaboração no processo de aprendizagem. Dentro da metodologia adotada pelo professor, era buscado extrair o máximo de participação dos alunos, o professor agregava informação quando julgava necessária para incentivar o processo de construção de conhecimento.

Durante o desenvolvimento das atividades, foi percebido que os grupos compostos por alunos com maior afinidade, interagiam mais. Os alunos que não se sentiam pertencentes ao grupo não interagiam tanto, sendo necessária a intervenção do professor, incentivando a participação e o engajamento de todos no processo.

No geral, os grupos apresentaram respostas bem diretas. Esperava-se que o conceito de diferença de potencial fosse considerado nas repostas apresen-

tadas, porém o foco se deu somente na movimentação das cargas e não no que torna esse movimento possível. O interessante seria que, quando questionados em salas de aula, os alunos associassem o movimento à diferença de potencial, o que apresentaria uma apropriação do conceito, mas somente o fizeram quando questionados diretamente.

### **5.3 Terceiro momento: Testando a condutividade dos materiais**

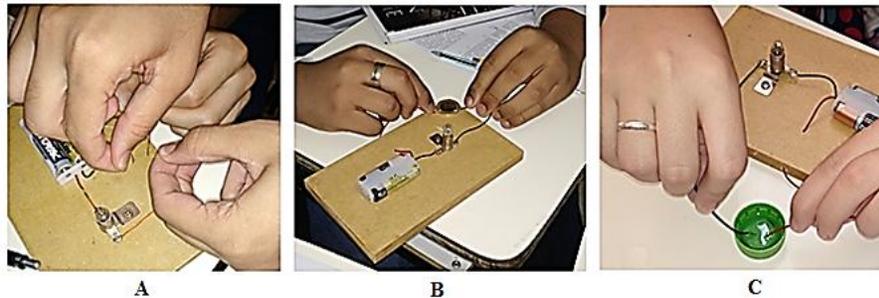
Nesse momento, objetivou-se:

- a) Observar e analisar as relações estabelecidas entre os alunos mediante ao desenvolvimento das atividades;
- b) Estimular o raciocínio lógico e intuitivo, por meio de debates desenvolvendo a comunicação e a oralidade pelo uso da linguagem;
- c) Desenvolver os conceitos de isolante e condutores elétricos.

Esse momento foi dividido em três etapas:

Problematização: Cada grupo, com quatro alunos, recebeu um circuito simples, montado sobre uma base de madeira, contendo uma lâmpada de três Volts em paralelo a duas pilhas pequenas associadas em série, somando a voltagem da lâmpada. Objetivou-se, com essa atividade permitir que os alunos visualizassem a diferença de comportamento que a corrente assumia em diferentes meios, usando como indicador o brilho da lâmpada. Cada grupo recebeu a tarefa de selecionar, no mínimo, dez materiais diferentes e submeter cada um desses ao teste de condutividade. Para tanto, o material foi usado como uma “ponte” que unia as extremidades de dois fios conectados aos polos positivo e negativo das pilhas. O material seria o responsável por fechar o circuito, permitindo ou não a passagem da corrente elétrica.

Figura 8 - Alunos identificando os bons e os maus condutores.



Fonte: Da pela autora (2017).

Legenda: Alguns materiais testados: Madeira (A), moeda (B) e água do bebedouro (C).

Após o teste, o grupo teria que discriminar cada material entre condutor ou não condutor (isolante). Entre os condutores ainda foi feita uma comparação do brilho da lâmpada entre forte, moderado ou fraco. Os registros foram feitos em tabelas como ilustra a figura abaixo:

Figura 9 - Tabela de dados apresentada pelo Grupo 5, contendo os objetos selecionados e os resultados de classificação dos materiais após a experimentação prática.

Condutividade Elétrica					
Material	Isolante	Condutor	Brilho		
			Fraco	Moderado	Forte
Moeda		X			X
Ponta de Bateria		X			X
grafite		X	X		
pedal do esquis	X				
Yome		X			X
Tensura		X		X	
Regua	X				
chaveiro	X				
Borracha	X				X
Super		X			
Brunco		X		X	
Aliança		X		X	
pingo de chaveiro		X			X
Cabelo	X				
Unha	X				
chip de carbono			X		
Coramulha				X	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Formulação de hipóteses: Após a seleção dos materiais e os testes de sua condutividade, foi pedido que cada grupo refletisse sobre as diferenças observadas e, em seguida, elaborasse uma hipótese que corroborasse os fenômenos observados. Como resultados aparecem as seguintes categorias de respostas.

Tabela 7 – Categorias.

<b>Categorias de respostas</b>	<b>Grupos</b>	<b>Exemplificação</b>
<b>Associação à resistência do material</b>	1, 3, 6 e 9	<i>“Alguns materiais têm resistência menor que permite maior condutividade.” (grupo 6)</i>
<b>Produção de cargas elétricas.</b>	8	<i>“Os materiais que tiveram condução elétrica tornaram possível a produção de carga elétrica contínua e uniforme.”</i>
<b>Classificaram os materiais apenas como condutores e isolantes</b>	5 e 7	<i>“Porque alguns são isolantes, não passa corrente, já no que conduz há passagem de corrente.” (grupo 5)</i>
<b>Relacionaram às cargas no corpo</b>	2	<i>“Tem a ver com a diferença de valor de prótons e elétrons em cada material.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A elaboração das hipóteses aconteceu já quase no final do período, os grupos acabaram não tendo muito tempo para desenvolver as respostas. A intervenção e mediação do professor foram limitadas, em razão do tempo. Nesse processo, o papel do professor é atuar como mediador, estimulando e discutindo com cada grupo, de modo a obter respostas mais elaboradas, contemplando um número maior de detalhes do fenômeno, como: a estrutura do material e o porquê da diferença do brilho da lâmpada.

#### **Formalização dos conceitos:**

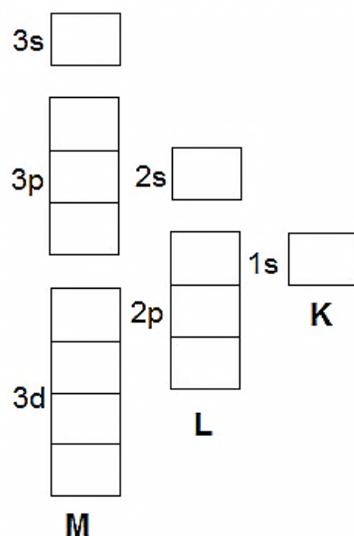
Na segunda aula, objetivou-se abordar com os alunos os formalismos que caracteriza um condutor e um isolante elétrico. Usando questionamentos, o professor se dirigiu a cada grupo, buscando uma colaboração na construção desse processo. Parte dos discursos representavam relatos sobre as discussões tidas na aula anterior. Normalmente, era escolhido um aluno para falar pelo grupo,

quando esse aluno não conseguia discutir o assunto era dada a oportunidade para que ele, junto ao grupo, estruturasse e organizasse suas ideias e fala, a fim de representar o grupo. Buscou-se, com essa proposta, trabalhar as dificuldades apresentadas pelo aluno. Houve uma participação ativa de todos os grupos, principalmente no momento de testar os materiais. Durante os questionamentos, os grupos ainda se mostravam intimidados na hora da fala, porém foi observado um avanço com as exposições de ideias. Todos os grupos, sem exceção, responderam aos questionamentos, sempre embasados na ideia de contribuir com a formação do conhecimento, sem se preocupar com o certo ou errado, mas com as concepções estabelecidas. Mesmo quando equivocados, os grupos eram abordados com questionamentos que os aproximavam do formalismo físico dos conceitos.

Após as discussões, os alunos foram levados ao pátio da escola onde foi desenvolvida uma dinâmica de representação da estrutura da matéria de dois átomos: sódio e o neônio. Objetivou-se, com essa dinâmica, discutir a presença dos elétrons livres na matéria e a formação das bandas de energia, de forma sucinta, em sólidos. Analisou-se a diferença entre a estrutura de um material condutor e um isolante. Na figura, a seguir, representa-se um esquema da estrutura desenhada no pátio para os alunos.

Usando o giz, o professor desenhou retângulos no chão do pátio da escola, de modo a representar os subníveis de cada camada ao redor do núcleo do elemento químico.

Figura 10 - Modelo das camadas e orbitais desenhados no chão.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Figura 11 - Representação dos núcleos dos elementos químicos, impressos em papel A4 e fixados na parede.

<p><b>Na</b></p> <p>Sódio</p> <p>Número atômico</p> <p>11</p>	<p><b>Ne</b></p> <p>Neônio</p> <p>Número atômico</p> <p>10</p>
---	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Em seguida, o professor convidou alguns alunos para representarem os elétrons<sup>10</sup>. Esses alunos foram distribuídos ao redor do núcleo do átomo, dispo-

<sup>10</sup> Para um átomo o número de prótons e elétrons tem que ser iguais.

tos em camadas de acordo com as regras da distribuição eletrônica. O foco principal foi dado à camada de valência de cada átomo, comparando as características observadas entre o sódio e o neônio, as quais foram usadas pelo professor para discutir o conceito de elétrons livres e a possibilidade de transporte de energia no material.

De volta à sala de aula, no quadro, foram escritos tópicos e conceitos importantes, os quais os alunos anotaram no caderno.

### **5.3.1 Análise – Terceiro momento**

As atividades desenvolvidas, nessa etapa, foram muito bem recebidas pelos alunos. O ambiente de ensino tornou-se bastante interativo e exploratório. Todos participaram dos testes, sendo que a fala “*agora é minha vez*” foi ouvida pelo professor em diversos momentos.

Durante o desenvolvimento dessa atividade, foi possível observar que os alunos, de uma forma espontânea, começam a aplicar conceitos adquiridos, inclusive agregando ao processo, experiências próprias. Como exemplificado no caso em que um dos grupos resolveu testar o circuito na língua, remetendo ao fato histórico visto nos vídeos onde Alexandro Volta diz sentir o “gosto” da energia elétrica, em decorrência do formigamento que era causado, pelas pilhas que ele produziu. A reprodução pelos alunos causou-lhes muita euforia, em seguida, vários outros grupos quiseram também experimentar. Receosos, perguntavam se havia o risco de choque, os alunos que já haviam experimentado, diziam que não, porque a voltagem era pequena. Essa foi uma influência positiva, onde o interesse e a curiosidade são instigados, é fruto de ambiente interativo, favorecendo a troca de informações e experiência desenvolvidas em conjunto.

Outro fato interessante foi observado quando, outro grupo, resolveu testar a condutividade da água. A decepção era visível quando eles viram que a água não era um bom meio condutor. Vários questionaram sobre os choques

mais intensos, em razão do corpo molhado. Perante aos questionamentos, buscava-se sempre fazer um trabalho reflexivo, por exemplo, quando o sujeito toma o choque ele está segurando é uma pilha de 3V? Pense no que diferencia o processo?

Quando o professor orientava os questionamentos estruturando sequências, os alunos conseguiam avançar mais com o raciocínio, fato observado nos momentos de formalização conceitual. Porém, quando o grupo tinha que usar dos questionamentos para explorar e abordar os fenômenos, as respostas apresentavam ideias generalizadas, onde as especificidades do fenômeno não eram abordadas.

Embora o grupo amplie os questionamentos a respeito do fenômeno, os integrantes apresentam dificuldades em estruturá-los e organizá-los em sequência de raciocínio. A atuação do professor, nessa etapa, é fundamental, mediando as discussões, para que os alunos não se apropriem de conceitos equivocados.

A dinâmica apresentada, no pátio, construindo o modelo atômico, proporcionou um ótimo momento de descontração, interativo e educativo. Inicialmente, os alunos se apresentaram bastante intimidados em querer representar o elétron. O professor deixou livre para que eles se manifestassem. Nos primeiros minutos, gerou algo parecido a um jogo de empurra, do tipo: “*vai fulano, vai cicrano*”. Após isso, alguns alunos começaram a se disponibilizar e alguns traziam consigo colegas puxados pela mão, incentivando a participação e o envolvimento nos processos. Os risos e comentários observados durante o processo identificou um ambiente agradável, mostrando uma turma receptível a novas informações. As imagens geradas por essa dinâmica esteve presente em várias outras situações ao longo de todo o desenvolvimento da unidade didática, sempre que o professor tinha que retornar ao assunto, quando era mencionada a dinâmica, os alunos conseguiam lembrar-se dos elétrons livres, presentes na estrutura da matéria.

#### 5.4 Quarto Momento

Nesse momento, objetivou-se:

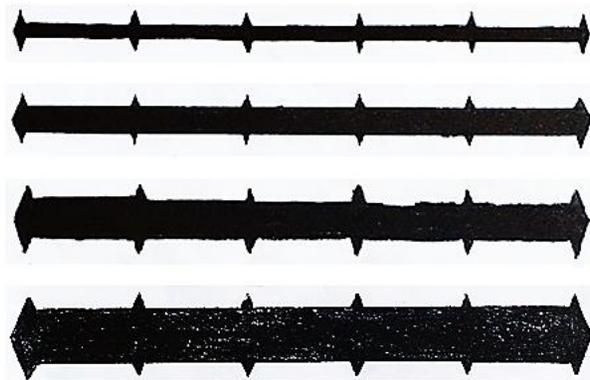
- a) Favorecer a colaboração e a socialização de conhecimentos entre integrantes do grupo, durante o desenvolvimento das atividades;
- b) Analisar as interações estabelecidas, durante o desenvolvimento da atividade;
- c) Compreender o conceito de resistência elétrica e sua unidade de medida no SI;
- d) Compreender que a resistência elétrica de resistores de fio varia com o seu comprimento, com a área e o tipo de material;
- e) Conhecer as finalidades de um multímetro.

Nesse momento, foi apresentada a segunda Lei de Ohm, abordando conceitos de resistência e resistividade do material. Como proposta de trabalho, foi realizada uma prática de caráter experimental. Nessa atividade, os alunos receberam um roteiro discriminando os procedimentos a serem seguidos. Para o desenvolvimento da atividade, cada grupo montou quatro “resistores” representados por traços de grafite<sup>11</sup> em folha A4.

---

<sup>11</sup> Neste experimento, foi pedido o grafite 6B, em razão da sua melhor aderência ao papel.

Figura 12 - Representação dos resistores de 5mm, 10mm, 15mm e 20mm de espessura, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Legenda: Todos os resistores apresentam um comprimento final de vinte centímetros. Ilustrações feitas pelos grupos 9, 5, 3 e 4 respectivamente.

Foram necessárias quatro aulas, de cinquenta minutos cada, para a realização dessa atividade.

Primeira aula: Após a explicação introdutória dos objetivos da aula, os grupos<sup>12</sup> coloriram os resistores (Figura 12) utilizando o lápis 6B<sup>13</sup>, nem todos os alunos trouxeram o lápis. Por precaução, o professor levou alguns lápis reserva, imaginando essa possibilidade. Cada grupo trabalhou com dois lápis em média. Alguns grupos tiveram a iniciativa de distribuir as tarefas para aproveitar melhor o tempo. Após ter colorido os primeiros resistores, eles passavam o lápis para os outros dois do grupo e começavam a fazer as medidas, usando o multímetro. Outros, observando, reproduziram o comportamento e outros receberam a orientação. Como o aparelho de multímetro era só um por grupo, as medições só poderiam ser feitas uma de cada vez, deixando talvez alunos ociosos, o que não aconteceu porque enquanto um media posicionando o multímetro nos pontos

---

<sup>12</sup> Grupos formados com quatro alunos cada.

<sup>13</sup> Material solicitado antecipadamente a turma.

específicos, outro aluno registrava os dados e os outros dois coloriam os resistores restantes.

O professor pediu que os alunos revezassem as tarefas de modo a todos participarem da construção. As medições foram feitas em pontos exaltados nos resistores. Os pontos representam uma variação de quatro centímetros no comprimento do resistor, portanto foram considerados os comprimentos de quatro, oito, doze, dezesseis e vinte centímetros. Os registros foram feitos em uma tabela, conforme exemplificada abaixo.

Os alunos ficaram bastante empolgados e interessados com o manuseio do material e a realização da atividade. Todos se comprometeram com o desenvolvimento da atividade de maneira satisfatória.

Segunda aula: Usando os dados coletados na aula anterior os alunos seguiram orientações para traçarem o gráfico representando a variação da resistência em função do comprimento.

Terceira aula: Os alunos traçaram o gráfico representando a variação da resistência em função da espessura dos resistores.

Inicialmente julgou-se necessária apenas uma aula para a montagem dos dois gráficos, porém as dificuldades apresentadas pelos alunos na realização dessa tarefa fez com que o tempo se estendesse para mais um horário.

As dificuldades observadas referiam-se ao processo básico para a montagem de gráficos, como: relacionar as grandezas e dividi-las de forma proporcional, aproveitar o espaço disponível na folha, usar mecanismo para favorecer a leitura do gráfico como cores, símbolos e legendas.

Observando o processo de desenvolvimento das atividades, o professor acompanhava e intervinha, por meio da mediação, buscando favorecer e explorar o momento de aprendizagem do aluno, considerando não somente o desenvolvimento cognitivo, mas também ações procedimentais, atitudinais e sociais. Esse processo ocorreu com muita intervenção do professor e também entre os alunos.

A comunicação, identidade da interação social, sem dúvida nenhuma se mostrou uma ferramenta indispensável perante a uma situação de dificuldades. Por meio dela, os alunos iam percebendo melhores formas de realizar o trabalho, com ações de refazer ou acrescentar na atividade. O compartilhamento de informações retrata uma cena onde é visto um grupo interagindo em prol da melhoria de todos.

A produção na sala de aula era observada em todos os grupos, normalmente um aluno desenhava, os outros conferiam e ajudavam com os dados. Para que todos participassem da construção do gráfico, o professor pediu que cada integrante montasse um gráfico<sup>14</sup>. Sendo assim, todos desenvolveriam de forma participativa e colaborativa a atividade. Percebia-se um interesse e compromisso dos grupos em realizar a atividade.

Após montarem e analisarem os gráficos, os grupos discutiram sobre a relação de proporcionalidade entre as grandezas representadas. Na análise, os grupos tiveram que discutir sobre hipóteses<sup>15</sup> que se adequavam aos pontos fora da curva. Quanto às proporcionalidades todos conseguiram relacionar corretamente as grandezas. Quanto à análise sobre os pontos fora da curva muitos apresentaram dificuldade em relacionar os procedimentos e dados experimentais com os resultados obtidos, o que se era de esperar uma vez que esse tipo de trabalho ainda não tivesse sido realizado com eles.

---

<sup>14</sup> Os gráficos representando cada resistor foram montados utilizando o mesmo plano de fundo.

<sup>15</sup> Quase todos os grupos acharam que bastavam ligar os pontos para obter o traço do gráfico. Identificado o problema, o professor comentou, com a turma, que no tratamento de dados experimentais, a coleta de dados é feita inúmeras vezes antes de se obter um resultado final, que normalmente é representado pela média de repetidas medidas (não era o caso). Para o gráfico a curva ou reta traçada busca contemplar maior número de pontos possíveis. E se caso houver um ponto muito fora da curva ele deve se desconsiderado e analisado suas medidas novamente.

Quarta aula: Ao final da terceira aula, o professor recolheu todos os trabalhos para analisar os resultados, base usada para o formalismo físico, os quais relaciona Lei de Ohm.

A estratégia utilizada fundamentou-se na construção de um diálogo com a turma, no qual, juntos, professor e alunos, discutiram sobre dados apresentados por todos os nove grupos. A estratégia assumiu uma perspectiva de indagação e questionamentos, fazendo a turma refletir sobre as maneiras de como analisar os dados. Para tanto, o professor usou como parâmetro os próprios gráficos e resultados obtidos por todos os grupos, sem identificá-los. E direcionando os gráficos à turma, o professor foi abordando as grandezas envolvidas no processo, as relações de proporção entre elas, gerando questionamentos de modo a gerar reflexões que orientavam e contribuía com a análise dos grupos sobre os resultados.

Dentro desse momento, os alunos revisaram os resistores, analisando a uniformidade do traçado, a delimitação regular, marca do lápis entre outros exemplos de variáveis externas que podem interferir na precisão dos dados apresentados.

O professor, no processo de mediação do conhecimento, insistia sempre na explicação das conclusões obtidas. Quando algum grupo não conseguia concluir o raciocínio, outro grupo era chamado à discussão até que, por meio da contribuição e colaboração de todos os grupos, a estruturação conceitual foi formada, abordando os questionamentos e dúvidas apresentados pela turma. Durante o processo, grupos conseguiram identificar fatores que influenciaram nos dados obtidos. O grupo 7 observou que tinha usado um lápis B ou invés do 6B, recomendado. Ao observar os valores de um dos seus resistores, observou números bem fora da variável padrão, o que os fez intuir ser o grafite diferenciado.

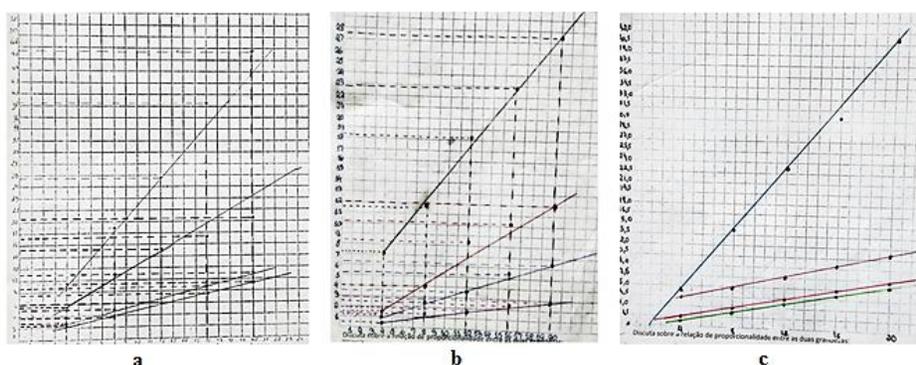
A diferença também foi observada pelo grupo seis, porém o grafite do lápis usado referia ao 4B, na representação do gráfico a resistência do resistor de 20 mm foi maior em relação ao de 15mm. Na análise, o grupo justifica:

*“A resistência diminui quando a espessura aumenta exceto no de 2,0<sup>16</sup> pois o lápis usado inicialmente foi o 4B não o 6B. Pode ter sido este o erro.”*

Vale apenas ressaltar que as diferenças de material foram identificadas por meio da análise de resultados, o que levou a mais uma variável no valor da resistência que é o material. Um fato retomado, nesse momento, foi o exemplo do um grupo que tentou colorir o resistor com o grafite normal, propositalmente, pois não comprou o lápis recomendado. Os valores da resistência extrapolaram a capacidade de medição do multímetro. Alguns alunos, por curiosidade, utilizaram a caneta, o papel e observaram o mesmo.

A seguir, a figura ilustra alguns gráficos traçados pelos grupos.

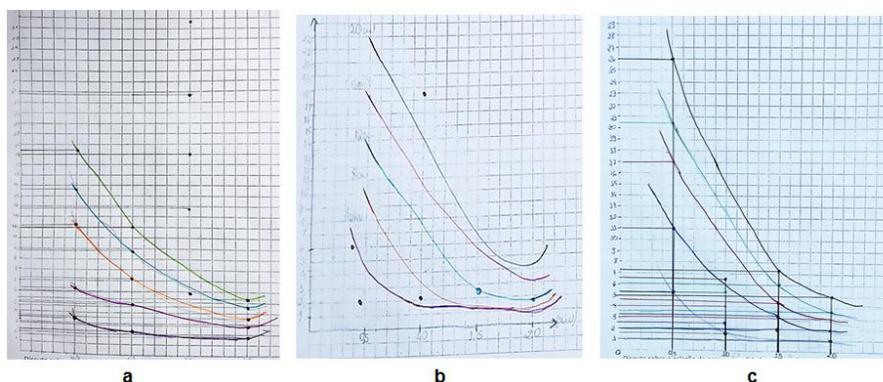
Figura 13 - Gráficos traçados pelo grupo 7 (a), grupo 5(b) e grupo 1(c). A figura mostra a relação de proporcionalidade evidenciada pelos grupos ao analisarem a resistência elétrica, dado no eixo vertical, em função do comprimento dos resistores, dados no eixo horizontal.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Figura 14 - Gráficos traçados pelo grupo 7 (a), grupo 5(b) e grupo 1(c).

<sup>16</sup> Referente a dois centímetros.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Legenda: A figura mostra a relação de proporcionalidade evidenciada pelos grupos ao analisarem a resistência elétrica, dado no eixo vertical, em função da espessura dos resistores, dados no eixo horizontal.

No grupo 5, apresentou-se muita dificuldade ao representar o gráfico que inicialmente foi montado, relacionando as grandezas de forma errada. Ao perceber a diferença em relação aos outros grupos, o professor foi chamado para conferir a atividade realizada. Identificado o erro foi sugerido ao grupo que refizesse novamente o gráfico. Com o limite do tempo, o grupo não conseguiu desenvolver a atividade e procurou reproduzir o que foi observado nos outros grupos copiando os traços. No gráfico, são observados apenas alguns pontos que relacionam as grandezas, dados insuficientes para caracterizar a curva.

O grupo 3 pediu para refazer<sup>17</sup> as coletas de dados, pois haviam usado uma escala diferente da sugerida no roteiro do experimento. Os resultados apresentados pelo grupo mostra maior resistência para resistor de 20 mm relação ao resistor de 15 mm. Em análise o grupo sugere:

“Em tese, quanto maior a espessura, menor será a resistência, isso porque melhora a condutividade da energia pela grandeza de espaço. Mas na prática notamos que isso não

<sup>17</sup> O grupo usou o horário de educação física para refazer a tarefa.

foi uma tendência, talvez pelo preenchimento inadequado destes espaços e a não uniformidade.”

Os grupos 5 e 9, apresentaram bons padrões nos resultados.

Ao final da quarta aula, foi construído com a turma o equacionamento que relaciona a resistência elétrica (R) com o comprimento do fio (L) e a secção transversal (A).

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Essa relação estabelece a segunda Lei de Ohm.

Na pratica desenvolvida pelos alunos, a espessura foi representada pela da área, em razão das características físicas apresentadas pelo resistor, condição que foi discutida com os alunos. De posse de fio improvisado, o professor mostrou o que seria a representação real da área da secção transversal do fio de área A e o comprimento foi representado por L.

Refletindo sobre os questionamentos e dificuldades apresentadas pelos alunos, a quarta aula começou com a construção de um diálogo, buscando fundamentações para conclusões apresentas pelos grupos, focando construir o formalismo conceitual que estabelece a Lei de Ohm.

#### **5.4.1 Análise - Quarto momento**

A coleta de dados foi uma etapa que ocorreu sem muita dificuldade. Os grupos usaram o trabalho colaborativo para desenvolver a atividade em tempo hábil. Durante esse processo, foi observado que o grupo interagiu cobrando do colega capricho com o colorido dos resistores, fala como: “*colore isso direito*” foram ouvidas.

No grupo 3, um aluno desmanchou e tentou colorir de novo, porque os colegas cobraram dele um serviço melhor. Podemos observar uma mudança de comportamento perante a intervenção do grupo.

O processo de construção dos gráficos foi muito difícil, muitos grupos não sabiam nem como começar, alguns grupos fizeram totalmente fora de escalas o gráfico. Para que a relação dos conceitos físicos pudesse ser abordada corretamente, o professor teve que ir de grupo em grupo ajudando com informações que orientassem melhor o que era para ser feito. Nessa etapa, a colaboração agiu como auxílio ao professor, pois ao explicar para o grupo, pelo menos um aluno do grupo entendia o procedimento, ficando ele encarregado de explicar novamente para os demais alunos do grupo. Assim sobrava mais tempo para o professor auxiliar outros grupos.

Durante a formalização dos conceitos, os alunos conseguiram mencionar facilmente a relação de proporcionalidade, por meio dos gráficos. Refletiram sobre a própria prática, identificando procedimentos e ações que comprometeram o resultado.

Observa-se que, nesse momento, as respostas apresentam um formato mais elaborado, considerando mais detalhes no processo explicativo. A atividade desenvolvida contribuiu de forma significativa com a participação dos alunos, na etapa do formalismo físico. Durante os questionamentos, as respostas apresentadas pelos alunos, demonstravam maior propriedade do conhecimento. As dificuldades apresentadas durante o processo acabou exigindo um investimento maior pela busca de informação, dando a sensação ao professor de melhor compreensão dos conceitos.

### **5.5 Quinto Momento - Aplicando os conceitos**

Com esse momento, objetivou-se:

- a) Desenvolver o pensamento e ações colaborativas;
- b) Desenvolver o senso crítico, o conhecimento científico e a capacidade de argumentação;
- c) Desenvolver o raciocínio lógico, por meio de compartilhamento de conceitos interiorizados e conceitos discutidos pelo grupo;
- d) Aplicar e reforçar os conceitos assimilados de Corrente Elétrica, Primeira Lei de Ohm, Segunda Lei de Ohm, Condutores e Isolantes.

Esse momento foi desenvolvido ao longo de uma aula de cinquenta minutos. Foi entregue a cada grupo uma lista com quatro exercícios, que deveriam ser respondidos somente com o conhecimento adquirido. Não foi permitida consulta ao material didático.

Os exercícios abordaram conceitos trabalhados em aulas anteriores como: corrente elétrica, isolantes e condutores elétricos, primeira e segunda Lei de Ohm.

**Primeira questão:** Aborda o conceito de corrente elétrica e a relação de proporção entre a corrente e a resistência elétrica.

Na análise feita das respostas, os grupos representam o entendimento de corrente como sendo fluxo ou movimento de cargas elétricas e conseguem relacionar corretamente corrente elétrica e resistência elétrica.

Tabela 8 - Amostragem de elaborações conceituais de corrente elétrica apresentadas pelos grupos.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“Corrente elétrica é o movimento ordenado de portadores de carga elétrica. Quanto maior a resistência menor é a intensidade da corrente, em uma relação é inversamente proporcional.” (Grupo 6)</i></p> <p><i>“Fluxo de elétrons no condutor. Quanto menor a resistência maior a corrente.” (Grupo 3)</i></p> <p><i>“Corrente elétrica é o movimento de elétrons e resistência é inversamente proporcional a corrente.” (Grupo 4)</i></p>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

**Segunda questão:** a questão aborda o conceito de isolante e condutores elétricos. Na questão, foi apresentado um texto no qual fala-se sobre medidas e equipamentos de segurança de um eletricista. A partir do texto, são feitos os seguintes questionamentos:

- a) Por que alguns equipamentos do eletricista são revestidos de borracha?

Os grupos caracterizam a presença desse material como uma forma de isolamento elétrico que dificulta a passagem da corrente elétrica pelo o corpo humano.

Tabela 9 – Amostragem de repostadas sobre o questionamento (a).

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“A borracha é utilizada como material isolante, impossibilitando a passagem de corrente.”(Grupo 3)</i></p> <p><i>“Para não tomar choques elétricos.”(Grupo 9)</i></p> <p><i>“Pois a borracha é um isolante e isso impede que o eletricista tome choque”. (Grupo 6)</i></p> <p><i>“Porque a borracha é material isolante.” (Grupo 7)</i></p>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

- b) Em que outra situação do nosso dia a dia, é possível observar a presença desse conceito?

Tabela 10 – Amostragem de repostadas sobre o questionamento (b).

<b>Exemplificações</b>	<i>“Quando você toma banho de chinelo para não tomar choque.” (Grupo 9)</i>
	<i>“Revestimentos dos fios elétricos.” (Grupo 4)</i>
	<i>“Caso caia um raio no seu carro, o pneu não deixará a energia passar...” (Grupo 5)</i>
	<i>“Quando a pessoa mexe no registro da casa.” (Grupo 7)</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nessa etapa, objetivou-se analisar a capacidade dos alunos em transpor o conceito em situações em que estão presentes no dia a dia. Observando as repostas, os grupos conseguem associar o conceito a alguma situação do dia a dia. Porém o grupo 7 exemplifica uma resposta muito evasiva. Essa dificuldade foi apresentada em outras questões desenvolvidas pelo grupo.

- c) Por que alguns materiais são condutores de energia e outros não?

Tabela 11 – Amostragem de repostadas sobre o questionamento (c).

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“o fato é que os corpos condutores possuem uma grande quantidade de partículas eletrizadas livre enquanto os elétrons do isolante são fortemente ligados ao núcleo.” (Grupo 6)</i></p> <p><i>“o condutor facilita a passagem de elétrons e os isolantes dificultam ou impedem a passagem de corrente.” (Grupo 1)</i></p> <p><i>“há materiais com maior resistividade, impossibilitando o compartilhamento de elétrons”. (Grupo 3)</i></p> <p><i>“A quantidade de elétrons na camada de valência” (Grupo 9)</i></p> <p><i>“A quantidade de elétrons na camada de valência, o condutor tem na ultima camada espaço livre para a movimentação de elétrons.” (Grupo 2)</i></p> <p><i>“O condutor elétrico conduz energia carregado positivamente ou negativamente já que o isolante é térmico é neutro.” (Grupo 7)</i></p>
------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As respostas observadas nessa questão sugerem um conceito em construção, onde os alunos incorporam certos conhecimentos adquiridos, mas ainda não apropriados. A maioria dos grupos busca explicar o fenômeno resgatando a dinâmica realizada no momento 3. Fato observado pelos comentários ouvidos pelo professor durante o processo de mediação.

O grupo sete apresentou uma grande dificuldade em desenvolver a questão conceitos, equivocando-se com o uso das palavras. A comunicação observada no grupo era bem pequena. Durante o processo, o professor procurou discutir alguns conceitos, com esse grupo, incentivando a produção por meio do intermediário. A linha do raciocínio estabelecida pelo professor era, aparentemente, compreendida pelo grupo, porém a produção independe.

**Terceira questão:**

Na terceira questão, trabalha-se com a relação estabelecida pela Segunda lei de Ohm. Nessa questão, foram apresentadas quatro lâmpadas de filamento, diferenciadas pelo comprimento e a área da secção transversal do fio. A questão pede para comparar a corrente elétrica que irá fluir pelo filamento da lâmpada, quando submetida por uma mesma tensão.

Os grupos 2, 3, 6 e 9 conseguiram analisar corretamente as relações:

Tabela 12 - Relações estabelecidas pelos grupos entre a corrente e a resistência elétrica e entre a resistência elétrica com o comprimento e a espessura do filamento da lâmpada.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“Concluimos que a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência. Igual na questão número 1. A corrente nas lâmpadas 1 e 4 é igual, na 2 é menor que em todas e na 3 é a menor que em todas.” (Grupo 9)</i></p> <p><i>“Lâmpada 1 e 4: não tem variação de área e do comprimento, portanto a corrente não irá alterar. Lâmpada 2: quanto maior a área menor a resistência, consequentemente a corrente será maior. Lâmpada 3: quanto maior o comprimento maior a resistência, assim a corrente será menor”. ( Grupo 2)</i></p> <p><i>“Quanto maior comprimento maior resistência quanto menor área menor resistência. <math>L1 = L4^{18}</math> <math>L1/2 = L2</math> <math>L3 = 2L1</math>” (Grupo 6)</i></p>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os grupos mostram conhecimento da segunda Lei de Ohm ao relacionar as grandezas que interferem na resistência de um fio, ainda reforçam a relação entre resistência e corrente elétrica.

<sup>18</sup> Embora o grupo não especifique na resposta, L1, L2, L3 e L4 se referem às lâmpadas. A relação de igualdade é a comparação da proporção entre as correntes com base nas análises do grupo.

Os grupos 1, 4, 5 e 7 se equivocam ao responder a questão. A confusão criada reflete um conhecimento ainda em construção, necessitando ser revisto. Os alunos usam de termos pertinentes ao processo, porém se equivocam ao relacioná-lo na abordagem conceitual.

Tabela 13 - Elaboraões apresentadas pelos grupos que tiveram dificuldades em relacionar corretamente a dependência entre corrente elétrica e resistência elétrica.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“Quanto maior a área, maior a resistência e menor a resistência.” (Grupo 1)</i></p> <p><i>“A corrente é a mesma.” (Grupo 4)</i></p> <p><i>“Quanto maior o tamanho da lâmpada e maior a área de secção transversal maior será a quantidade de luz emitida pela lâmpada.” (Grupo 5)</i></p> <p><i>“Através do comprimento da resistência da lâmpada que quanto maior, maior a resistência e quanto menor a largura menor a resistência..” (Grupo 7)</i></p>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

**Quarta questão:** a quarta questão tem como objetivo reforçar a segunda Lei de Ohm, por meio de uma situação presente no dia a dia, a resistência do chuveiro elétrico.

A questão traz uma figura representando a resistência do chuveiro, na qual são determinados terminais denominados A, B e C.

Figura 15 - Resistência de chuveiro.



Fonte: PUC/PR (2008).

A discussão gira em torno de determinar em quais terminais (AB ou AC), quando submetidos a uma diferença de potencial (ddp) de 220V, a água terá maior e menor temperatura.

Tabela 14 – Amostragem de respostas elaboradas com a discussão da resistência elétrica do chuveiro.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“Maior temperatura em AB porque o espaço da resistência é menor, chegando mais energia no aquecimento da água, diferente de AC.” (Grupo 5)</i></p> <p><i>“O que terá a maior temperatura é o AB, pois o resistor é menor e isso facilita a passagem de corrente. O que terá menor é o AC porque o resistor é maior e isso dificulta a passagem de corrente.” (Grupo 1)</i></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <math display="block">4. \uparrow R = \frac{\Delta T \cdot P}{J} \quad \downarrow I = \frac{V}{R \uparrow}</math> </div> <div style="flex-grow: 1;"> <p><i>“AB a corrente será maior e maior será a temperatura da água. AC a corrente será menor, então a temperatura será menor.” (Grupo 3)</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <math display="block">4) V = R \cdot i</math> <math display="block">\downarrow i = \frac{V}{R \uparrow}</math> </div> <div style="flex-grow: 1;"> <p><i>“ Quanto maior a resistência, menor a corrente e água mais fria. Quanto menor resistência, maior a corrente e água mais quente.” (Grupo 9)</i></p> <p><i>“Quanto maior a resistência menor a corrente e elétrica deixando a água em temperatura baixa e quanto menor a resistência maior a corrente elétrica aumentando e aquecendo a água.” (Grupo 7)</i></p> </div> </div>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Todos os grupos conseguiram responder corretamente essa questão. A resistência elétrica do chuveiro tinha sido citada como exemplo na fundamentação teoria ao final do quarto momento. Por ser recente para eles o exemplo, con-

seguiram reproduzir o que foi abordado. Uns grupos com menos detalhes que outros, mas dentro do contexto.

Ao final dessa aula, analisando as questões, o professor julgou necessário mais uma aula de cinquenta minutos para que fossem discutidas, com os grupos, maneiras de produzir respostas mais elaboradas, procurando abordar um número máximo de fenômenos físicos.

A segunda aula foi desenvolvida, por meio do diálogo com a turma, usando questionamento, produzido pelo professor, de modo a construir repostas completas associando todas as relações físicas por trás do processo. A elaboração dessas repostas parte de uma ação conjunta entre grupos por mediação do professor, de forma colaborativa onde cada grupo acrescenta uma informação para a construção resposta.

Como complementação, foi discutido com a turma o efeito Joule, presente no aquecimento da água, como exemplos foram citados outras situações em que ele aparece (aparelhos resistivos). E discutidas situações em que ele se torna problema.

### **5.5.1 Análise – Quinto momento**

Grande parte dos grupos conseguiu abordar os conceitos pertinentes a cada questionamento. Mesmo os grupos que não apresentaram respostas apropriadas ao problema, desenvolveram as atividades representando suas percepções e comprometimento com o desenvolvimento do trabalho.

Foi possível perceber que todos os grupos, de alguma forma, avançaram no processo de aprendizagem. A presença de termos específicos do conteúdo representa o uso do conhecimento científico como forma de contextualização do problema. Mesmo que ainda em processo de apropriação dos conceitos, os alunos buscaram construir as respostas a partir do raciocínio lógico, contextualizando com o cotidiano, como um fio mais grosso é mais resistente, um fio mais

fino é menos resistente. Essas repostas sugerem que o termo resistência mecânica é confundido com a resistência elétrica.

O grupo que respondeu que as lâmpadas brilhariam da mesma forma, quando foi questionado sobre a resposta, argumentou dizendo que a ddp era a mesma, sendo assim, a corrente seria igual.

A partir desse processo, o professor fez um trabalho de orientação, com os grupos, mostrando a necessidade de rever determinados conceitos e sugerindo estudo extraclasse. Imagina-se que essa atividade tenha sido realizada sem esse tipo de estudo, pois os alunos não foram avisados.

A atividade também assume caráter norteador no processo de aprendizado, o próprio aluno percebe ao interagir com ela as dificuldades apresentadas, tendo a capacidade de identificar os pontos que devem ser revistos e reforçados.

Durante o desenvolvimento da atividade, os grupos interagiram muito. Foram observados alunos explicando conteúdo, discutindo conflitos, alguns passivos, outros mais ativos que buscavam inclusive interagir com outros grupos. A fala, instrumento de interação, comunicação, troca de informação, argumentação entre outros, presente durante todo o processo.

### **5.6 Sexto momento**

Nesse momento, objetivou-se:

- a) Favorecer a aprendizagem colaborativa, por meio das interações estabelecidas nos grupos;
- b) Analisar as interações entre os estudantes que promovem ou comprometem a aprendizagem;
- c) Conhecer a simbologia usada para representação de dispositivos elétricos no circuito como: resistores, fonte de tensão, chaves, amperímetro e voltímetro;

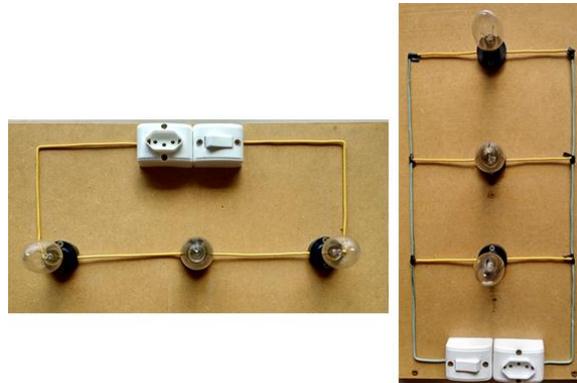
- d) Representar circuitos elétricos em série, paralelo e misto, por meio de diagramas.
- e) Conhecer as características que definem o circuito série e paralelo;
- f) Desenvolver atividades com aplicação da primeira lei de Ohm, enfatizando a relação entre resistência, diferença de potencial e corrente elétrica;
- g) Desenvolver o cálculo da resistência equivalente.

Buscou-se, com esse momento, construir com os alunos a definição de circuito elétrico incorporando os conceitos físicos já discutidos até esse momento. O diálogo foi uma ferramenta essencial no desenvolvimento desse processo que possui caráter colaborativo, interativo e integrativo.

As atividades propostas para o desenvolvimento desse momento ocorreram ao longo de cinco aulas de cinquenta minutos cada. Nas aulas, foram usadas como estratégias, atividades práticas de caráter investigativo e demonstrativo, analisando a estrutura, componentes e funcionalidades de um circuito elétrico. As investigações ocorrem com base nas características das associações de resistores em série e paralelo. Buscando analisar o comportamento da corrente elétrica e a diferença de potencial.

**Primeira aula:** primeiramente, a turma foi reunida em grupos com quatro alunos. Em seguida, foram apresentadas duas estruturas de circuitos elétricos.

Figura 16 - Circuitos em série e em paralelo.



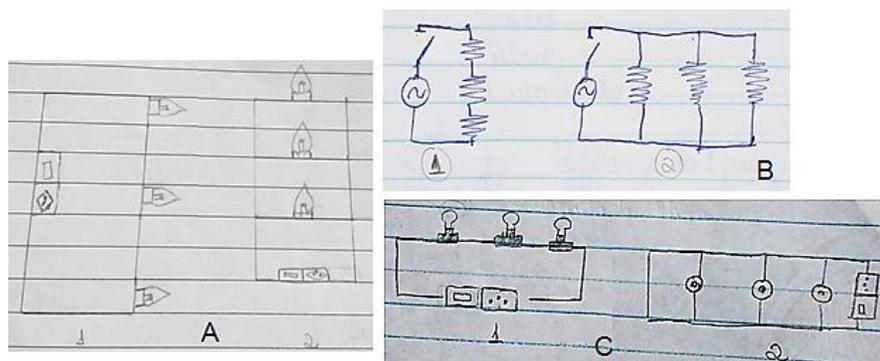
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As lâmpadas que compõem os circuitos são idênticas, assim como os fios e a voltagem total (127 V) em cada circuito.

Inicialmente, buscou-se desenvolver percepções relacionadas às diferenças entre as estruturas dos circuitos, identificando componentes e funcionalidade de cada um. A partir da estrutura, buscou-se analisar o comportamento da corrente elétrica, da voltagem e da resistência equivalente em cada circuito.

Foi solicitado aos grupos que analisassem as estruturas de cada circuito e, em seguida, desenharem um esquema representando-as.

Figura 17 - Representações dos circuitos pelo grupo 1(A), grupo 3 (B ) e grupo 4 (C).



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As representações apresentadas foram bem completas, considerando todos os componentes. A maioria dos grupos usaram bolinhas para representar as lâmpadas e linhas para representar os fios. Outros optaram por fazer desenhos das lâmpadas e componentes do circuito. Três grupos usaram simbologia própria dos conceitos físicos, demonstrando conhecimentos prévios da matéria.

Complementando os esquemas, o grupo deveria descrever as características que diferenciavam os circuitos. As principais características apresentadas pelos grupos apontam a forma como as lâmpadas estavam ligadas, o que era o objetivo nesse momento.

Tabela 15 – Amostragem da análise das características estruturais do circuito em série e do circuito em paralelo feita pelos grupos.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“Na estrutura 1 o fio que liga as lâmpadas é o mesmo, que é o contrário da estrutura 2 onde se usa um fio para cada lâmpada.” (Grupo 8)</i></p> <p><i>“Estruturalmente o que podemos notar de diferente é a posição do interruptor e da tomada e a forma como os fios estão ligados nas lâmpadas.” (Grupo 6)</i></p> <p><i>“No primeiro desenho as lâmpadas estão ligadas entre si e na segunda as lâmpadas estão ligadas diretamente na fonte.” (Grupo 1)</i></p> <p><i>“No modelo, as lâmpadas são parte do circuito de uma forma que o fio precisa passar por todas elas para dá sequencia. Já o modelo 2, percebemos que existem 3 caminhos de fios, podendo optar por uma única lâmpada.” (Grupo 3)</i></p> <p><i>“No primeiro desenho as lâmpadas estão ligadas entre si e na segunda as lâmpadas estão ligadas diretamente na fonte.” (Grupo 4)</i></p>
------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após a escrita dos grupos, o professor promoveu um diálogo com a turma, incluindo, nas discussões, os resultados apresentados pelos grupos. Nesse momento, foi pedido, por indicação, ao grupo que apresentasse o modelo e citas-se as principais características observadas, compartilhando com a turma. Após algumas apresentações, demonstrando as diferentes percepções, o professor chamou a atenção para a necessidade de ter um padrão universal para a representação desses componentes no meio acadêmico, a partir disso, foram apresentados à turma os símbolos mais comuns usados para representar os componentes de um circuito na literatura.

Estabelecidas as diferenças das estruturas, o professor seguiu mediando o processo de construção do conhecimento com o seguinte questionamento: Ao ligar os dois circuitos, a uma mesma ddp, o brilho das lâmpadas serão iguais?

Tabela 16 - Hipóteses dos grupos a respeito do comportamento da corrente elétrica ( associação com o brilho da lâmpada) no circuito com as lâmpadas associadas em série e com a associação em paralelo.

<b>Exemplificações</b>	<p><i>“As lâmpadas não vão acender na mesma proporção. No circuito um sempre a ultima lâmpada terá uma tensão menor o que na primeira, já no circuito 2 é a mesma energia para todas as lâmpadas” (Grupo 9)</i></p> <p><i>“No caso 1 é um único fio, então há uma diferença na passagem de energia. No 2 a distribuição de energia é uniforme para as três lâmpadas.” (Grupo 2)</i></p> <p><i>“No modelo 1, em que a energia passa continuamente pelas lâmpadas aparentemente não haverá perdas ou divisões das mesmas. No segundo, como comentamos essa energia pode se dividir nos três caminhos que encontra, podendo haver perdas ou divisões dessa energia.” (Grupo 3)</i></p> <p><i>“Na estrutura 2, a corrente vai passar mais rápido e a luz vai ser mais forte, pois como é vários fios a distribuição será maior e na estrutura um será o contrario pois será só um fio para distribuir.” (Grupo 8)</i></p>
------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nesse momento, foi observado que o questionamento, antes de realizar o experimento, acaba gerando expectativa e estimulando os alunos a buscar resultados. Antes que o professor pudesse ligar os circuitos para colocar em prática as hipóteses, elaboradas pelos grupos, o sinal bateu dando término ao período. O professor, em provocação, disse que continuaria na próxima aula. A reclamação foi geral, todos queriam saber qual seria o comportamento dos circuitos. Aproveitando a curiosidade estimulada, o professor ligou rapidamente os dois circuitos. Alguns grupos se mostraram decepcionados, outros surpresos ao observarem os resultados. Os comentários ouvidos julgavam não ter lógica as lâmpadas no circuito 1 brilharem mais, justificando que no esquema dois a corrente dividiria ficando menor, portanto a lâmpada ficaria com menor brilho. Outro grupo afirmou que era decorrente da tensão, por isso brilhavam mais as lâmpadas, no es-

quema 2. Em fim, o processo teve que ser interrompido com proposta de continuidade na aula seguinte. Como tarefa para casa foi pedido aos grupos para pensarem em hipóteses que representem uma explicação para o fenômeno observado.

### **Segunda aula:**

Retomando as discussões anteriores, o professor pediu à turma que se manifestasse expondo suas opiniões sobre o fenômeno. Porém, o entusiasmo alcançado ao final da última aula já não estava tão presente nesse momento. Então, buscando inteirar-se, novamente, a turma ao processo, o professor dividiu o quadro em duas partes. Na primeira foi escrito circuito um e na segunda, circuito dois.

A partir dessa divisão o professor começou um diálogo com a turma buscando diferenciar os dois sistemas. A princípio foram consideradas as diferenças na estrutura, para que fossem denominados os circuitos série (circuito 1) e paralelo (circuito 2).

Apresentado os nomes dos circuitos, foi feita uma análise das relações físicas envolvidas pelo sistema como: Corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial.

Tabela 17 - Representação dos resultados discutidos em sala de aula. Ressaltando que foram consideradas lâmpadas idênticas e que cada circuito foi submetido a uma mesma voltagem total.

Circuito 1	Circuito 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Denominação: Série</li> <li>• Corrente: é a mesma em todas as lâmpadas. <math>i_T = i_1 = i_2 = i_3...</math></li> <li>• <math>i_T = V_T / R_{eq}</math></li> <li>• Voltagem: divide proporcionalmente a resistência da lâmpada. <math>V_1 = i \cdot R_1</math> <math>V = V_1 + V_2 + V_3...</math></li> <li>• Resistência equivalente: <math>R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3...</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Denominação: Paralelo</li> <li>• Corrente: divide inversamente proporcional a resistência. <math>I_1 = V_1 / R_1</math> <math>i_T = i_1 + i_2 + i_3...</math></li> <li>• <math>I_T = V_T / R_{eq}</math></li> <li>• Voltagem: permanece a mesma entre as lâmpadas. <math>V = V_1 = V_2 = V_3...</math></li> <li>• Resistência equivalente: <math>1 / R_{eq} = (1 / R_1) + (1 / R_2) + (1 / R_3)...</math></li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O diálogo com a turma fundamentou-se no objetivo de diferenciar essas grandezas físicas dentro de cada circuito. Para tanto, o professor foi direcionando os questionamentos aos grupos e a partir das respostas, orientava o processo de estudo, escrevendo em tópico no quadro as discussões apresentadas. Buscando sempre valorizar a participação dos grupos, foi dada a todos a oportunidade de contribuir com a construção do conhecimento.

Quando um grupo não conseguia concluir um raciocínio, outros grupos acrescentavam informações, buscando ajudar os colegas e também expor seu conhecimento.

Os alunos tiveram uma facilidade para relacionar a corrente elétrica e a resistência total do circuito. Como as lâmpadas eram idênticas os alunos inicialmente usaram o brilho das lâmpadas como indicativo de intensidade da corrente. Porém, tiveram dificuldades de relacionar a ddp em cada lâmpada, com a intervenção do professor, o tema foi abordado em caráter explicativo.

Considerando as características pertinentes a cada circuito, a relação de resistência equivalente foi demonstrada à turma. Exemplos como o pisca-pisca e a instalações residenciais foram facilmente reconhecidos pela turma como representação de circuito em série e paralelo.

### **Terceira aula:**

Nessa aula, objetivou-se avaliar a apropriação do conhecimento e acompanhar o desenvolvimento da atividade nos grupos, observando as relações e interações durante o processo.

Cada grupo recebeu um questionário<sup>19</sup> contendo quatro questões. Para respondê-lo, os alunos teriam que compartilhar, em grupo, os conhecimentos adquiridos, não sendo permitida a consulta do material didático.

As duas primeiras questões revisam os conceitos abordados na aula anterior. As duas últimas têm como objetivo extrapolar esses conceitos para a definição do circuito misto.

A primeira questão pede que os alunos relacionem as diferenças observadas entre os circuitos série e o paralelo.

As repostas apresentadas mostram que todos fizeram corretamente as representações e conseguiram relacionar várias características para cada circuito. Alguns grupos se apropriaram mais de detalhes em relação a outros, mas todo o descrito representa as características pertinentes aos circuitos abordados. Foi observado dentro dos grupos um compartilhamento grande de informações. Como eram várias características abordadas, cada um falava o que lembrava e uma informação complementava ou induzia à outra.

---

<sup>19</sup> Os alunos não foram informados que fariam essa atividade, subtende-se que as repostas refletem o conhecimento adquirido no desenvolvimento das atividades. Lembrando que essa proposta foi feita para avaliar a potencialidade da metodologia colaborativa e não para dizer que os estudos independentes são desnecessários.

A segunda questão fala sobre o comportamento do circuito, quando uma das lâmpadas é retirada. Essa foi uma questão abordada na aula anterior usando os circuitos, situação que eles observaram na prática. Todos os grupos conseguiram acertá-la, demonstrando muita tranquilidade ao respondê-la.

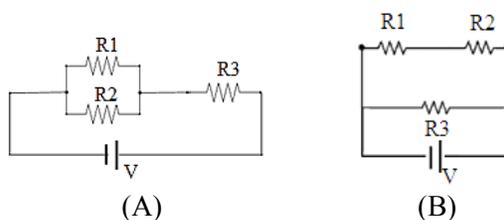
Tabela 18 – Amostragem das respostas obtidas sobre o comportamento de lâmpadas associadas em série quando uma queima ou é retiradas do circuito.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<p><i>“No primeiro circuito as outras lâmpadas vão apagar. Neste caso não haverá possibilidade de passagem de corrente, pois o circuito está aberto. No segundo circuito as outras lâmpadas continuaram acesas. Neste caso a corrente passará do mesmo jeito pois a retirada não influencia no caminho das outras lâmpadas.” (Grupo 9)</i></p> <p><i>“No o em série ao retirar uma lâmpada as outras apagarão, pois estão ligadas a um único fio. No paralelo não vai ter alteração pois cada lâmpada está em um fio independente.” (Grupo 2)</i></p> <p><i>“Na ligação em série se for retirada a primeira lâmpada as outras irão se apagar, pois, todas dividem a mesma corrente. Na ligação paralela se a primeira lâmpada for retirada as outras vão continuar acesas e com mesmo brilho, pois cada uma tem sua própria corrente.” (Grupo 7)</i></p>
-------------------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A terceira questão mostra dois circuitos:

Figura 18 - Representações dos circuitos com associações mistas.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A partir da observação das figuras, os alunos responderam a quatro questionamentos:

- a) Que tipo de associação existe na situação A? E na situação B?

Tabela 19 – Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos ao analisarem o circuito misto.

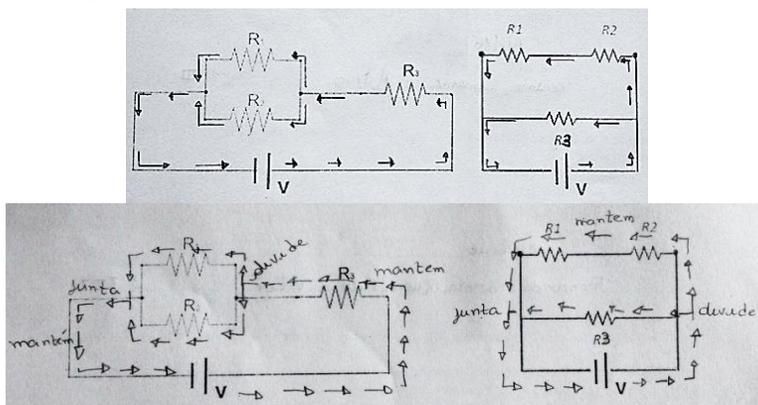
<b>Exemplificações de repostas</b>	<p><i>“Na situação A e na B a associação é que em cada uma tem dois circuitos juntos o em série e o paralelo.” (Grupo 8)</i></p> <p><i>“A: É um circuito em que R3 está em série e R1 em paralelo à R2. B: É um circuito paralelo de R3 e R1R2, sendo que R1 e R2 encontram-se em série.” (Grupo 3)</i></p>
------------------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os demais grupos apresentaram respostas bem parecidas. Foi possível observar que os grupos conseguiram identificar as associações envolvidas.

- b) Represente em cada figura a corrente elétrica que irá circular em cada resistor.

Figura 19 - A primeira figura mostra a representação do grupo 3 e a segunda a representação do grupo 6.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os demais grupos apresentaram representações bem próximas às exemplificadas, exceto os grupos 5 e 8, que parecem não ter entendido o que era para ser feito. O grupo cinco deixou em branco, e quando questionado o porquê, os alunos responderam que não sabiam, e o tempo não foi suficiente para discutir com o professor. Optaram por fazer as outras questões e não conseguiram voltar nessa.

Já a resposta do grupo oito, mostra uma relação de comparação da corrente elétrica, aplicando os conceitos discutidos na aula anterior, onde as lâmpadas ligadas em paralelo apresentavam maior brilho em relação às ligadas em série.

Figura 20 – Resposta dada pelo grupo 8

Figura A:  $R_1$  e  $R_2 = i \uparrow$ ;  $R_3 = i \downarrow$   
 Figura B:  $R_1$  e  $R_2 = i \downarrow$ ;  $R_3 = i \uparrow$

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Observe que, na figura A, os resistores R1 e R2 estão em paralelo, o que leva o grupo a julgar que a corrente será maior que no resistor em série, o mesmo para a figura B. Essa situação mostra uma assimilação dos conceitos, porém não ficaram atentos ao fato de que a ddp difere entre os resistores, e que a associação age como um conjunto. Essa foi uma questão abordada pelo professor para introduzir o conceito de resistência equivalente.

Talvez ficasse mais claro se a palavra sentido fosse acrescentada, antecedendo à corrente elétrica, na pergunta sugerindo orientação. O objetivo dessa pergunta é chamar a atenção para o comportamento da corrente elétrica ao longo do percurso, fazendo os alunos perceberem o caminho a ser seguido pela corrente, enfatizando os nós, ponto de divisão da corrente.

Terceiro questionamento.

- c) Compare em cada situação a corrente que passa em cada resistor.

Nesse instante, o tempo já representava um fator comprometedor do processo, procurando não deixar em branco, os alunos responderam bem rapidamente. Os grupos 1, 2, 6, 8 e 9 representaram percepções que incorporam bem os conceitos abordados com a turma.

Tabela 20 - Amostragem das respostas apresentadas pelos grupos ao analisarem o comportamento da corrente elétrica no circuito misto.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<p><i>“A: No R3 a corrente se mantém e depois ela se divide para passar no R1 e R2, saindo no final do circuito juntas, voltando a se manter.” (Grupo 1)</i></p> <p><i>“No esquema A, R3 a corrente vai ser uma só, enquanto no R1 e R2 a corrente será dividida. No B, R1 e R2 será uma mesma corrente e R3 estará dividindo por estar em paralelo.” (Grupo 2)</i></p>
-------------------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os grupos 3, 4, 5 e 7 apresentaram muita dificuldade ao responder esse questionamento. Observa-se que os conceitos ainda estão em processo de apropriação, tendo em vista a dificuldade em relacioná-los corretamente dentro do contexto. A leitura categórica identificou alguns grupos com a dificuldade de estruturar o texto da resposta de acordo com as ideias discutidas, expressando-se de forma incoerente ou mesmo antagônica, fato identificado pelo professor em conversa com o grupo.

Tabela 21 – Amostragem das respostas apresentadas pelos grupos que tiveram dificuldade em relacionar corretamente os conceitos físicos.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<p><i>“Situação A: a corrente em R1 e R2 vai ser alta pois ela se divide, no R3 a corrente é baixa e é mantida entre as lâmpadas. Situação B: a corrente em R1 e R2 ela é baixa pois é mantida entre as lâmpadas, já no R3 a corrente é alta pois se divide entre as lâmpadas.” (Grupo 5)</i></p> <p><i>“Na situação A, a corrente ao passar por R3, se divide para R1 e R2. Na situação B, a corrente se mantém constante em R3 e ao passar por R1 e R2 ela se divide.” (Grupo 7)</i></p>
-------------------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Dois desses grupos também erraram a questão anterior e o grupo 3 disse não ter conseguido fazer por falta de tempo. O grupo 7 acertou a questão anterior, porém se equivocou, em partes, com a escrita.

- d) Análise em cada situação a ddp (voltagem) a qual é submetido cada resistor.

Os grupos fizeram uma análise sem muitos detalhes, mas foi possível observar que a maioria conseguiu apresentar conceitos apropriados ao processo.

Tabela 22 – Amostragem das repostas apresentadas pelos grupos ao analisarem a diferença de potencial em cada resistor dos circuitos.

<b>Exemplificações de repostas</b>	<p><i>“A: Nos R1 e R2 ficam submetidos na mesma voltagem, R3 será dividida. B: Nos R1 e R2 a voltagem nos resistores será dividida, R3 ficará mantida.” (Grupo 5)</i></p> <p><i>“Situação A: R3 ficará com menos ddp do que R1 e R2. Situação B: o R3 ficará com mais ddp do R1 e R2” (Grupo 7)</i></p> <p><i>“No circuito 1 a tensão em R3 é diferente da que passa por R1 e R2, que por sua vez são iguais. No circuito 2, a tensão é igual em R3, mas são diferentes entre R1 e R2.” (Grupo 9)</i></p>
------------------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Observando a resposta apresentada pelos grupos sete e cinco, é possível perceber que eles apresentam uma compreensão das características dos circuitos, mesmo tendo se equivocado com a resposta do questionamento anterior.

Os demais grupos apresentaram repostas com estruturas semelhantes a citada acima como exemplo, apenas o grupo 3 deixou em branco o questionamento, pois o tempo não foi o suficiente para o grupo discutir a questão.

No quarto questionamento, o enunciado da questão quantiza os valores de R1, R2 e R3 e pede aos alunos que proponham uma resolução que determine o valor da resistência equivalente a do sistema. Dos nove grupos formados em sala de aula apenas o grupo 3 e 9 apresentaram corretamente os cálculos da resistência equivalentes dos dois circuitos. Os grupos 6 e 7, acertaram a resistência equivalente do primeiro circuito e erraram a do segundo.

O grupo 5 se equivocou quanto às contas, porém conseguiu identificar a ideia chave para a resolução da atividade, demonstrando a necessidade de aplicar separadamente os dois conceitos, série e paralelo, e depois juntá-los no final.

Figura 20 - Resolução do exercício quatro pelo grupo 5.

<p>A ⇒ Resistência equivalente  <math>R_1</math> e <math>R_2</math>      <math>R_3</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + R_3</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + 9</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = \frac{58}{6}</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = 9,6\overline{6} \Omega</math></p>	<p>B ⇒ Resistência equivalente  <math>R_1, R_2</math> e <math>R_3</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \frac{1}{R_3}</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = 3 + 6 + \frac{1}{9}</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = 9 + \frac{1}{9}</math></p> <p><math>R_{\text{eq}} = \frac{81+1}{9} = \frac{82}{9} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 9,1\overline{1} \Omega</math></p>
---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

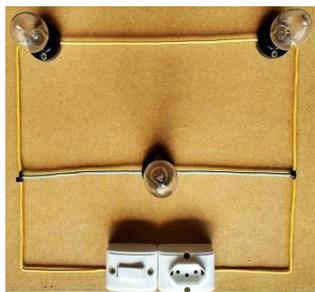
Os grupos 4 e 8, resolveram a atividade usando somente a relação da resistência equivalente do circuito em paralelo. Quando o professor questionou os dois grupos, perguntando se estavam confiantes na resposta, disseram que não, mas que não havia mais tempo e resolveram fazer de qualquer jeito.

Os grupos 1 e 2 deixaram em branco a questão, pois não tiveram tempo suficiente para responder.

#### Quarta aula:

Nesta aula, os alunos puderam ver, na prática, o comportamento do circuito misto, ilustrado abaixo.

Figura 21 - Circuito misto com lâmpadas incandescente.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após os alunos observarem o circuito ligado, o professor se dirigiu a cada grupo isoladamente com questionamentos, reproduzindo as questões abordadas na aula anterior. No desenvolvimento da aula, houve grupos que obtiveram, na prática, uma comprovação do raciocínio estabelecido. Alguns grupos que se equivocaram ao responder os questionamentos tiveram a oportunidade de rever seus conceitos e reforçar o aprendizado. Já, os grupos que deixaram em branco foram os grupos que tiveram uma atuação maior, estimulados pelo professor.

Quando os grupos apresentavam dificuldades para responder, o professor buscava sempre gerar reflexões a partir do conhecimento já apropriado, para que os alunos exercitassem o raciocínio. Quase todas as respostas vinham desse processo, a turma criando soluções. Quando um aluno tinha dificuldade, o grupo oferecia o amparo ajudando-o a responder o questionamento. Quando era o grupo que apresentava dificuldade, a turma (grupo maior) era convidada a participar do questionamento, a fim de amparar o grupo. Quando as relações não eram concluídas, por meio das interações entre os alunos, o professor fazia intervenções necessárias para a conclusão das fundamentações teóricas.

Em todas as fundamentações teóricas, fazia-se necessária, a presença do quadro para anotações de tópicos importantes ou representações que poderiam favorecer o processo de ensino aprendizagem.

Após as discussões e formalizações envolvendo o circuito misto, o professor, como exemplo, resolveu o exercício quatro, proposto na atividade da aula anterior e, em seguida, sugeriu outros valores, usando a mesma estrutura do circuito para que os alunos, reunidos em grupos exercitassem a abordagem feita. Todos os alunos desenvolveram a atividade. As dúvidas observadas foram discutidas e sanadas dentro do próprio grupo, não havendo necessidade da intervenção do professor.

Ao final da aula<sup>20</sup>, o professor mostrou a estrutura de um circuito na qual os fios que ligavam as lâmpadas não estavam visíveis.

Figura 22 - Foto do circuito teste apresentado à turma.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Buscando reforçar o conhecimento dos alunos, o professor levantou questões a respeito das características que definiam o circuito. Como esperado, os alunos disseram que não era possível definir, pois não sabiam que tipo de ligação existia no circuito. Em seguida, o professor sugeriu que testassem ligando o circuito na tomada. Após ter ligado o circuito, o professor volta ao questionamento e, ainda, os alunos insistem que pouco se podia afirmar. O brilho das lâmpadas mostrou se tratar de quatro lâmpadas iguais, fato observado por alguns alunos e depois aceito por todos. Na busca de mais características para identificar o circuito, foi proposto tirar a primeira lâmpada para observar o comportamento<sup>21</sup> do circuito. Após esse procedimento, os alunos observaram que somente a segunda lâmpada apaga, enquanto as outras permanecem acesas. Ao tirar a terceira lâmpada, a quarta apaga e as duas primeiras ficam acesas. Imediatamen-

---

<sup>20</sup> Essa aula acabou se estendendo um pouco além dos cinquenta minutos previstos, tempo que foi cedido pelo professor do período seguinte.

<sup>21</sup> Antes, foi relembrado com a turma o comportamento que as lâmpadas teriam caso estivessem ligadas apenas em série ou apenas em paralelo.

te vários alunos identificaram a associação que relacionava as lâmpadas. Um esquema foi feito no quadro, pelo professor, para representar o circuito em questão.

Em seguida, foi lembrada a instalação residencial, onde os fios são embutidos na parede, não ficando expostos, mas como os equipamentos funcionam de forma independente, tem-se um exemplo de circuito paralelo.

#### **Quinta aula:**

Ao longo dessa aula, os grupos usaram o tempo para aplicar e desenvolver os conceitos de circuito. O professor selecionou uma sequência de exercícios, escritos no quadro, para desenvolver a parte quantitativa das grandezas: resistência equivalente, corrente total e em cada lâmpada, ddp em cada lâmpada. O exercício considerou três associações de resistores: a) série, b) paralelo e c) misto. Para a resolução, foram fornecidos os valores de voltagem total e dos resistores componentes de cada circuito.

A atividade foi desenvolvida em grupos, buscando na colaboração e a interação dos alunos reforço e auxílio no processo de ensino aprendizagem. Cada aluno registrou as resoluções das atividades em seu caderno. Durante o processo, o professor monitorava fazendo intervenções disciplinares<sup>22</sup> e pedagógicas quando era necessário.

Foi observado na sala de aula, um ambiente de produção, interação e colaboração entre alunos, entre grupos e entre grupos e professor. Como consequência, todos os alunos desenvolveram<sup>23</sup> a atividade proposta, mesmo os alunos com maior dificuldade na matéria.

---

<sup>22</sup> Nesse caso, incentivando a participação, produção e o envolvimento com o processo. Focando as interações no processo de ensino aprendizagem.

<sup>23</sup> Vale à pena ressaltar que essa fase é importante, porém não garante sozinha a aprendizagem efetiva. Foi feita com os alunos uma conscientização da necessidade de complementação do estudo usando o livro, as anotações, refazer os exercícios em

Durante o processo, foram observados alunos que se sentiam mais à vontade para questionar o colega do que o professor. Alunos que quando não entendiam a explicação do colega, recorriam ao professor. Alunos que tiveram uma compreensão melhor do conteúdo, mas que tiveram dificuldade de repassá-lo ao colega. Alunos que se sentiram satisfeitos em ajudar o colega e perceberam, nesse processo, um modo de reforçar o próprio conhecimento. Alunos que se mostravam impacientes com a falta de entendimento do colega. Alunos que reconheceram que o colega não sabe explicar.

Como todos os grupos conseguiram desenvolver as atividades e as dúvidas foram sendo discutidas durante o processo, não houve a necessidade de uma correção geral dos exercícios.

#### **5.6.1 Análise – Sexto Momento**

Todos os grupos participaram e interagiram com as atividades. Uma ou outra intervenção, às vezes, foi necessária, para controlar a intensidade da conversa, evitar que as discussões se distanciassem do objetivo, incentivar algum aluno a interagir mais com o grupo.

A turma manifestou bastante interesse e atenção durante as demonstrações, usando o circuito. A estratégia do uso das placas como forma de comprovação das hipóteses, elaboradas por eles proporcionaram diversas emoções como: curiosidade, interesse, satisfação, felicidade, incerteza, decepções, etc. Tudo isso no momento de comprovar se estavam certas ou erradas as hipóteses elaboradas previamente pelo grupo, como dito por uma aluna, “*a hora da verdade*”.

A dinâmica em grupo faz com que os alunos pensem mais sobre a situação problema, eles acabam discutindo mais e abordando mais de uma percepção até a elaboração da resposta final. A colaboração foi muito fortemente evidenciada nas resoluções de exercícios, os alunos tentavam se ajudar para que todos

conseguissem desenvolver as atividades. Percebiam-se momentos de empolgação quando o aluno conseguia desenvolver ou entender a atividade proposta. A mediação do professor no processo, junto com os grupos, garantiu a produção de todos os alunos presentes. Ninguém dormiu na sala de aula, ninguém usou a desculpa que não conseguia fazer. Os casos de atividades em branco, que ocorreram durante as aulas, foram em razão do tempo não ter sido suficiente para alguns grupos. Várias vezes, o processo de construção foi interrompido, pelo término do período.

Enfim, durante o momento, foi possível trabalhar uma diversidade de ações, que vão além do conteúdo como: a comunicação, a oralidade, a tolerância, o compartilhamento, a valorização do próximo, a valorização própria, a colaboração, a valorização da figura do professor, o desenvolvimento social e cognitivo, a interação e desenvolver atitudes fundamentais para a aprendizagem.

### **5.7 Sétimo Momento**

Nesse momento, objetivou-se:

- a) Ampliar o conhecimento, desenvolvendo o conceito de potência elétrica, a partir de relações com a corrente elétrica, ddp e resistência;
- b) Perceber a importância da colaboração dentro do processo de ensino aprendizagem;
- c) Analisar as contribuições do trabalho colaborativo e as relações dos alunos com as atividades propostas;
- d) Promover ações que contribuam com o consumo consciente.

As estratégias de ensino utilizadas nesse último momento, buscaram incorporar todos os conceitos abordados ao longo desta unidade didática. Usando

como contexto o ambiente residencial, foram resgatados conceitos como corrente elétrica, ddp, resistência elétrica, potência e consumo de energia.

**Primeira aula:**

Na primeira aula, tem-se como objetivo principal apresentar os conceitos físicos que definem potência elétrica e consumo de energia.

A aula foi desenvolvida com base no diálogo com os alunos, buscando relacionar os conceitos já abordados como: corrente elétrica, ddp e resistência elétrica. Como introdução do diálogo, o professor escreveu no quadro algumas informações tiradas das embalagens de duas lâmpadas.

Figura 23 - Foto dos dados apresentados aos alunos.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Em seguida, foram feitos alguns questionamentos aos grupos, buscando uma reflexão prévia dos conceitos abordados.

1) O que esses valores representam?

Tabela 23 - Análise do grupos das grandezas físicas através das unidades de medidas.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<i>“A potência e a tensão que tem na lâmpada.”</i> (Grupo5)
	<i>“127V é a voltagem e 25W e 40 W é potência”</i> (Grupo2)
	<i>“Volts representa a tensão que a lâmpada recebe e W representa a potencia que a lâmpada tem.”</i> (Grupo7)
	<i>“127V representa a corrente que passa pela lâmpada, o 25W e 40W representa a potencia da lâmpada.”</i> (Grupo4)
	<i>“A diferença de potencial e a tensão.”</i> (Grupo8)

Todos os grupos conseguiram relacionar correntemente com exceção dos grupos 4 e 8.

2) Pensando no brilho da lâmpada, qual irá brilhar mais se ligada a uma mesma ddp?

Tabela 24 - Análise dos grupos comparando a potencia das lâmpadas no circuito em paralelo.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<i>“A lâmpada B pois tem mais potencia.”</i> (Grupo 7)
	<i>“Lâmpada B, porque a potência que tem na lâmpada é maior, com isso dá a entender que há uma passagem maior de corrente.”</i> (Grupo 5).

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Todos os grupos acertaram esse questionamento, as resposta são semelhantes às apresentadas pelo grupo 7.

## 3) Qual tem maior resistência?

Tabela 25 - Análise dos grupos ao relacionar potência e resistência elétrica.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<i>“25W porque a potência é maior.”</i> (Grupo 3)
	<i>“A lâmpada de 40W terá menor resistência, pois seu brilho é maior.”</i> (Grupo 6).
	<i>“A que tem resistência é a de 25W, pois ela recebe menos corrente.”</i> (Grupo 7).
	<i>“A lâmpada de 40W, porque a corrente que passa nela é maior.”</i> (Grupo 5).

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Todos os grupos fizeram uma abordagem bem parecida com as resposta apresentadas pelos grupos 3, 6 e 7. Exceto o grupo 5, quando abordado, ficando claro que foi uma falta de atenção. O professor fez ao grupo 5 a seguinte pergunta: qual a relação entre a corrente e a resistência elétrica? Antes da resposta oral, o grupo identificou o equívoco realizado. *“Gente é mesmo a lâmpada B brilha mais.”* Fala de uma aluna do grupo.

## 4) Se associar as lâmpadas A e B em série qual vai brilhar mais?

Tabela 26 - Análise dos grupos de lâmpadas com potencias diferentes associadas em série.

<b>Exemplificações de respostas</b>	<i>“vão ter o mesmo brilho, pois nas duas passam a mesma corrente.”</i> (Grupo 1).
	<i>“O brilho é o mesmo pois o circuito em série, logo a DDP não se divide.”</i> (Grupo 6)
	<i>“Como a voltagem vai ser a mesma, vai depender da resistência, e como a resistência de B é menor, a B brilhará mais.”</i> (Grupo 2).
	<i>“A lâmpada de 40W, porque a corrente que passa nela é maior.”</i> (Grupo 5).

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os alunos apresentaram dificuldades em responder corretamente esse questionamento. Perceba que os conceitos apropriados referem-se ao circuito paralelo, sendo este o circuito presente em quase todas as residências, fazendo parte do dia a dia de muitos. O aluno reproduziu o que ele percebe na prática diária. Quando pensamos em circuito em série, seu uso se restringe a um meio mais técnico e específico, distanciando-se do que é habitual para muitos.

A fundamentação teórica teve como abordagem introdutória as respostas apresentadas pelos grupos e, nesse processo o professor foi conduzindo a discussão, buscando a colaboração dos alunos. Perante o quarto questionamento, o professor propôs ligar as lâmpadas em série, para que a turma pudesse observar, na prática, o fenômeno. A maioria tinha como certo que a lâmpada de 40W brilharia mais, porém quando os alunos viram o resultado ficaram surpresos e confusos. Mas como pode ser? Perguntou o professor. Alguns alunos indagaram o fato de a corrente ser a mesma. Nesse momento, o professor lembrou que a corrente em série de fato seria a mesma, no entanto a voltagem era dividida, como discutido em sala de aula, sendo diretamente proporcional à resistência.

Revedo a primeira lei de Ohm e partindo do princípio de que a potência é dada pela razão da energia consumida por intervalo de tempo, a fundamentação teórica foi construída com o aluno estabelecendo as relações:

Figura 24 - Expressões para Potência Elétrica.

$$P = \frac{W}{t} \quad \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ P = R \cdot I^2 \end{array} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Concluindo, nessa aula, formalizou-se o conceito e a relação matemática de consumo de energia e a unidade de medida.

### **Segunda aula**

O professor apresentou a seguinte situação:

“Imagine que todos do grupo foram aprovados no curso dos sonhos e por coincidência na mesma universidade. Como amigos, vocês decidem montar uma república. Os moveis vocês já têm, falta escolher os eletrodomésticos. A primeira parte dessa atividade consiste em escolher esses aparelhos.”

Cada grupo recebeu uma planta baixa da casa onde iriam “morar” e para auxiliar a escolha dos equipamentos, cada grupo recebeu uma tabela contendo vários eletrodomésticos. Nessa tabela foi discriminado o tipo de aparelho, o valor de cada unidade e a potência.

Após a escolha dos equipamentos, os grupos teriam que analisar o consumo mensal de energia elétrica da casa. Para tanto, o grupo deveria estipular o tempo mensal de uso e a potência elétrica de cada aparelho. Esses dados foram anotados em uma tabela estruturante que eles receberam à parte. Cada grupo também deveria apresentar o custo total para a compra dos equipamentos.

Durante a escolha dos equipamentos, eram observadas situações muito divertidas. Alguns privilegiavam o luxo, enquanto outros procuravam manter-se dentro da realidade. Falas do tipo:

- Vamos comprar uma máquina de secar roupa?
- Pra quê! A gente usa o vento mesmo, é mais barato.

Foi lançado para os grupos o desafio da casa mais econômica e também funcional. Com isso, foi observado que os grupos buscavam conciliar produtos de baixo consumo, o que os levou, na maioria das vezes a produtos mais caros.

A maioria escolheu as lâmpadas de led, geladeira side by side, TV LCD.

Os que pensaram na praticidade priorizaram a máquina de lavar roupa, notebook, máquina de lavar louças e micro-ondas. O consumismo está presente

em todos: três televisões, quatro notebook, três secadores de cabelos, quatro ar condicionados. O desejo do luxo também é bastante forte entre eles: TV 50', a geladeira mais cara foi escolhida por seis dos nove grupos. A diversão também foi uma prioridade: aparelhos de sons potentes em todos os grupos, segundo eles para as festas de final de semana, e todos escolheram o videogame exceto grupo 5. Tanto o secador quanto a chapinha de cabelo foram priorizados nos grupos femininos, gerando conflito com os meninos. As concessões de “direitos” eram usadas para mediar os conflitos.

Os cálculos do consumo não foram terminados durante a aula, assim como as cinco questões formuladas para chamar a atenção para alguns pontos específicos. Os grupos ficaram responsáveis por terminá-los em casa.

1) Qual aparelho que consome mais energia?

Tabela 27 – Categorias de aparelhos elétricos discriminados com o consumo alto.

<b>Questionamento 1</b>	<p><i>“Lâmpadas fluorescentes pois ficaram muito tempo ligadas ao mesmo tempo.”</i> (Grupo 4).</p> <p><i>“O som.”</i> (Grupo 6) ( dezoito horas por dia)</p> <p><i>“Ar condicionado.”</i> (Grupo 9).</p> <p><i>“Fogão elétrico.”</i> (Grupo 3).</p> <p><i>“Chuveiro.”</i> (Grupo 1).</p>
-------------------------	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

2) Qual aparelho que consome menos energia?

Tabela 28 - Categorias de aparelhos elétricos discriminados com o consumo baixo.

<b>Questionamento 2</b>	<p><i>“Tanquinho.”</i> (Grupo 4).</p> <p><i>“Notebook.”</i> (Grupo 6) ( dezoito horas por dia)</p> <p><i>“Fonte de celular.”</i> (Grupo 3).</p> <p><i>“Esprededor de frutas.”</i> (Grupo 5).</p> <p><i>“Chapinha porque usamos só uma hora por dia e sua potência é de 45W.”</i> (Grupo 2).</p>
-------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

3) Como você justificaria de consumo entre esses dois aparelhos?

Todos os grupos conseguiram identificar a potência e o tempo de uso como fatores determinantes do consumo de energia. Alguns grupos citaram também o número de aparelhos.

4) Imagine que o preço de cada Kwh seja R\$ 0,80. Qual seria o valor pago ao final do mês?

Nesse questionamento, alguns grupos que se apresentaram pediram orientação para o cálculo do consumo, mas de modo geral, conseguiram desenvolver sem muitas dificuldades.

5) Quais seriam as medidas que poderiam ser tomadas para economizar energia?

Tabela 29 – Atitudes citadas pelos grupos para a economia de energia.

<b>Questionamento 5</b>	<p><i>“Não ligar todas as lâmpadas no mesmo horário.”</i> (Grupo 2).</p> <p><i>“... aproveitar melhor o tempo de uso do tanquinho.”</i> (Grupo 4)</p> <p><i>“Utilizar o chuveiro por menos tempo, não deixar todas as lâmpadas acesas e não usar o secador todos os dias.”</i> (Grupo 8).</p>
-------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

### **Terceira aula**

A aula começou com as apresentações das casas montadas pelos grupos. Nessas apresentações os grupos explanaram sobre as escolhas feitas e abordaram os questionamentos que ficaram como tarefa.

Na tabela, a única opção de fogão foi o de indução, isso fez com que a maioria dos grupos o escolhesse. Isso foi percebido durante as apresentações quando os grupos se mostravam insatisfeitos de ter “gastado” 3.500,00 reais com um fogão.

Na casa mais econômica, fizeram opções mais simples, analisaram mais a funcionalidade. Foram duas TV's, optaram por usar vassoura normal, tanquinho para aproveitar a água e com potência menor, o vento para secar a roupa, eletrodomésticos básicos. Em contrapartida a casa mais cara considerou todos os equipamentos mais “chiques” segundo eles. Uma das integrantes justificou dizendo que não iria se limitar a sonhos. Mas quando questionados quanto à possibilidade desse sonho se tornar realidade, o grupo riu, mostrando como sendo improvável. O momento foi usado como motivação, citando o empenho e perseverança como fatores que podem tornar sonhos uma possibilidade.

Após as apresentações, cada grupo recebeu uma folha contendo quatro questões abordando o circuito residencial, considerando os disjuntores, os fios usados nas residências, análise da resistência oferecida por eles e corrente elétrica que alguns aparelhos demandam.

### **Quarta Aula**

Cada grupo recebeu um texto sobre o investimento da energia fotovoltaica no Brasil. Após a leitura, foi realizado um debate com os grupos, analisando as vantagens e desvantagens desse tipo de investimento. As discussões foram interessantes gerando abordagens relacionadas no quadro abaixo.

Tabela 30 - Relações estabelecidas pelos grupos em debate sobre as vantagens e desvantagens de se investir atualmente na energia solar.

<b>Vantagens apresentadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminui os gastos com a Cemig</li> <li>• Produção de energia limpa para o meio ambiente</li> <li>• Causa poucos impactos ambientais.</li> <li>• Energia renovável</li> </ul>
<b>Desvantagens apresentadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento alto inicialmente</li> <li>• Depende da presença do sol</li> <li>• Não é em qualquer lugar que da para implantar</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Vários grupos consideram a energia fotovoltaica como um empreendimento vantajoso, e comentaram o desejo de futuramente colocar em suas residências.

### 5.7.1 Análise – Sétimo Momento

Buscar inserir as percepções dos alunos no processo de ensino aprendizagem é uma estratégia muito interessante, pois permite que o professor tenha acesso aos conceitos já assimilados pelos alunos e àqueles que ainda necessitam ser reforçados ou revistos. Como no caso na primeira aula com os grupos 4 e 8, que apresentaram os conceitos equivocados.

As respostas apresentadas pelos alunos mostram que percebem as grandezas físicas presentes no dia a dia, ao conseguirem identificar a potência e a ddp em dados extraídos de uma embalagem. É muito comum o uso da palavra potência para diferenciar o funcionamento de aparelhos eletrônicos, resultando na apropriação do termo, mas não do conceito, pois quando questionado pelo professor nenhum grupo apresentou a definição. A partir dessa situação, a inter-

seção do professor fez- se necessária, orientando e estimulando a construção do conhecimento. Observou que o conhecimento prévio apresentado pelos alunos foi o suficiente para que, sob a mediação do professor, a turma, usando a colaboração entre grupos, conseguiu relacionar a potência como sendo a razão entre o consumo de energia pelo intervalo de tempo de uso do equipamento. Os alunos apresentam dificuldades de estruturar os conceitos, mesmo em grupo, a mediação do professor é fundamental. O processo de mediação do professor promove essa organização de pensamentos, auxiliando os alunos com o “pensar sobre”. Partindo de situações presentes no dia a dia, os alunos agregam mais significação ao processo, promovendo a alfabetização científica.

Foi emocionante ver os alunos incorporando o “contexto república”, a atividade retratou o sonho de grande parte dos alunos. Alguns se envolveram tanto com a atividade que quiseram ficar com a planta como modelo da futura casa própria.

A atividade conseguiu atingir os objetivos propostos. Analisando as atividades foi possível observar que os grupos conseguiram relacionar os conceitos abordados como a primeira e segunda Lei de Ohm, aplicando- os em uma situação própria do cotidiano. As respostas exemplificam consciência dos alunos de ações necessárias para o consumo consciente de energia. Muitos sentiram a necessidade dessas ações, ao observar o valor expressivo na “conta de luz” gerado pelo o uso abusivo da energia elétrica.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino aprendizagem embasado na colaboração entre alunos e professor, mostrou-se uma estratégia que agrega vários fatores que potencializam o processo de ensino aprendizagem.

Observando os grupos de colaboração, no qual o aluno assume o papel de agente colaborador, foram identificados como fatores que favorecem a aprendizagem:

- a) O ambiente interativo, propício a discussões;
- b) O desenvolvimento da oralidade e o espírito colaborativo;
- c) O contato com novas percepções;
- d) A participação ativa no processo de construção de novos conhecimentos;
- e) A monitoria dos colegas;
- f) O incentivo à produção. O desenvolvimento do grupo acaba sendo atrelado ao desenvolvimento individual, o que faz com os integrantes do grupo incentivem o desenvolvimento do outro;
- g) Responsabilidade social. Muitos alunos se propõem a desenvolver as atividades para não prejudicar os colegas do grupo;
- h) A integração. É oportunizado aos alunos com dificuldades de socialização estabelecer novos relacionamentos, ajudando a cumprir com os objetivos sociais que a escola propõe.

Fatores que contribuem com o ensino:

- a) O número de alunos por sala normalmente dificulta a assistência individualizada, a logística dos grupos acaba facilitando o processo de mediação e intervenção do professor perante as dúvidas geradas pelos alunos;

- b) A colaboração entre os alunos no processo auxilia o professor com a assistência individualizada;
- c) O processo de construção dos conceitos a partir da percepção dos alunos, com foco colaborativo, permite que o professor identifique dificuldades apresentadas pelos alunos auxiliando no processo de intervenção;
- d) A aula fica mais dinâmica, interativa e participativa;
- e) O processo de comunicação entre professor e aluno é favorecido, na percepção do professor pesquisador, a aula colaborativa resultou na aproximação entre ambas as partes.

Com o desenvolvimento das atividades proposta pela Unidade didática, os alunos colocaram em prática ações que favoreceram a apropriação do conhecimento científico por meio da: observação, investigação, coleta e estruturação de dados, formulação de hipótese e a realização de práticas experimentais, priorizando a reflexão, a comunicação e a escrita. Ações pautadas por Moraes (1995 apud Lorenzetti, 2000), ao explicitar os princípios básicos para o ensino de ciências. O autor atenta ao fato do ensino apresentar-se de forma significativa e contextualizada, oportunizando ao aluno compreender melhor o mundo que o cerca.

Avanços nessa perspectiva são observados ao analisar o material produzido pelos grupos. Como exemplo podemos citar as discussões e análises feitas sobre: a resistência do chuveiro, na qual os grupos estabelecem a relação entre a temperatura da água, resistência elétrica e corrente elétrica; a identificação de aplicações de isolantes elétricos em situações do cotidiano, como “tomar banho de chinelos”, o revestimento dos fios elétricos com material isolante; identificação de materiais isolante ou condutor presente no dia a dia; a análise das grandezas físicas das lâmpadas incandescentes a partir das dimensões dos filamentos;

entre outros. Por meio dessas atividades observa-se que os grupos estabelecem conexões entre os conceitos científicos e a própria vivência.

Vários grupos baseiam-se em relações matemáticas para estruturar o raciocínio estabelecido, mostrando uma evolução na forma de interpretação dos conceitos físicos matematicamente. Todas essas ações, a meu ver, refletem propriedades de uma educação mais comprometida e significativa.

Na visão de Chassot (2006) contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência é contribuir com a alfabetização científica. Conforme explicitado por Sá (2015) ser alfabetizado cientificamente é desenvolver competências que permitam os alunos interpretar o mundo que o cerca, de forma esclarecida, interventiva e autoconfiante e poder participar criativamente na sua própria evolução e na dos outros.

A alfabetização científica é um processo gradativo e contínuo, que busca aproximar cada vez mais os conceitos científicos dos fenômenos observáveis ao nosso redor. A apropriação dos conceitos de eletricidade representa uma parcela que contribuição.

As atividades selecionadas para o desenvolvimento dos objetivos pedagógicos corroboram com a teoria de atividade proposta Leontiev. Todo o processo de construção do conhecimento foi embasado nas relações estabelecidas entre sujeito e objeto por meio das atividades. A interação entre os alunos, por meio dos grupos de colaboração acentuou esse processo. Na abordagem individualizada, direta entre professor e aluno, em muitas situações, era percebido como uma ação intimidadora, a mesma abordagem com os grupos, a responsabilidade era dividida, gerando troca de conhecimentos. Por meio da colaboração do grupo, o conceito era discutido e, ao final, sempre formalizado em colaboração com o professor.

As atividades escolhidas contribuíram para aulas mais dinâmicas, interativas. Observar todos os grupos conseguindo desenvolver as atividades mostra que o processo de colaboração entre os alunos e com o professor, viabilizou o desenvolvimento do conhecimento de forma mais participativa, integrativa e significativa favorecendo à apropriação dos conceitos científicos trabalhados, assim como definido por Campos (2003, apud Lopes 2007)

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os alunos apresentaram muita dificuldade em representar com clareza as ideias geradas nas discussões, por meio da escrita. Os questionamentos levantados pelos grupos no processo de mediação foram mais ricos em detalhes. As respostas dos grupos foram construídas com uma estrutura de fala livre, própria do discurso entre pessoas, representando ideias que eles procuraram construir a partir do diálogo. Ao aluno é dada a função de contribuir com a formação do conhecimento, onde cada contribuição é válida e valorizada. Mesmo quando equivocado, o momento se torna uma oportunidade de revisão dos conceitos. Nessa situação, o professor usava estratégias para que as discussões ajudassem os alunos a desenvolverem os objetivos propostos na aula. Lembrando que o aluno é integrado a um processo de construção do conhecimento, onde erros também representam elaborações mentais que mostra o sujeito em atividade em processo de apropriação.

É importante ressaltar que durante as atividades foi feito um trabalho de conscientização com os alunos, mostrando a importância do respeito com o próximo, valorizando a colaboração, participação, construção, formação e desenvolvimento social e cognitivo, não cabendo a esse processo o julgamento de aprovação ou reprovação, e sim orientação. Como descrito por Núñez (2009) a atividade consciente do homem é mediada pelo coletivo, considerando o posicionamento dos outros membros do grupo em relação a própria posição. De acordo com o descrito observou-se inicialmente muitos estudantes que relutavam em expor suas ideias e considerações, devido ao medo de serem ridicularizados

pelos colegas. O trabalho feito para essa superação foi muito positivo, houve um grande incentivo de respeito ao próximo, a colaboração e a participação de todos. O apoio do professor e principalmente do colega foi fundamental nesse processo. Foi observado cenas de estudantes superando suas limitações a partir de fala de colegas, como: “Você sabe, acabou de me dizer.” “É isso mesmo.” “E aquilo que a gente discutiu.” “Acabei de te explicar isso.” Esse reforço positivo, por parte dos colegas, atenuou o companheirismo aproximando mais o grupo da filosofia colaborativa.

Na perspectiva de professora atuante no desenvolvimento da unidade didática, foi uma quebra de paradigmas. As experiências frustrantes com o trabalho em grupo, no início de carreira, fez com que essa metodologia fosse abolida por um bom tempo no meu processo de ensino, com base na crença de que apenas poucos trabalhavam efetivamente e uma grande parcela se acomodava. Essa filosofia contraria a proposta dos grupos colaborativos, o desenvolvimento de um trabalho sistemático, buscando incentivar e valorizar a produção dos alunos promove o “entrar em atividade” que representa a elaborações mentais estabelecidas pelo aluno (sujeito) ao se relacionar com os objetos de estudo, segundo Lontiev. Durante as atividades, a mediação do professor é fundamental, pois ela passa a ser uma ferramenta reguladora do processo, seja na intervenção pedagógica, disciplinar e/ ou motivadora.

A perspectiva colaborativa foi sendo aos poucos incorporada no meu processo de ensino. Acostumada com o ensino metódico, priorizando o repasse de conhecimento com foco quantitativo, inicialmente foi difícil deixar o papel de provedora de conhecimento e assumir a postura de observadora, acompanhando o processo de interação e construção do conhecimento pelos alunos. Com o desenvolvimento das aulas fui percebendo a necessidade dessas ações. Os alunos são pessoas dinâmicas e criativas, que têm muito a oferecer ao processo de ensino aprendizagem, compartilhando suas percepções e experiências de vida, dei-

xando o processo de ensino mais rico e contextualizado. Hoje, entendo que limitar os alunos a seres apenas ouvintes é limitar a capacidade criativa, expressiva, argumentativa e formativa dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 26-30, fev. 2010.
- ANDRADE, B. L. de; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 182-192, dez. 2002.
- ARAÚJO, M. S. T. de; SANTOS ABIB, M. L. V. dos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CESAR, A. M. R. V. C. Método do Estudo de Caso (Case studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)? Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração. **Revista Eletrônica Mackenzie de Casos**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-23, 2005.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.
- COSTA, M. J. N. **Realização de prática de física em bancada e simulação computacional para promover o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa**. 2013. 220 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.
- DAMIS, O. Unidade didática: uma técnica para a organização do ensino e da aprendizagem. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). **Técnicas de ensino: novos tempos, novas configurações**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2006. v. 2, p. 105-136.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, maio/jun. 1995.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. da M. Vygotsky, Leontiev, Davydov: três aportes teóricos para a Teoria Histórico-Cultural e suas contribuições para a Didática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 4., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de História da Educação; Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2006. p. 1-10. Disponível em: <<http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-coauto-rais/eixo03/Jose%20Carlos%20Libaneo%20e%20Raquel%20A.%20M.%20da%20M.%20Freitas%20-%20Texto.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

LIMA, G. K. A. S. **Resolução de problemas ricos em contexto**: análise de um grupo colaborativo. 2016. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)-Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

LOPES, M. S. S. **Avaliação da aprendizagem em atividades colaborativas em EaD viabilizada por um fórum categorizado**. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado em Informática)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MATTHEWS, M. S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de educação de Minas Gerais. **Conteúdo Básico Comum (CBC)**: Física. Belo Horizonte, 2007.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

NÚÑEZ, I. B.; VYGOTSKY, L. **Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: modelizando o mundo através da Física. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 1999.

SÁ, D. M. B. de. **Aprendizagem cooperativa: aplicação dos métodos Jigsaw e Graffiti cooperativo com alunos do 5º ano de escolaridade**. 2015. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências)-Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2015.

TEIXEIRA, H. X. et al. O processo colaborativo como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades técnicas numa atividade experimental demonstrativa. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v. 16, p. 379-386, 2015. Edição especial.

TORRES, P. L. Laboratório on-line de aprendizagem: uma experiência de aprendizagem colaborativa por meio do ambiente virtual de aprendizagem Eureka@ Kids. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 27, n. 73, p. 335-352, 2007.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. In: \_\_\_\_\_. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar, 2014. p. 61-93.