

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROF. ALBERTO CARVALHO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CAMPUS DE ITABAIANA - DQCI**

**PILHA DE LIMÃO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA**  
**APLICADA NO ENSINO REMOTO.**

**DEIDYANE WITYLA FELIX DA SILVA FERREIRA**

**ITABAIANA – SE**

**2021**

**DEIDYANE WITYLA FELIX DA SILVA FERREIRA**

**PILHA DE LIMÃO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA  
APLICADA NO ENSINO REMOTO.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para aprovação, conforme Resolução 055/2010 do CONEPE.**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos**

**Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Msc.<sup>a</sup> Nirly Araújo dos Reis**

**ITABAIANA – SE**

**2021**

**DEIDYANE WITYLA FELIX DA SILVA FERREIRA**

**PILHA DE LIMÃO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA  
APLICADA NO ENSINO REMOTO.**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos (Orientador)

Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva

Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr. Danilo Oliveira Santos

Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe

**ITABAIANA – SE**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para superar todas as dificuldades e ter chegado até aqui. As minhas irmãs Deisyane, Dhina, Yanca e meu irmão Joab pelos momentos de descontração que me faziam esquecer as dificuldades encontradas durante a jornada percorrida. A minha Vó Célia, minha tia Roberta, meu tio júnior e minha prima Ayssa por sempre me apoiarem.

Agradeço em especial a minha mãe Débora Félix da Silva e meu marido Victor Hugo Vitorino Sarmiento por sempre terem estado ao meu lado, me ajudando, motivando, me dando forças e não medindo esforços para que eu estivesse concluindo mais esse ciclo da minha vida, sem eles tudo teria sido mais difícil.

Agradeço as amigas que a UFS me deu em especial a Joyce dos Santos, Beatriz Mota, Edgar Mecena e as meninas da república por me ajudarem e compartilharem dos momentos alegres e tristes da graduação. Agradeço ao Professor Doutor João Paulo Mendonça por ter compartilhado seus conhecimentos comigo e por ser além de um excelente professor, um ser humano extraordinário. Feliz é aquele que te tem como professor.

Agradeço em especial ao Professor Doutor Marcelo Leite dos Santos por ter me orientado, por sempre ter me ajudado e feito com que a escrita do TCC torna-se mais fácil após as reuniões que tínhamos. Agradeço a professora Nirly Araújo dos Reis por ter-me coorientado e dirimido minhas dúvidas.

Agradeço por fim ao professor José Valter por ter auxiliado no contato com os alunos e ter sido muito solícito sempre, aos alunos que participaram da coleta de dados e ao Professor Mestre Luiz Henrique Barros da Silva por ter me ajudado durante toda etapa de escrita desse trabalho.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema empregado na coleta de dados da pesquisa. ....	15
Figura 2 - Experimento investigativo de forma remota.....	17
Figura 3 - Resultado do questionário prévio aplicado aos alunos que representa o número de frequência de suas respostas. ....	20
Figura 4 - Pilha de limão construída pela AF3. ....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Graus de liberdade professor (P) e alunos (A) em aulas de resolução de problemas. .....	12
Tabela 2: Categorias apresentadas na análise das falas dos alunos durante o experimento investigativo. ....	23

**RESUMO:** Os alunos vêm mostrando desinteresse em aprender os conteúdos relacionados à disciplina de Química no ensino médio. Dentre os conteúdos de Química os professores têm percebido uma difícil compreensão por parte dos alunos com relação ao de eletroquímica. Uma das alternativas para mudar esse quadro é fazer uso da experimentação investigativa, pois ela é uma das estratégias sugeridas para permitir a participação mais ativa destes sujeitos no processo de aprendizagem. Diante disso, este trabalho buscou avaliar se uma atividade investigativa de grau III aplicada no ensino remoto, a partir da confecção de uma pilha de limão, pode possibilitar o entendimento do assunto de eletroquímica. Os resultados mostraram que a atividade proposta pode possibilitar esse entendimento, uma vez que, os mapas elaborados pelos alunos mostraram indícios de aprendizagem construídos por eles sobre o conteúdo de eletroquímica. Além disso, foi possível concluir que a experimentação investigativa de forma remota traz alguns desafios como, por exemplo: a dificuldade na hora de mediar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Experimentação investigativa, ensino remoto, eletroquímica.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
3.1. Contexto da pesquisa.....	15
3.2. Sujeitos da pesquisa.....	15
3.3. Instrumento de coleta de dados.....	15
<b>3.3.1. Questionário de conhecimentos prévios.</b> ....	16
<b>3.3.2. Experimentação investigativa remota.</b> ....	16
<b>3.3.3. Construção de um mapa conceitual.</b> .....	18
3.4. Instrumento de análise de dados.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Análise do questionário de conhecimentos prévios.....	20
4.2. Análise dos dados obtidos por meio do videogravação do experimento investigativo. ....	22
4.3. Análise dos mapas conceituais. ....	24
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
APÊNDICES.....	28
APÊNDICE 1.....	28
APÊNDICE 2.....	29
APÊNDICE 3.....	31
APÊNDICE 4.....	51

## **NOTAS INTRODUTÓRIAS**

Chamo-me Deidyane Wityla Felix da Silva Ferreira, tenho 22 anos e estou terminando o curso de Licenciatura Química pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus Professor Alberto Carvalho. Durante minha graduação participei do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), ambos me proporcionaram uma melhor formação acadêmica e pessoal, uma melhoria na minha escrita devido às etapas de leitura e de escrita de trabalhos, e ampliaram meu nível de conhecimento, o que me permitiu um melhor desenvolvimento na graduação. Vale ressaltar que por meio do PIBIC publiquei meu primeiro artigo. Na graduação também participei de um projeto de divulgação científica proposto na disciplina de Temas estruturadores para o ensino de química III durante o semestre de 2019.1 do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Sergipe, cuja temática trabalhada era “pilhas caseiras”. Foi a partir das observações realizadas durante a divulgação que surgiu a escolha do tema “pilha de limão: uma abordagem experimental investigativa”.

## 1. INTRODUÇÃO

O desinteresse apresentado pelos estudantes em aprender os conteúdos relacionados à disciplina de Química no ensino médio tem se tornando preocupante. De acordo com Merçon (2013), essa falta de interesse decorre, principalmente, da metodologia tradicionalmente empregada, fundamentada na memorização de conceitos e regras de nomenclatura, caracterizando em um ensino afastado da realidade do aluno.

Dentre os conteúdos de Química, deve ser dada bastante atenção ao de eletroquímica, já que os professores percebem a difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas algumas dificuldades na compreensão dos conceitos abordados, tais como ânodo, cátodo, oxidação, redução, eletrodo positivo e negativo, dentre outros (SANJUAN et al., 2009).

Além disso, os estudantes apresentam dificuldades na hora de identificar onde ocorre a reação na célula eletroquímica; como se dá o processo de fluxo dos elétrons, a condução no eletrólito, e de relacionar a deposição e o desgaste do metal com os elétrons recebidos e perdidos no processo (FREIRE; JÚNIOR; SILVA, 2011).

De acordo com Caramel e Pacca (2011), os estudantes possuem dificuldades em explicar a circulação de corrente elétrica e relacioná-la com a reação que acontece em uma pilha. Além disso, as autoras concluem, em seu trabalho, que as concepções alternativas que os alunos possuem estão longe da explicação científica aceita.

As dificuldades de aprendizagem que os estudantes possuem podem estar associadas a diversos fatores, dentre estes: a apresentação de forma pronta e acabada dos conceitos e teorias; a não explicitação dos diferentes níveis de formulação dos conceitos; o uso inapropriado da linguagem, dentre outros (FREIRE; JÚNIOR; SILVA, 2011).

Pensar nessas dificuldades implica em buscar uma forma de melhor solucioná-las, neste contexto, as atividades experimentais possuem grande potencial para favorecer a aprendizagem dos estudantes diante do conteúdo de eletroquímica. No entanto, observa-se em muitos casos que tais atividades são utilizadas apenas para comprovar conceitos já ensinados, não contribuindo para a participação efetiva do aluno (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

De acordo com Suart e Marcondes (2009) muitas vezes, no ensino médio, as atividades experimentais são tratadas de forma acrítica e não problematizada, sendo o professor o único detentor do conhecimento e o aluno o agente passivo da aula. Segundo as autoras a experimentação que é mais abordada no ensino médio é a ilustrativa, Giordan (1999) destaca que esse tipo de experimentação é geralmente utilizada para demonstrar conceitos já discutidos, diante disso, os experimentos são trabalhados de forma bastante demonstrativa.

Muitos professores costumam trabalhar com a experimentação ilustrativa ao utilizar a pilha de Daniell, comumente abordada nos livros didáticos do ensino médio, para explicar o funcionamento de pilhas e conseqüentemente os conteúdos de eletroquímica. De acordo com Oliveira et al. (2018), esse modelo, por não fazer parte do cotidiano do aluno, é um dos motivos que faz com que esse sujeito possua dificuldade em compreender o conteúdo científico, uma vez que o torna desmotivado.

Para o estudo de eletroquímica, é possível utilizar o experimento de pilhas caseiras, fazendo uso de frutas cítricas como o limão, o que pode vir a atrair a atenção dos alunos, já que são usados materiais do cotidiano destes. Porém, é perceptível no trabalho de Hioka et al. (2000) que a experimentação é trabalhada apenas de forma lúdica e demonstrativa, sem aprofundar o estudo dos conceitos químicos presentes, o que é fundamental para o aluno compreender os fenômenos elétricos.

Diante disso, Suart e Marcondes (2009) propõem que as atividades experimentais sejam desenvolvidas de maneira investigativa, onde um problema a ser estudado é apresentado inicialmente e, a partir deste, os alunos possam propor suas hipóteses e buscar soluções para o problema. A utilização de experiências investigativas nas aulas de Química pode criar oportunidade de maior entendimento de eletroquímica por parte dos alunos

Vale ressaltar que ao realizar uma atividade investigativa nem sempre se faz necessário a utilização de experimentos. Segundo Daga e Chraim (2011), essas atividades podem se caracterizar como práticas – experimentais; de campo e de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com filmes; de simulação no computador; com bancos de dados; de avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros.

Para Carvalho (2018), a atividade investigativa tem como diretriz principal o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema, pois o problema proposto desencadeia o raciocínio dos alunos e a liberdade intelectual faz com que eles tenham coragem de expor seus pensamentos, raciocínios e argumentações.

Borges (2002) alerta para o fato de que o progresso no desempenho dos alunos, a autonomia e outras habilidades desenvolvidas, por meio das atividades investigativas, não são imediatos. Além disso, destaca que as primeiras atividades investigativas devem ser simples e realizadas em pequenos grupos.

Carvalho (2018) destaca que para favorecer a construção de conhecimentos pelos alunos, os professores devem propor para esses sujeitos questões interessantes e desafiadoras.

Ela classifica a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis de envolvimento com a atividade investigativa, apresentando um quadro, em relação aos graus de liberdade, categorizando-os do I ao V. Essa graduação é apresentada na Tabela 1, onde a letra “A” refere-se ao “Aluno”, e a letra “P” ao “Professor”.

**Tabela 1:** Graus de liberdade professor (P) e alunos (A) em aulas de resolução de problemas.

	<b>GRAU I</b>	<b>GRAU II</b>	<b>GRAU III</b>	<b>GRAU IV</b>	<b>GRAU V</b>
<b>PROBLEMA</b>	-----	P	P	P	A/P
<b>HIPÓTESE</b>	-----	P/A	P/A	P/A	A
<b>PLANO DE TRABALHO</b>	-----	P/A	A/P	A	A
<b>OBTENÇÃO DOS DADOS</b>	-----	A/P	A	A	A
<b>CONCLUSÃO</b>	-----	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

**Fonte:** Carvalho (2018).

O grau de investigação demonstra o quão investigativa é a atividade. De acordo com Carvalho (2018), o grau 1 representa o modelo de ensino diretivo, para a autora nesse grau existe apenas a participação do professor na aula, não caracterizando um trabalho investigativo no qual os alunos têm a possibilidade de construir seus conhecimentos. Segundo a mesma, ele também caracteriza um ensino em que, os alunos podem aprender a não acreditar nos próprios dados.

Para Silva (2020) no grau 1 não existe investigação devido os alunos não estarem inseridos nas etapas que constituem uma atividade investigativa. No grau II o aluno já começa a ser inserido em algumas das etapas, no entanto, apesar de participar das hipóteses e do plano de trabalho esse grau ainda representa um modelo de ensino diretivo, pois ainda é a resposta do professor que orienta a etapa de trabalho.

É a partir do grau III e IV que o aluno adquire um nível maior de liberdade, diferente do grau I e II que ele procura entender o raciocínio do professor, nesses graus ele está com a parte ativa do raciocínio intelectual (CARVALHO, 2018). Vale ressaltar que o grau V é o que se propõe nos cursos de mestrado e doutorado, pois todas as ações partem do aluno e são executadas pelo mesmo (SILVA, 2020).

Diante do exposto, torna-se viável trabalhar com o experimento de pilha de limão com viés investigativo de grau III, ao abordar o conteúdo de eletroquímica no ensino médio, tendo em vista que as pilhas estão inseridas no cotidiano do aluno e que a experimentação investigativa tem mostrado eficácia em desenvolver aspectos fundamentais para a educação

científica, entre os quais, a possibilidade de expor o aprendiz em atividades que favoreçam o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, discussão, entre outros (SUART; MARCONDES, 2009).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar uma alternativa didática para a construção de uma pilha produzida a partir do limão com base na experimentação investigativa aplicada no ensino remoto, visando permitir um melhor entendimento por parte do aluno sobre o conteúdo de eletroquímica, pois esse será agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, o ensino de química usando materiais e situações do cotidiano pode permitir um melhor entendimento destes sujeitos (MATEUS; MACHADO; BRASILEIRO, 2009).

O termo “remoto” quer dizer distante no espaço e se refere a um distanciamento geográfico, ou seja, o ensino remoto se caracteriza como um distanciamento geográfico de professores e alunos (BEHAR, 2020). Nessa modalidade de ensino as aulas são realizadas de forma síncrona ou assíncrona por meio de plataformas digitais. Nas aulas síncronas o professor se reúne com os alunos em tempo em real, já nas assíncronas não.

O tema “Pilha de limão: uma abordagem experimental investigativa aplicada no ensino remoto” foi escolhido após a participação em um projeto de divulgação científica realizado no Shopping Peixoto da cidade de Itabaiana – SE. O projeto foi proposto na disciplina de Temas estruturadores para o ensino de química III durante o semestre de 2019.1 do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Sergipe, cuja temática trabalhada era “pilhas caseiras”. Observou-se por meio dessa divulgação que a maioria das pessoas não sabia que era possível gerar eletricidade a partir de alimentos e que não conseguiam compreender o fenômeno e os conceitos químicos envolvidos.

Além disso, a pesquisa também dá continuidade ao projeto de pesquisa (TCC) de um docente do curso de Química Licenciatura. Assim, o presente trabalho objetiva avaliar se uma atividade investigativa de grau III, a partir da confecção de uma pilha de limão, pode possibilitar aos alunos a compreensão conceitual de termos como reação de oxirredução, ânodo, cátodo, oxidação, redução, eletrodo positivo e negativo, eletrólito e corrente elétrica, presentes no conteúdo de eletroquímica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar se uma atividade investigativa de grau III aplicada no ensino remoto, a partir da confecção de uma pilha de limão, pode possibilitar o entendimento do conteúdo de eletroquímica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Construir uma proposta didática com base em experimentação investigativa para a abordagem de conceitos de eletroquímica, sendo estes: reação de oxirredução, ânodo, cátodo, oxidação, redução, eletrodo positivo e negativo, eletrólito e corrente elétrica em uma pilha.
- Analisar os indícios de aprendizagem construídos pelos alunos sobre o conteúdo de eletroquímica a partir da aplicação da proposta didática de experimentação investigativa construída.

## **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O método de pesquisa adotado é de enfoque qualitativo. A pesquisa qualitativa incide em uma abordagem relevante e necessária na pesquisa social, pois o seu objetivo não é comprovar teorias, mas desenvolvê-las baseadas nas experiências fundamentadas (FLICK, 2009).

De acordo com Flick (2009), na pesquisa qualitativa, tanto o pesquisador como o pesquisado apresentam um papel importante, ambos constituem o principal instrumento de coleta de dados. Portanto, o pesquisador não pode ter uma postura neutra no campo de pesquisa e com os participantes da mesma, uma vez que, as informações coletadas dependem da associação bem-sucedida de um papel ou postura bem apropriada (FLICK, 2009).

Para Mól (2017), o foco da pesquisa qualitativa é compreender os significados dos fenômenos a partir de quem os vivenciam, portanto, não se espera que a opinião de um sujeito ou grupo represente um universo além do estudado, espera-se conhecer o que pensa esse sujeito ou grupo.

Nesta pesquisa foi construída uma proposta didática de experimentação investigativa que se enquadra no grau III. Segundo Carvalho (2018), o grau caracteriza a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis de envolvimento com a atividade investigativa.

### 3.1. Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe (UFS) no Campus Professor Alberto Carvalho localizado na cidade de Itabaiana – SE e foi aplicada a estudantes de um Colégio estadual da rede pública, localizado também na cidade de Itabaiana - SE.

### 3.2. Sujeitos da pesquisa

Essa pesquisa foi aplicada para um grupo de três alunos de Química da 2ª série do ensino médio, tendo estes uma faixa etária de 16 a 18 anos. A seleção desses alunos foi realizada mediante sua disponibilidade e compromisso, e ocorreu por meio da plataforma *Google Meet*. A pesquisa foi realizada com uma menor quantidade de alunos devido:

- A pandemia ter impossibilitado a coleta de dados de forma presencial, acarretando na utilização de ferramentas computacionais para realizar a mesma;
- Um menor número de alunos facilitarem a coleta de dados, pois um número reduzido permitiria que fosse mais fácil de acompanhá-los e mediá-los, uma vez que eles participaram de forma remota da pesquisa.

A aplicação nessa série é justificada pelo conteúdo de eletroquímica comumente ser abordado nela.

### 3.3. Instrumento de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em três etapas (Figura 1), todas passaram pelo processo de validação.

Figura 1 - Esquema empregado na coleta de dados da pesquisa.



Fonte: Autora, 2021.

Conforme mostra a Figura 1, as três etapas de coleta de dados foram: aplicação do questionário de conhecimentos prévios, experimentação investigativa remota e construção de um mapa conceitual. Ambas as etapas estão descritas abaixo.

### **3.3.1. Questionário de conhecimentos prévios.**

Como mostra a Figura 1, a primeira etapa consistiu na aplicação de um questionário de conhecimentos prévios (apêndice 1). O questionário foi elaborado por meio do *Google Forms*, o link do questionário foi enviado para os alunos através do grupo de *WhatsApp* e eles tiveram 1 hora para respondê-lo. O questionário visava identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre pilhas, pilhas caseiras e o conteúdo de eletroquímica.

Dentre as vantagens do uso do questionário pode-se destacar a pouca dificuldade para aplicação, o baixo custo, a menor pressão para uma resposta imediata, a liberdade que os sujeitos de pesquisa possuem na apresentação de suas opiniões e ideias, e a rapidez com a qual os dados podem ser coletados a um indivíduo ou um grupo (GOLDENBERG, 2004).

### **3.3.2. Experimentação investigativa remota.**

O experimento ocorreu de forma remota devido à pandemia ter impossibilitado que acontecesse presencialmente. Dessa forma, a primeira etapa consistiu em levar os materiais nas casas dos alunos, sendo estes: moedas de cinco centavos de cobre, cliques de alumínio, garras de jacaré, copos descartáveis, fios de cobre, e calculadora. Como meio eletrolítico foi disponibilizado o limão-taiti devido ser o mais comercializado.

A segunda etapa consistiu em uma aula de aproximadamente 2 horas de forma síncrona (aula em tempo real em um espaço virtual) por meio da plataforma *Google Meet*, como mostra a Figura 2. Nessa aula a pesquisadora pediu que os alunos pegassem os materiais que haviam sido disponibilizados e colocassem sobre a mesa, em seguida propôs um problema (apêndice 2) para que eles tentassem resolver com ela os mediando.

**Figura 2** - Experimento investigativo de forma remota.



**Fonte:** Autora, 2021.

Após chegarem à solução do problema, a pesquisadora fez três perguntas para os alunos: Como vocês fizeram para resolver o problema? Porque deu certo? Aonde vocês vêm isso em nosso dia a dia? Afim de que os alunos expusessem suas opiniões. Posteriormente, com o auxílio de um slide iniciou-se a explicação dos conceitos do conteúdo de eletroquímica presente na pilha de limão: reação de oxirredução, ânodo, cátodo, oxidação, redução, eletrodo positivo e negativo, eletrólito e corrente elétrica em uma pilha.

Vale ressaltar que durante a experimentação as câmeras dos alunos e os microfones ficaram abertos para que assim fosse possível mediá-los. Foi realizado um videogravação dessa etapa e todas as falas durante o experimento investigativo foram gravadas e posteriormente transcritas (apêndice 3), resultando nos dados desta pesquisa.

O vídeo constitui um instrumento valioso para a coleta e geração de dados em pesquisas qualitativas. A transformação dos vídeos em dados de pesquisa torna-se um aspecto importante por possibilitar ver e rever as aulas quantas vezes o pesquisador achar necessário, sendo possível visualizar acontecimentos que durante a experimentação em sala de aula não foi possível observar (CARVALHO, 2011).

### 3.3.3. Construção de um mapa conceitual.

A quinta e última etapa do experimento foi individual, com o intuito de visualizar os indícios de aprendizagem adquiridos por cada um dos pesquisados.

Sendo assim, a terceira e última etapa de coleta de dados baseou-se na construção de um mapa conceitual com a palavra geradora “pilha de limão” feito por cada estudante, onde eles tiveram que relacionar os conceitos discutidos durante as etapas anteriores.

Para que os alunos pudessem construir o mapa foi disponibilizado o link: <https://www.youtube.com/watch?v=mhQIAv8Av1s> referente a um vídeo aula explicando uma das formas de se construir um mapa conceitual, quem o criou e as plataformas que podem ser utilizadas em sua construção além de papel e caneta.

Além disso, foi fornecido a estes um mapa de autoria da pesquisadora (apêndice 4) sobre mapas conceituais para que eles tivessem uma melhor compreensão, também foi realizada uma aula síncrona individual pelo *Google Meet* para orientá-los na construção de seus mapas.

O mapa conceitual é uma técnica flexível, podendo ser usado para diversas finalidades, dentre estas, como instrumento de avaliação (COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2012). Ao utilizar mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem, pode-se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento (MOREIRA, 2012).

De acordo com Moreira (2012), nunca se deve esperar que o estudante apresente o mapa “correto” de um certo conteúdo, mas deve-se esperar que o mesmo apresente o seu mapa, pois o que importa no mapa conceitual é se este sujeito traz evidências de que está aprendendo o conteúdo e não se o seu mapa está certo ou errado.

As respostas dos alunos foram mantidas na íntegra, neste trabalho foi utilizado um código para designar suas respostas "AM1, AF2 e AF3". A letra AM faz referência ao aluno do sexo masculino, a letra AF as alunas do sexo feminino, e a numeração a um aluno em específico.

Vale ressaltar que durante a pesquisa foi criado um grupo no *WhatsApp* com os participantes para decidir os dias que cada etapa iria acontecer, para dirimir eventuais dúvidas e para postagem dos materiais de pesquisa.

### 3.4. Instrumento de análise de dados

Para analisar os dados foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2011). Para a autora, a técnica de análise é organizada em torno de três pólos cronológicos:

1. a pré-análise;
2. a exploração do material;
3. o tratamento dos dados, as inferências e as interpretações

A etapa de pré-análise tem por objetivo a organização, nela ocorre o primeiro contato com os textos que serão analisados, devendo possibilitar primeiras impressões e orientações diante dos objetos analisados. É uma etapa composta por atividades não estruturadas. Se as diferentes operações da pré-análise forem convenientemente concluídas, a etapa de exploração do material é a aplicação das decisões tomadas, consistindo essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas (BARDIN, 2011, p. 131).

Assim, a análise de conteúdo nesta pesquisa foi aplicada aos dados obtidos por meio do questionário de conhecimentos prévios, da transcrição do videogravação da aplicação do experimento com viés investigativo e dos dados adquiridos através dos mapas conceituais elaborados pelos sujeitos de pesquisa (BARDIN, 2011, P. 147).

Sendo assim, realizou-se inicialmente uma leitura flutuante das respostas para dar seguimento à categorização, uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. “O critério de categorização pode ser semântico, sintático, léxico e expressivo” (BARDIN, 2011, P. 147). Construídas as categorias foi possível prosseguir com a análise dos dados e propor inferências e interpretações.

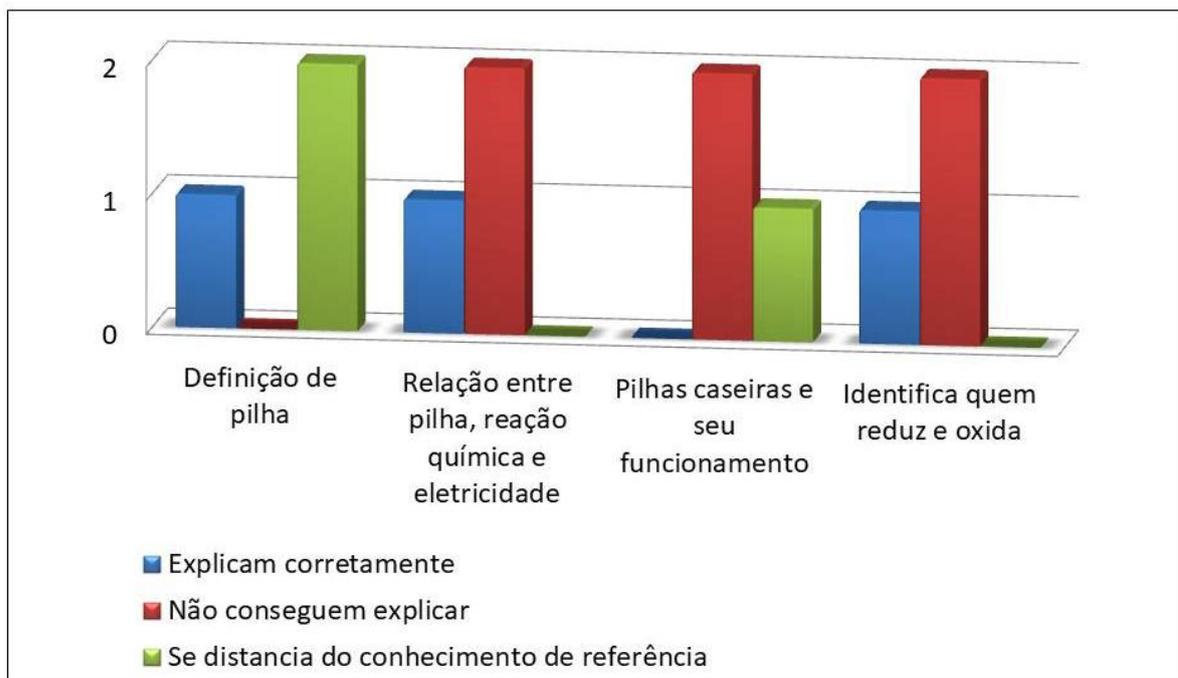
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, a apresentação e discussão dos resultados são realizadas em três blocos, relativos às etapas descritas na Figura 1 anteriormente apresentada: a análise do questionário de conhecimentos prévios, dos dados obtidos por meio do videogravação do experimento investigativo e dos mapas conceituais.

### 4.1. Análise do questionário de conhecimentos prévios.

O questionário prévio aplicado foi formado por quatro questões dissertativas (apêndice 4) e visava identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre pilhas, pilhas caseiras e o conteúdo de eletroquímica. A Figura 3 ilustra o resultado das respostas dos alunos.

**Figura 3** - Resultado do questionário prévio aplicado aos alunos que representa o número de frequência de suas respostas.



**Fonte:** Autora, 2021.

Pelo questionário percebe-se que dois dos alunos não compreende o significado de pilha, como é possível observar em suas falas abaixo.

“Que é um objeto que contém energia magnética” (AM1).

“Um pequeno objeto com energia” (AF2).

Ao analisar as respostas do AM1 e da AF2 foi possível observar que ambos apresentavam um conceito cientificamente incorreto sobre o que seria uma pilha, uma vez que ela não armazena energia. De acordo com Caramel e Pacca (2011) a pilha é utilizada para

produzir corrente elétrica ao longo de um condutor. Somente a AF3 explica um conceito de pilha cientificamente aceito.

“Objeto que por meio de uma reação química produz eletricidade” (AF3).

De acordo com Santos et al. (2018) elas fornecem energia através de dois eletrodos e um eletrólito onde ocorrem reações de oxirredução que geram corrente elétrica. Percebeu-se também que apesar de AF2 e AM1 definirem uma relação entre pilha e eletricidade, não definem qual a relação entre pilha, reação química e eletricidade, como mostra suas falas abaixo.

“A pilha funciona sem o uso de eletricidade” (AF2).

“A eletricidade pode recarregar uma pilha” (AM1).

Somente a AF3 conseguiu incorporar o conceito correto ao fazer uma relação entre pilha, reação química e energia (eletricidade).

“Na pilha existe reação química a qual fornece energia” (AF3).

Como foi abordado anteriormente, a pilha é um dispositivo capaz de gerar eletricidade a partir de uma reação química (BROWN et al., 2014). Percebeu-se também que a maioria deles nunca ouviu falar em pilhas caseiras, conseqüentemente não sabem os materiais que as compõe e seu funcionamento. Somente uma das alunas conhece e cita como exemplo a pilha de batata.

A falta de conhecimento em relação às pilhas caseiras pode está associada ao fato deles não terem tido contato com o conteúdo de eletroquímica e talvez pelo fato dos livros didáticos usados no ensino médio, na maioria das vezes, sugerirem aquelas com materiais típicos de laboratório, por exemplo, a pilha de Daniell (HIOKA et al., 2000).

Além disso, é possível inferir que os alunos possuem dificuldade em associar o processo de oxidação e redução ao número de oxidação (nox), uma vez que, somente a AF3 identificou quem oxidava e quem reduzia no processo de ferrugem.

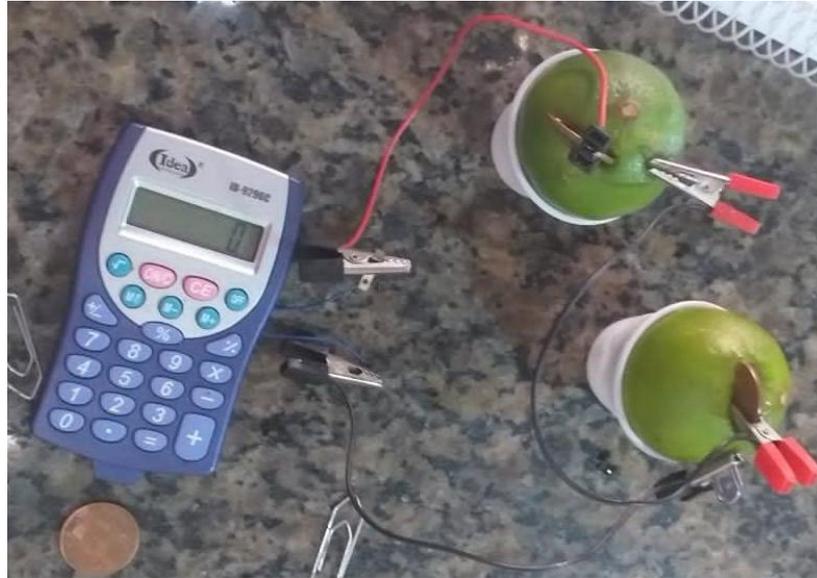
“O primeira oxida e o segundo reduz” (AF3).

No entanto, provavelmente não justificou a sua resposta por possuir dificuldades na compreensão desses conceitos, pois de acordo com Sanjuan et al. (2009) os alunos possuem dificuldade em compreender conceitos como oxidação, redução, dentre outros, logo não conseguiu também associar ao número de oxidação.

#### 4.2. Análise dos dados obtidos por meio do videogravação do experimento investigativo.

Durante o experimento de carácter investigativo somente a AF3 conseguiu construir a pilha de limão e fazer a calculadora funcionar (Figura 4).

**Figura 4** - Pilha de limão construída pela AF3.



**Fonte:** Autora, 2021.

Para a análise das falas durante o experimento investigativo, foram feitas 2 categorias: Explicação da pilha de limão e Percepções visuais. A Tabela 2 apresenta as categorias e as falas relacionadas a cada uma delas.

A categoria explicação da pilha de limão engloba as respostas em que os alunos tentam explicar o porquê a calculadora só liga quando os materiais estão inseridos no limão. Na categoria percepções visuais estão as respostas em que os alunos tentam explicar o porquê da calculadora funcionar através do que foi observado no experimento.

**Tabela 2:** Categorias apresentadas na análise das falas dos alunos durante o experimento investigativo.

Categoria	Unidade de Análise
Explicação da pilha de limão	<p>AF3: “Porque eu acho que eles precisam do ácido do Limão.”</p> <p>AF2: “Porque é, o limão tá com a voltagem de 0,89 com a ajuda do negocinho aqui, dos materiais ele vai aumentar a voltagem dele, então isso vai fazer com que a calculadora pegue.”</p> <p>AM1: [...] “tem que ter um pouco do ácido do limão e a interligação para que ela funcione, e eu não fiz isso eu acho, direito.”</p>
Percepções visuais	<p>AF3: “Eu acho porque eu consegui fazer direitinho de acordo com as instruções.”</p> <p>AF2: “Porque, como juntou os três negocinho aqui (mostra a banda do limão) deu a voltagem certa para poder ligar à calculadora.”</p> <p>AM1: “Porque a concentração foi maior entre os polos.”</p>

Na categoria explicação da pilha de limão os alunos buscaram explicar o funcionamento da pilha de limão através do experimento investigativo realizado.

Como é possível analisar na Tabela 2, somente a AF3 e o AM1 a partir da confecção da pilha de limão conseguiram associar o funcionamento da pilha ao ácido presente no limão. Conforme Hioka et al. (2000) o princípio ativo desta pilha é o fato das reações acontecerem em meio ácido, fornecendo assim potencial e corrente elétrica suficiente para fazer com que equipamentos eletrônicos de baixa voltagem funcionem.

A categoria Percepções visuais surgiu para demonstrar que mesmo após o experimento investigativo os alunos não conseguiam explicar o porquê que a calculadora funcionou, como mostra suas respostas na Tabela 2. É possível analisar que suas respostas se distanciam da explicação cientificamente aceita para o funcionamento da calculadora, ou seja, apesar de alguns compreenderem a necessidade dos materiais estarem inseridos no limão para o funcionamento da pilha, eles não compreendem o porquê da calculadora funcionar. Segundo Caramel e Pacca (2011) as concepções alternativas que os alunos possuem estão longe da explicação científica aceita.



No mapa da AF2 e do AM1 é mostrado que o limão é utilizado devido ser ácido, ou seja, é possível perceber que eles entenderam que o funcionamento da pilha de limão ocorre através da liberação de íons  $H^+$  do ácido cítrico presente no limão. O ácido cítrico é um dos principais reagentes da pilha de limão (SANTOS, 2018).

Nos mapas os alunos relacionam a reação de oxirredução ao processo de oxidação e de redução; a oxidação a perda de elétrons; a redução ao ganho de elétrons; cátodo a redução e ânodo a oxidação. Além disso, o AM1 mostra uma relação entre corrente elétrica e a transferência de elétrons que ocorre do ânodo para o cátodo e a AF3 mostra uma relação em seu mapa entre cátodo e polo positivo; ânodo e polo negativo. Portanto, é possível observar através dos mapas conceituais evidências de indícios de aprendizagem adquiridos pelos alunos sobre o conteúdo de eletroquímica.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que a experimentação investigativa é uma ferramenta importante para ser aplicada no ensino de química ao abordar o conteúdo de eletroquímica, pois a participação dos alunos em todas as etapas da investigação pode contribuir para uma maior autonomia dos estudantes. Apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos ao resolver o problema proposto, eles demonstraram interesse pela investigação e manifestaram hipóteses durante a construção da pilha de limão.

Pode-se perceber através dos mapas conceituais elaborados por eles que uma atividade investigativa de grau III, a partir da confecção de uma pilha de limão, pode possibilitar o entendimento do conteúdo de eletroquímica, pois a relação estabelecida por eles em seus mapas entre os conceitos presente no conteúdo de eletroquímica mostra indícios de aprendizagem adquiridos por eles sobre esse conteúdo.

Contudo, foi possível concluir também que a experimentação investigativa de forma remota traz alguns desafios como, por exemplo: a dificuldade na hora de mediar por não conseguir ter uma boa visualização do que os alunos estão fazendo, a dependência por uma internet boa para que não fique oscilando, a necessidade de um ambiente silencioso para que se possa ouvir os alunos, a aplicação da atividade com um menor número de alunos para facilitar a mediação, dentre outros fatores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, Laurence. Método. *In*: BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011. p. 123-187.
- BEHAR, Patricia Alejandra. Artigo: o ensino remoto emergencial e a educação a distância. **Coronavírus**, Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/artigo-o-ensino-remoto-emergencial-e-a-educacao-a-distancia/>. Acesso em: 04 Fev. 2021.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, vol. 19, n. 3, p. 291–313, 2002.
- BROWN, Theodore Lawrence *et al.* **Química a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- CAMEL, Neusa June Carlton; PACCA, Jessuína Lopes de Almeida. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 28, n. 1, p. 7–26, 2011.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, vol. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em Sala de aula. *In*: SANTOS, Flávia Maria Teixeira; GRECA, Ileana Maria (org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas Metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 13-47.
- COSTA, Maria Helena Carvalho; SILVA, Gilvan Mendonça; RIBEIRO, Tiago Nery. O Uso De Mapas Conceituais Como Instrumento De Avaliação No Ensino De Física : Um Estudo a Partir Do Tema As Leis De Newton. **VI Colóquio Internacional**, São Cristovão, p. 1–11, 2012.
- DAGA, Aline Cassol; CHRAIM, Amanda Machado. O Ensino De Ciências Por Investigação. p. 1–34, 2011.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FREIRE, Melquesedeque da Silva; JÚNIOR, Carlos Neco da Silva; SILVA, Márcia Gorette Lima. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais**. Campinas: 2011. p. 1–12.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**. 8. ed. São Paulo: Record, 2004.
- GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 11, n. 2, p. 219–238, 2006.
- HIOKA, Noburu *et al.* Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, n. 11, p. 40–44, 2000.

MATEUS, Alfredo Luis Martins Lameirão; MACHADO, André Horta; BRASILEIRO, Lilian Borges. Articulação de Conceitos Químicos em Um Contexto Ambiental por Meio do Estudo do Ciclo de Vida de Produtos. **Química Nova na Escola**, vol. 31, n. 4, p. 231–234, 2009.

MERÇON, Fábio. A experimentação no ensino de química. p. 1–4, 2013.

MÓL, Gerson de Souza. Pesquisa Qualitativa Em Ensino De Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, vol. 5, n. 9, p. 495–513, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, vol. 23, n. 28, p. 87–95, 2012.

OLIVEIRA, Janety Brunna de Souza *et al.* PILHAS: Uma proposta para o ensino de eletroquímica. In: Congresso Nacional de Educação, 5., 2018, Olinda. **Anais**. Olinda: Realize, 2018. p. 1-4.

SANJUAN, Maria Eugênia Cavalcante *et al.* Maresia: Uma proposta para o ensino de oscilações. **Química Nova Na Escola**, vol. 31, n. 3, p. 190–197, 2009.

SANTOS, Tâmara Natasha Prudente *et al.* Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, vol. 40, n. 3, p. 258–266, 2018.

SILVA, Luiz Henrique Barros. **Atividades experimentais investigativas: possíveis mobilizações de capacidades de pensamento crítico**. 2020 . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2020.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & cognição**, vol. 14, n. 1, p. 50–74, 2009.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

#### Questionário de conhecimentos prévios

1) O que você entende por pilha?

---

---

---

---

2) Explique se houver, qual a relação entre pilha, reação química e eletricidade.

---

---

---

---

3) Você já ouviu falar em pilhas caseiras? Cite algum exemplo e fale sobre seu funcionamento incluindo uma descrição sobre os materiais que a compõe.

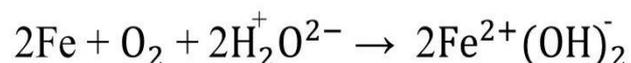
---

---

---

---

4) A ferrugem é um processo de corrosão conhecido que implica impacto econômico significativo, pois traz danos às estruturas de edifícios, carros, pontes, navios, dentre outros. Estima-se uma perda de bilhões de dólares no mundo inteiro causado pelo processo de ferrugem, sendo 20% do ferro produzido para repor objetos de ferro descartados por causa de danos de ferrugem. Esse processo ocorre devido ao elemento químico ferro (Fe), presente nos materiais metálicos como, por exemplo, portões e pregos quando estes entram em contato com moléculas de oxigênio (O<sub>2</sub>) e com a água presente no ar atmosférico. A formação da ferrugem ocorre através de várias etapas, uma dessas está descrita abaixo, sendo assim, identifique a partir da reação de oxirredução abaixo qual elemento oxida e qual reduz, explicando o porquê que ele reduz ou oxida.



---

---

---

---

## APÊNDICE 2

### QUESTÃO PROBLEMA

Como fazer a calculadora funcionar a partir da pilha de limão?

### ATIVIDADE INVESTIGATIVA

#### **É possível fazer uma calculadora funcionar utilizando somente limão?**

Luana é uma menina de 16 anos que mora em Itabaiana-SE e cursa o 3º ano do Ensino Médio, no Colégio Estadual Hugo Sarmiento. Ao passar pela frente da sala do professor de Química Bruno, ela o ouviu dizer para turma do 2º ano formar grupos e propor um experimento abordando o conteúdo de eletroquímica. Ao terminar a aula, Luana chama sua amiga Barbara que está no 2º ano e pergunta:

- Barbara, seu grupo já sabe qual experimento fazer?

Barbara então diz que o seu grupo ainda está pensando em relação ao que fazer e perguntou a Luana:

- Porque Luana? Você já fez algum experimento abordando o conteúdo de eletroquímica?

Luana então responde que não, mas que quando estava cursando o 2º ano do Ensino Médio, o professor de Química Bruno fez um experimento demonstrativo sobre o conteúdo e que ela foi pesquisar em seguida outros experimentos que pudessem ser feitos em casa.

Barbara entusiasmada pergunta:

- Você encontrou algum?

Luana então responde:

- Sim, o experimento da pilha de limão.

Barbara espantada questiona:

- Pilha de limão? Como assim? Será que funciona mesmo Luana?

Sua amiga então diz:

- Isso mesmo que você ouviu uma pilha de limão, e explica que diferente das pilhas comerciais que por possuírem em sua composição metais pesados como, por exemplo,

chumbo, mercúrio e cobre que causam muitos danos ao meio ambiente e podem representar riscos a saúde pública quando estas são descartadas de forma inadequada, a pilha de limão não apresenta nem um desses problemas.

- Mas amiga, eu posso usar qualquer aparelho que vai funcionar?

Luana explica que não, pois a voltagem média produzida por uma pilha de limão é de 0,85 V, suficiente apenas para ligar aparelhos de baixa voltagem, cerca de 1,5 V como a calculadora.

Luana então tira uma calculadora que tinha em sua bolsa e propõe um desafio para sua amiga:

- Barbara, desafio você e seu grupo a fazerem essa calculadora funcionar para que vocês possam apresentar para o professor Bruno, utilizando apenas os seguintes materiais: **moedas de cinco centavos de cobre, copos de plástico, cliques de alumínio, garras de jacaré, fios de cobre e limão-taiti.**

**Agora é sua vez!**

Supondo que você faça parte do grupo de Luana, como você ajudaria seu grupo a resolver o desafio proposto por sua amiga e então apresentar ao professor?

**Questionamentos para que os alunos organizem melhor suas ideias e pensamentos para a execução das etapas experimentais.**

	<b>Qual o objetivo?</b>	<b>O que foi utilizado?</b>	<b>Como você fez para resolver o problema?</b>	<b>Por que deu certo?</b>	<b>Onde você vê isso em nosso dia a dia?</b>
<b>Atividade experimental investigativa</b>					

### APÊNDICE 3

#### Parte da transcrição das falas durante a experimentação investigativa remota

**Pesquisadora:** Tá aparecendo ai para vocês? Apareceu gravando não foi? Olha ele!

**Pesquisadora:** vamos lá pessoal, a primeira etapa do experimento ela consiste em quê? Em separar os experimentos. O professor daria para vocês na verdade os materiais, certo? Só que esses materiais já foram entregues, né isso? Então preciso que vocês coloquem os materiais em cima da mesa, todos.

**AF3:** Os meus já estão aqui comigo.

**Pesquisadora:** Já?

**AF3:** Já.

**AF2:** Os meus também.

**AM1:** Vou pegar o limão porque eu botei na geladeira.

**Pesquisadora:** (risadas) pronto. Eu pedi para que vocês colocassem o limão para que ele não sofresse decomposição, para que ele não apodrecesse certo? Por isso que eu pedi para que vocês guardassem na geladeira.

**Pesquisadora:** Pessoal vocês estão vendo que o tema do meu trabalho, do meu TCC, do trabalho que eu estou desenvolvendo com vocês é “pilha de limão: uma abordagem experimental investigativa”. E porque eu coloquei isso de início? Porque eu quero dizer para vocês que o trabalho não é só eu só que estou envolvida, existe outras pessoas também que estão inseridas. Eu sou a pesquisadora certo? E o meu orientador de pesquisa é o professor Dr Marcelo Leite que ele é professor do campus de Itabaiana, e ele é professor de físico-química, da área de físico-química. Eu tenho também uma coorientadora que é a professora Dr<sup>a</sup> Nirly Araújo dos Reis, que ela é professora também da faculdade e ela é da área de ensino, assim também como o professor da disciplina que é o professor Dr João Paulo Mendonça Lima, ou seja, o que eu quero dizer com isso pessoal? É que o trabalho envolve outras pessoas também. Todo mundo entendeu? Além de vocês né agora?

**AF3:** Entendi.

**Pesquisadora:** E vale destacar pessoal que como eu falei para vocês de início, o nome de vocês não vai estar na pesquisa, ou seja, vai estar o anonimato. Por questões éticas eu vou me referir a vocês como letras e números, vai ser AF referente à aluna do sexo feminino e AM referente ao aluno do sexo masculino, tudo bem? Todo mundo entendeu isso?

**AF3:** Entendi.

**Pesquisadora:** Pronto, ótimo. Agora a primeira etapa do experimento, porque, a primeira coisa é, vai ter um caso, eu vou precisar que AF3 e AF2 leiam porque o caso são duas meninas, mas se AF2 estiver com muito barulho aí AM1 teria como ler? AM1 saiu? Ah, voltou.

**AM1:** Foi, deu uma quedinha aqui desculpa.

**Pesquisadora:** Não, tudo bem. Oh, mais uma vez, só voltando. Vai ter um caso certo? Porque o experimento ele é baseado em um caso e esse caso eu vou precisar que vocês façam a leitura, certo?

**AF3:** Certo.

**Pesquisadora:** pronto, AF2 como está seu som aí? Como está seu vizinho?

**AF2:** Tá continuando aqui, cantando.

**Pesquisadora:** Ah, da para ler. Porque o que acontece, todo mundo vai acompanhar o caso, mas AM1 porque eu estou dizendo para as meninas lerem no caso, porque o caso são duas meninas que estão se comunicando, entendeu?

**Pesquisadora:** Vocês estão vendo o nome? A questão problema?

**AF3 e AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** AF2?

**AF2:** Sim, eu vou trocar de lugar aqui para ver se o som fica melhor.

**Pesquisadora:** Tá certo. Então, todo mundo já tá com o material na mesa? AM1 já pegou os limões?

**AF3:** Sim.

**AM1:** Já.

**Pesquisadora:** (risos) ótimo. Só AF3 está aparecendo né? Ahh, agora AM ligou, AF2 está escondida. Então pessoal, a questão problema é “como fazer a calculadora funcionar a partir da pilha de limão?” Então a atividade investigativa que vocês vão fazer é “é possível fazer uma calculadora funcionar utilizando somente limão?” é isso que eu quero que vocês descubram, se é possível fazer com que ela ligue utilizando somente limão. Para isso tem um problema/caso que agora eu vou precisar que AF2 e AF3 façam a leitura, se AF2 não conseguir fazer a leitura aí se AM1 puder fazer a leitura tudo bem também?

**AM1:** Tudo bem.

**Pesquisadora:** AF2?

**AF2:** Posso começar?

**Pesquisadora:** Ah, pode começar.

**AF2 e AF3** fazem leitura da questão problema descrita no apêndice 2.

**Pesquisadora:** Agora é a vez de vocês! Todo mundo entendeu qual o objetivo? Luana propôs o quê? Um desafio para sua amiga não foi?

**AF3:** Isso.

**AF2:** Foi.

**Pesquisadora:** Qual era o desafio?

**AF2 e AF3:** Ela fazer a calculadora funcionar usando dois limões.

**Pesquisadora:** Exatamente, junto com os outros materiais não é?

**AF2 e AF3:** É.

**Pesquisadora:** Então, para que vocês sejam norteados, porque o que acontece, professora não tem um roteiro? Não, não tem um roteiro porque olha o nome “investigativo”, ou seja, vocês vão obter os resultados, vocês vão tentar fazer, vocês que têm que desenvolver o problema e me dizer como foi possível fazer a calculadora funcionar e se é possível que ela funcione, de que forma.

**Pesquisadora:** Aqui vocês têm um quadro para nortear vocês. Agora é com vocês pessoal quero ver essa calculadora funcionar.

**Pesquisadora:** Pessoal?

**AF2:** Ei, eu vou ter que entrar pelo celular da minha irmã porque o meu tá descarregando.

**Pesquisadora:** Pronto, voltei, a conexão tinha caído.

**AF2:** Têm algum problema se eu entrar pelo celular de minha irmã?

**Pesquisadora:** Oi?

**AF2:** Algum problema se eu entrar pelo celular da minha irmã? Porque o meu tá descarregando.

**Pesquisadora:** Não AF2, pode entrar.

**Pesquisadora:** Oh, AM1 já está sendo diferenciado. AF3 tá conectando no próprio limão, AM1 tá espremendo o limão. Porque AM1 vocês está espremendo o limão?

**AM1:** Eu tou fazendo aqui sem saber né?

**Pesquisadora:** Muito bem, pode fazer.

**Pesquisadora:** Porque AF3 você está fazendo conectando no próprio limão?

**AF3:** Eu tou fazendo do jeito que eu acho que é.

**Pesquisadora:** Muito bem, pode continuar.

**AF3:** Espero que dê certo.

**Pesquisadora:** Vai dar.

**AM1:** por precaução eu vou fazer também (mostra duas metades do limão).

**Pesquisadora:** (risadas) isso aí.

**Pesquisadora:** Pessoal só por uma pergunta, uma pilha ela tem quantos polos?

**AF3:** Eu não sei responder a essa pergunta não.

**AM1:** Eu também não sei não.

**Pesquisadora:** A pilha ela tem um polo positivo e um polo?

**AF3 e AM1:** Negativo.

**Pesquisadora:** Exatamente. Vocês acham que o polo positivo e negativo da pilha têm os mesmos materiais?

**AF2, AF3, AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Interessante.

**AM1:** Bom, minha parte eu já terminei. Não funcionou não.

**Pesquisadora:** Rapaz, já ligou?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Não ligou?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Como é que você tá fazendo?

**AM1:** Eu coloquei primeiro aqui os dois copinhos aí acho que não vai dar certo não. Aí eu botei duas moedas e um clipe dentro de uma banda do limão e duas moedas e um clipe dentro de outra banda.

**Pesquisadora:** Como você fez a conexão?

**AM1:** Eu peguei um cabinho desses e coloquei em duas moedas no clipe na metade do limão, a outra do mesmo jeito e coloquei a outra ponta na calculadora.

**Pesquisadora:** Pare aí para mim, para eu ver direito, para eu ver a conexão que você fez.

**AM1:** Pere ainda viu?

**Pesquisadora:** Ahhh, você fez a conexão dos Limões na calculadora não foi?

**AM1:** Foi.

**Pesquisadora:** Porque você acha que não deu certo já? Por enquanto.

**AM1:** Eu não sei, acho que errei alguma coisa.

**Pesquisadora:** O que você acha que você errou?

**AM1:** Rapaz eu acho que errei tudo viu? (fala risonha)

**Pesquisadora:** (risadas) Vamos pensar o seguinte, na apresentação foi visto que o limão apresenta o quê? Que é possível ligar a partir dele aparelhos que necessitam de pelo menos 1,5 V certo? 0,89 V vai ligar um aparelho de 1,5 V?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Então o que eu preciso fazer? Um limão fornece 0,89 V, o que eu preciso fazer para obter essa voltagem?

**AM1:** Ahh, entendi. Tem que ser dois limão.

**Pesquisadora:** Não sei, e aí? Vá fazendo.

**AM1:** Vou pegar outro limão, vou arrumar outro limão aqui.

**Pesquisadora:** Olhe, você também espremeu o limão nos dois copos?

**AM1:** Foi.

**Pesquisadora:** Você também tem esse suco do limão aí, esse sumo do limão.

**AM1:** Ahh.

**Pesquisadora:** Vão tentando.

**Pesquisadora:** Vocês têm três conexões, duas moedas e dois cliques. O que eu posso fazer? Pensem.

**AM1:** Ainda nada.

**Pesquisadora:** Ainda nada? O que você fez dessa vez?

**AM1:** Eu peguei coloquei no copinho o sumo do limão, aí peguei grudei dois cliques, duas moedas e coloquei. Aí interligue (pesquisadora interrompe).

**Pesquisadora:** Interligou? Você pegou o clipe e juntou com a moeda foi?

**AM1:** Foi.

**Pesquisadora:** Vamos pensar um pouco aí, se você fez isso não tá dando certo o que eu posso fazer agora?

**AM1:** Colocar só a moeda ou só o clipe.

**Pesquisadora:** Olha aí, o que eu posso fazer? Bora por tentativa, vamos fazendo e vamos pensando porque não tá dando certo para depois quando der certo você me disserem por que deu certo agora. A questão aqui é vocês pensarem.

**Pesquisadora:** Tá indo AF3?

**AF3:** (risadas) não.

**Pesquisadora:** Por quê?

**AF3:** Não sei.

**Pesquisadora:** Como você fez a conexão?

**AF3:** Eu coloquei os dois cabos aqui nos limões, nos dois limões e coloquei, eu coloquei as outras pontas em uma moeda e um clipe e coloquei um pedacinho do fio em um dos cabos junto com a moeda e o clipe e fiz a mesma coisa com o outro.

**Pesquisadora:** Vamos pensar uma coisa, AF2 como tá aí?

**AF2:** Taaa, não pegou não ainda.

**Pesquisadora:** Vamos pensar uma coisa pessoal, se um limão, vamos pensar, eu também tenho um limão e posso transformar ele, posso dividir ele e ter duas metades certo? Cada um também vai me fornecer 0,89 V, é como se eu tivesse dois. Então o que eu tenho que fazer? Eu tenho que de alguma forma somar a voltagem desses limões, como eu vou fazer para somar essas voltagens? Através de quê? Vocês vão ter que fazer uma ligação concordam? Tem que ter uma ligação entre os limões para depois ter uma ligação entre as outras coisas. Agora pensem aí, como eu vou fazer essa ligação.

**AM1:** Já eu fiz uma ligação de dois limões só que o sumo do limão em um copo com duas moedas aí liguei as duas moedas no limão.

**Pesquisadora:** As duas moedas no limão?

**AM1:** Coloquei as duas moedas no limão aí coloquei duas moeda no copo e interliguei eles dois e conectei em um fiozinho, e depois no outro lado eu coloquei metade de um limão e uma moeda.

**Pesquisadora:** Como você fez AM1?

**AM1:** Olhe, eu coloquei o sumo de limão em um copo aí coloquei duas moedas, aí peguei um fiozinho e liguei em mais duas moedas que estão dentro da metade do limão. Puxei outro fiozinho, coloquei no fiozinho da calculadora e do outro lado eu coloquei uma moeda a metade do limão e interliguei em outro fio.

**Pesquisadora:** Vamos pensar pessoal, em uma pilha eu tenho que ter substâncias diferentes concordam? Porque se um polo é positivo e o outro negativo, então significa dizer que eu tenho substâncias diferentes concordam?

**AF2, AF3, AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** O que seriam essas substanciais? O clipe que vocês têm e a moeda, certo?

**AF3:** Certo.

**Pesquisadora:** Então vocês concordam, pensei comigo, o que eu tenho que ter em cada limão?

**AM1:** Um clipe.

**AF2:** Um clipe e uma moeda.

**Pesquisadora:** Como é AF2?

**AF2:** Um clipe e uma moeda?

**Pesquisadora:** Será? Será que é um clipe e uma moeda em cada limão? E como é que eu faço essa conexão? Pensem agora.

**Pesquisadora:** Outra coisa, na pilha o Polo positivo e o polo negativo tão colados?

**AF3 e AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Como será que tem que fazer isso em minha gente?

**Pesquisadora:** Calma AM1 não pode desanimar não, vá fazendo. Pensem, o polo positivo não pode tá grudado no negativo (fala interrompida).

**AM1:** Eu posso pegar outro limão?

**Pesquisadora:** Oi?

**AM1:** Eu posso pegar outro limão?

**Pesquisadora:** Pode pegar, pode pegar sim.

**Pesquisadora:** Só para constar uma coisa pessoal, na associação em série que existe uma associação em série e uma associação em paralelo de acordo com a física. A associação em paralelo ela é feita como? Ela vai gerar o quê? Um somatório da corrente só que o que vocês querem somar é a tensão, é a voltagem certo? Então vocês vão usar a associação em paralelo? A associação em paralelo ela une um polo positivo com o polo positivo e o polo negativo com o polo negativo. A associação em série que é o somatório da tensão que é o que vocês querem que é aumentar a voltagem, se a associação em paralelo ela junta o polo positivo com o polo positivo, pensem quem é o polo positivo e o polo negativo? São os materiais que vocês têm aí, certo? Só não sei qual ainda, mas ela soma as correntes e vocês querem somar a tensão. Para somar a tensão vocês têm que fazer uma associação em série, a associação em série conecta o polo positivo com o negativo da outra para que some a tensão e aumente essa voltagem. Pensem então, como eu faço isso.

**Pesquisadora:** Vocês conseguiram entender o que é associação em série?

**AM1:** Mais ou menos.

**Pesquisadora:** Vamos supor pessoal que as substâncias que vocês têm, os metais, o alumínio e a moeda são as suas substâncias. Na associação em série vocês têm que conectar o polo positivo com o polo negativo da outra para somar a voltagem. Então o que vocês têm que fazer?

**AF3:** Juntar o clipe com a moeda?

**Pesquisadora:** Juntar o clipe com a moeda? AM1 tava fazendo isso, deu certo AM1?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** O que tem aí AM1?

**AM1:** Eu peguei dois limão aí fiz dois cortezinhos aí coloquei uma moeda e um clipe, no outro a mesma coisa e interliguei os dois.

**Pesquisadora:** Vamos só ver uma coisa AM1, em uma pilha o polo positivo e o polo negativo, ou seja, o polo positivo e negativo seria a moeda ou o clipe, certo? Eles estão juntos? O clipe taria junto com a moeda?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Como taria isso? Pensem pessoal.

**AM1:** Separado.

**Pesquisadora:** Não sei, será?

**AM1:** Ahh.

**Pesquisadora:** Pensem aí.

**Pesquisadora:** Eu tenho três fios com três garrinhas, o que eu posso fazer?

**Pesquisadora:** Estou gostando do que vejo, eu acho. Você botou os dois cliques e as duas moedas juntos AM1?

**AM1:** Não, botei quatro cliques e quatro moedas.

**Pesquisadora:** Quatro cliques?

**AM1:** Não, então eu vou tirar dois.

**Pesquisadora:** (risadas) Pera menino, calma. Vamos pensar, eu tenho que estar conectado um polo a outro polo, um a outro, um a outro.

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** Um são quatro?

**AM1:** Não, são dois.

**Pesquisadora:** São dois o quê? Eu vou conectar quem com quem?

**AM1:** Dois clipe e duas moedas.

**Pesquisadora:** Oh, um tem que tá conectado com o outro.

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** Eu vou conectar quem? Um tem que tá conectado com o outro.

**Pesquisadora:** E aí meninas?

**AF3:** Um clipe com uma moeda.

**Pesquisadora:** Muito bem, vou conectar um clipe com uma moeda, e isso vai aumentar quem? Quem vocês querem aumentar para fazer com que a calculadora funcione?

**AF2:** O limão?

**Pesquisadora:** A voltagem do limão né? Humm, tou vendo que AM1 (fala interrompida).

**AM1:** O meu já tá ligado o clipe e as moeda aí agora eu não sei o que fazer.

**Pesquisadora:** As moedas?

**AM1:** Olhe, tem duas moedas em um limão e dois cliques no outro.

**Pesquisadora:** AF3 o que tem que fazer AF3?

**AF3:** Tem que interligar um clipe com uma moeda.

**Pesquisadora:** Escutou AM1?

**AF3:** Ligar um ao outro.

**AM1:** Não ligou não ainda.

**Pesquisadora:** Calma. Vamos lá AM1 você ligou uma moeda a um clipe como AF3 falou?

**Pesquisadora:** Uma moeda a um clipe?

**AM1:** Uma moeda dentro do limão ou fora?

**Pesquisadora:** Como é AF3, dentro ou fora?

**AF3:** Fica dentro.

**Pesquisadora:** Dentro do limão, uma moeda e um clipe vão tá onde?

**AF3:** No limão.

**Pesquisadora:** No limão, conectadas agora.

**Pesquisadora:** Fale AM1.

**AM1:** Eu coloquei duas moedas em um limão e dois clipe em outro, aí eu peguei e interliguei os dois, aí eu peguei os dois fiozinhos um eu botei na moeda e coloquei na calculadora e outro coloquei no clipe e na calculadora.

**Pesquisadora:** Então, de novo. AF3 falou o quê? Você tem que pegar deixar um limão e um clipe conectado não 2, 3 entendeu?

**AM1:** Um limão com uma moeda?

**Pesquisadora:** É, um clipe a uma moeda ligado, um clipe a uma moeda.

**AM1:** É o que eu fiz aqui.

**Pesquisadora:** Você botou duas moedas.

**AM1:** Ahh, então eu vou tirar uma para ver.

**AM1:** Agora eu interliguei olhe, um limão com uma moeda e um limão com um clipe e uma moeda interligado.

**Pesquisadora:** Isso. Só quê, vamos lá agora, vamos pensar um pouco. Cada Limão tem que ter o que?

**AM1:** 0, 89 V.

**Pesquisadora:** Certo, só que a conexão que você fez vai ter quantos agora?

**AM1:** 1,8 V.

**Pesquisadora:** Certo, o que é isso que você fez? Olha aí pessoal o que AM1 fez é uma associação em série, é quando eu pego e ligo uma moeda a um clipe, certo? Nesse caso. Só que, a pilha tem dois polos, vamos imaginar que cada limão funcionaria como uma pilha e que a moeda e o clipe seriam os polos, então cada limão tem que ter o quê? Cada limão.

**AM1:** Tem que ter um ponto interligador.

**Pesquisadora:** Você já interligou, mas agora ele tem que ter o que? Pense. Ne cada limão, você botou em um limão um clipe e no outro uma moeda, certo?

**AF3:** Cada limão tem que ter um polo negativo e outro positivo?

**Pesquisadora:** Exatamente.

**AF3:** Então cada limão tem que ter um clipe e uma moeda?

**Pesquisadora:** Exatamente, cada limão tem que ter um clipe e uma moeda, muito bem.

**AM1:** Ahh.

**Pesquisadora:** E aí pensem, a calculadora vai funcionar através da pilha de limão e a calculadora precisa ser ligada ao quê? A um polo positivo e a um polo negativo, né isso?

**AM1 e AF3:** Isso.

**Pesquisadora:** Então pensem aí.

**AM1:** Nada ainda.

**Pesquisadora:** AM1 eu vi que você conectou o clipe e a moeda junto, não foi?

**AM1:** Foi.

**Pesquisadora:** Lembra o que foi discutido? Que o polo positivo e polo negativo na mesma pilha eles estão juntos?

**AM1:** Humm, vou tirar o clipe então.

**Pesquisadora:** Oi?

**AM1:** Eu vou tirar o clipe.

**Pesquisadora:** Não. Na pilha como AF3 disse eu tenho um clipe e uma moeda, mas o clipe e a moeda no caso, no limão, no próprio limão eles têm que estar conectados?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Então.

**AM1:** Agora entendi, um limão permanece a moeda e o clipe só que eu vou ter que ligar só um?

**Pesquisadora:** Como assim ligar só um?

**AM1:** Por exemplo (fala interrompida)

**Pesquisadora:** A ligação que você fez de início tava certa. Pense, você tem três fios aí né?

**AM1:** Isso.

**Pesquisadora:** Certo?

**AM1:** Certo.

**Pesquisadora:** você fez a primeira ligação que foi somar as voltagens do limão, ok, tá certa. E o que eu tenho que fazer com os outros?

**AF3:** Eu acho que eu consegui ligar.

**Pesquisadora:** Cadê?

**AF3:** Olhe (mostra o experimento), não sei se dá para ver daí.

**Pesquisadora e AF2:** Dá.

**Pesquisadora:** Dá AF3, tire uma foto do seu experimento AF3.

**AF3:** Anram.

**Pesquisadora:** Agora diga a seus colegas como você fez.

**AF3:** Eu fiz assim, eu coloquei um clipe e uma moeda primeiro nos limões diferente, aí eu conectei, conectei um fio na moeda e outro no clipe. Depois eu peguei coloquei outro clipe no limão que tava com a moeda e conectei o outro cabinho, e deixei o outro solto para conectar na calculadora e depois eu peguei no outro irmão que tava só com clipe eu coloquei a moeda, conectei o cabinho e deixei o outro solto para conectar na calculadora, e depois eu peguei no outro limão que tava só com o clipe eu coloquei a moeda e conectei o cabinho e deixei o outro para conectar na calculadora. Porque tem que ser polos diferentes.

**Pesquisadora:** Mostre aí a seus colegas a conexão.

**AF3:** Eu não sei se dá para ver direito.

**Pesquisadora:** Vocês viram o que AF3 fez?

**AM1:** Era isso que eu tava pensando em fazer, mas achei que não ia dar certo.

**Pesquisadora:** Tentem.

**AM1:** Vou tentar.

**Pesquisadora:** Tente AF2.

**AF2:** Vou tentar, pere aí que vou pegar outro limão.

**AM1:** Vou pegar outro limão também.

**AF3:** Olhe aí o que eu fiz (mostra a pilha de limão e a calculadora funcionando).

**Pesquisadora:** Muito bem, AF3 Aproveita e já tira uma foto.

**AF3:** Hunrum.

**Pesquisadora:** Tire uma foto do seu experimento.

**AF3:** Eu não sei, acho que só não sei como é que eu vou tirar foto (risadas).

**Pesquisadora:** Dá para tirar, você pega aperta sem sair, no caso você clica aí para sair, bota na câmera, acho que tem como.

**AF3:** Hunrum.

**Pesquisadora:** Você não sai da reunião não.

**Pesquisadora:** Você não sai da reunião não AF3.

**AF3:** Pronto, tirei.

**Pesquisadora:** Conseguiu AF3?

**AF3:** Consegui.

**Pesquisadora:** Pronto.

**AM1:** Tá ligado ainda?

**Pesquisadora:** Oi?

**AM1:** Tá ligado ainda à calculadora dela?

**Pesquisadora:** Tá ligada AF3?

**AF3:** Tá, tá ligada.

**Pesquisadora:** Faça aí um cálculo para AM ver (risadas)

**AF3:** Olhe, ela tá ligada (aproxima a calculadora da câmera)

**Pesquisadora:** Oh.

**AM1:** Olhe, né que é mesmo?

**Pesquisadora:** (risadas) Bora AM1, tenta.

**Pesquisadora:** Já vá pensando enquanto você tá fazendo. AF3 vá pensando você também porque que deu certo? Pensem porque não tava dando certo e porque agora tá dando? É isso que eu quero que vocês pensem.

**Pesquisadora:** Ou AF3 o copo você só usou para apoiar o limão?

**AF3:** Só.

**Pesquisadora:** Certo.

**AM1:** Oia, eu achando que era para espremer.

**Pesquisadora:** Agora eu vou desafiar uma coisa AF3, Por que você acha, o limão, a gente sabe que o limão ele é o quê?

**AF3:** Ácido, azedo.

**Pesquisadora:** Hum, o limão é ácido. Então será que é esse ácido presente no sumo do limão que tá fazendo com que essa calculadora funcione? Tire as moedas e o clipe do limão veja se a calculadora vai funcionar.

**AF3:** Não.

**AM1:** Fiz a mesma coisa que AF3 e não ligou ainda.

**Pesquisadora:** Como é que você fez? (risadas)

**AM1:** Veja, olhe (aproxima o experimento da câmera).

**Pesquisadora:** Não ligou, ou AM1 não tem a conexão que você faz na pilha?

**AM1:** Tem.

**Pesquisadora:** Bote a garrinha do outro lado, inverta.

**AM1:** Não entendi.

**Pesquisadora:** Você faz a conexão da garra na pilha né?

**AM1:** É.

**Pesquisadora:** Na garra que tá na calculadora, inverta, troque as garras.

**AM1:** Vou trocar.

**Pesquisadora:** AF2 tá indo?

**AM1:** Ainda não ligou.

**Pesquisadora:** Deixe eu ver se eu tenho um limão aqui, pera aí, pera aí viu? Pere aí.

**Pesquisadora:** Deixe eu ver aqui uma coisa.

**Pesquisadora:** Eu não vou ter a calculadora, mas ó, o limão certo? (Mostra o limão para a câmera)

**AM1:** Hunrum.

**Pesquisadora:** Certo?

**AM1:** Certo.

**Pesquisadora:** Todo mundo tá vendo? Pronto, eu vou fazer o que, como vocês fizeram, um furinho em cada lado do limão, um furinho em cada lado do limão. Certo?

**AM1:** Certo.

**Pesquisadora:** Um furinho em cada lado.

**Pesquisadora:** Em um lado eu vou colocar o clipe e no outro lado eu vou colocar a moeda. Ou AF3?

**AF3:** Oi?

**Pesquisadora:** Continue explicando pro seus colegas, faça isso que eu tava fazendo, mostre a ele como você ligou.

**AF3:** Eu fiz assim, primeiro eu coloquei (fala interrompida).

**Pesquisadora:** Mostre, desconecte as coisas e faça.

**AF3:** Hunrum.

**Pesquisadora:** Mostrando para eles.

**AF3:** Hunrum, deixe eu tirar aqui as coisas primeiro.

**AF3:** Aqui, eu coloquei (fala interrompida).

**Pesquisadora:** Mostre, pegue o limão.

**AF3:** Eu coloquei um clipe e uma moeda em um limão e fiz a mesma coisa no outro. Depois eu peguei um conector aí eu conectei um lado na moeda de um limão e o outro no clipe do outro limão, ou, é, do outro limão. Depois eu peguei o outro conector, conectei no clipe de um limão e conectei no fio da calculadora. Depois eu peguei o outro fio que sobrou, conectei na moeda e no outro fio da calculadora.

**Pesquisadora:** E aí ela ligou?

**AF3:** Ligou.

**AM1:** Eu tou fazendo a mesma coisa e não ligou.

**Pesquisadora:** Qual o limão que você tá usando AM1?

**AM1:** Outros porque aquele já foi.

**Pesquisadora:** Mas qual é o limão que você tá usando?

**AM1:** Aquele verdadeiro.

**Pesquisadora:** Você tá usando o limão galego não tá?

**AM1:** É.

**Pesquisadora:** Então, existe um detalhe. Existe um detalhe nesse fator. Lembra que o caso ele fala de quê? Do Limão? Qual é o limão?

**AF2 e AM1:** Taiti.

**Pesquisadora:** Limão taiti, o limão taiti que tem que ter essa voltagem. O limão galego ele tem uma voltagem menor, ou seja, vocês precisariam de quê? do qual?

**AM1:** De mais um limão.

**Pesquisadora:** De mais um limão, de mais uma conexão. Então é por isso que o de vocês não tá funcionando.

**Pesquisadora:** O seu também AF2 é galego?

**AF2:** É.

**Pesquisadora:** Não tem nenhum limão taiti aí né?

**AF2:** Não.

**Pesquisadora:** É por isso pessoal, a conexão é exatamente é essa, mas o limão galego ele tem uma voltagem menor então precisava de mais um.

**AM1:** Tem que ser um limão sem caroço né, de qualquer jeito?

**Pesquisadora:** Não, não é isso sem caroço. É porque o limão taiti ele tem a voltagem maior, ele também funciona, a calculadora também liga com limão siciliano, com limão galego, mas a voltagem se eu não me engano é menor, se eu não me engano. Mas você fez a mesma conexão?

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** A mesma conexão?

**AM1:** A mesma conexão.

**AF2:** Foi.

**Pesquisadora:** E os polos da pilha?

**AM1:** Eu fiz do mesmo jeito que AF3.

**Pesquisadora:** Tá, mas você inverteu de novo o polo dela para ver uma coisa?

**AM1:** Inverti, não ligou não.

**Pesquisadora:** Não ligou de jeito nenhum?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** AF2 também?

**AF2:** Não.

**Pesquisadora:** Não ligou? Caramba, então é o limão. Faça o seguinte, esprema o limão, vocês têm limão em casa? Vocês ainda tão com o limão taiti?

**AM1:** Eu ainda tenho o sumo daquele e tenho duas metades.

**Pesquisadora:** Pronto, você tem o sumo do limão taiti não é? Eu preciso do limão taiti, todo mundo tem o limão taiti, seja em sumo, alguma coisa ainda aí? Como tá o limão de vocês?

**AF2:** Só tenho um.

**Pesquisadora:** Um. Lembra o que eu falei, que um ele pode se transformar em quê?

**AM1:** Em dois.

**Pesquisadora:** Então o que você vai fazer AF2? Pense. E você, como tá o seu?

**AM1:** Eu tenho duas banda ainda.

**Pesquisadora:** Então o que você pode fazer?

**Pesquisadora:** AF3 o que você tá fazendo?

**AF3:** Eu não tou fazendo mais nada.

**Pesquisadora:** Ou AF3 deixa eu lhe perguntar uma coisa, você viu que a calculadora não liga sem os materiais estarem inseridos onde? No limão, certo?

**AF3:** No limão, certo.

**Pesquisadora:** Então pensando assim, o que tá fazendo com que a calculadora Ligue? Ela liga por causa de quê?

**AF3:** Eu acho que por causa do ácido do Limão.

**Pesquisadora:** Então pensando nisso o ácido está presente onde?

**Pesquisadora:** O ácido está presente onde? Dentro ou fora do limão?

**AF3:** Dentro.

**Pesquisadora:** Então o que você pode fazer para ver se é de fato esse ácido?

**Pesquisadora:** AM1?

**AM1:** Ela pode amostrar o dela novamente?

**Pesquisadora:** Oi? Mostre aí a sua pilha AF3.

**Pesquisadora:** Ela mandou a foto pro *whatsapp* não foi? Já mandou AF3?

**AF3:** Ainda não.

**Pesquisadora:** Ah.

**AM1:** E pra interligar, tem que interligar por exemplo as duas bandas né isso?

**Pesquisadora:** É isso AF3?

**AF3:** Sim.

**AM1:** Aí você interligou nas duas pilhas ou em uma pilha e um clipe?

**AF3:** Como assim? Eu interliguei em uma moeda e em um clipe.

**AM1:** Ahh, agora eu entendi.

**Pesquisadora:** Ou AF3?

**AF3:** Oi?

**Pesquisadora:** Se o ácido ele está presente no limão, então ele vai está presente no sumo do limão. Faça o que você fez agora, mas espremendo o limão.

**AF3:** Hunrum.

**Pesquisadora:** AF2 foi?

**AF2:** Não.

**Pesquisadora:** E você fez a mesma conexão?

**AF2:** Sim.

**AM1:** O meu também não foi não, fiz a mesma conexão.

**Pesquisadora:** Caramba, AF2 você inverteu a ordem para ver se foi?

**AF2:** Ainda não, vou inverter.

**Pesquisadora:** Inverta não é o clipe e a moeda não tá? É o polo que tá ligado à calculadora. Os cliques que estão ligados à calculadora AM1, as garrinhas, inverta elas.

**AM1:** Pere ainda.

**AM1:** Tá vendo os limão?

**Pesquisadora:** Oi?

**Pesquisadora:** Sua tela travou AM1. Ah, tou vendo.

**AM1:** Olhe aí como eu fiz (aproxima o experimento da câmera).

**Pesquisadora:** Já sei, não foi né?

**AF2:** O meu não foi não também.

**Pesquisadora:** Mostre a moeda de vocês.

**Pesquisadora:** O de AF3 ainda tá funcionando?

**AF3:** Tá, eu fiz como ele.

**Pesquisadora:** E funcionou?

**AF3:** Eu cortei a metade do limão e fiz o mesmo processo que eu fiz antes e funcionou.

**Pesquisadora:** Oxente.

**AF3:** A calculadora tá até mais acessa, antes eu achei que ela tava mais apagada.

**Pesquisadora:** Gente o que tá acontecendo com o limão de vocês em? (risadas).

**AM1:** É porque, é porque AF3 tem sorte.

**Pesquisadora:** Caramba (risadas), vamos dar então continuidade e depois vocês vão tentar de novo. Acho que quando eu for pegar essas coisas eu vou fazer junto com vocês aí para vocês verem como faz, alguma coisa deu errado, mas tão vendo que funciona?

**AF3:** Eu vou tirar foto novamente.

**Pesquisadora:** Estão vendo como funciona:

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** O que tá dando errado, AF3 mostre sua moeda.

**AF3:** A moeda? Pera aí.

**Pesquisadora:** AM1 mostre sua moeda.

**AM1:** Tá vendo?

**Pesquisadora:** Tou. Vamos lá, vamos agora para discussão disso, vamos entender. Depois junto com vocês eu vou fazer essa calculadora funcionar com vocês aí, que alguma coisa de errado não está certo. Como é que a de AF3 tá funcionando e a de vocês não estão funcionando? Rapaz, do mesmo jeito, mesma conexão, tudo. Essa foi ótima, eu vou botar para apresentar aqui para vocês, certo?

**AM1:** Certo.

**Pesquisadora:** Vamos lá pessoal, todo mundo preste atenção aqui. Vamos lá, deixe as câmeras de vocês ligadas mesmo. Vamos se basear no experimento de Bia, certo? E nas tentativas de cada um, tudo bem?

**AM1:** Tudo bem.

**Pesquisadora:** Vamos lá, qual era o objetivo da atividade experimental? Qual era o objetivo?

**AF3:** Fazer com que a calculadora ligasse sem usar pilhas, usando os limões, as moedas e os cliques.

**Pesquisadora:** Isso daqui a gente chamou de quê? De pilha.

**Pesquisadora:** Então qual era o objetivo? Fazer com que a calculadora ligasse através da pilha de limão.

Olhe a conexão, vocês fizeram assim?

**AF3:** Isso.

**Pesquisadora:** AF2 e AM1 vocês fizeram assim?

**AF2:** Foi.

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** O que foi utilizado?

**AM1, AF2 e AF3:** Limão, cliques de alumínio, moedas de cinco centavos de cobre, garras de jacaré, fios de cobre, copos de plástico e calculadora.

**Pesquisadora:** Pronto, ok. Como vocês fizeram para resolver o problema? Me diga aí AM1 como você fez? Apesar de não ter ligado, como você fez?

**AM1:** Dividi os limão né? Coloquei uma moeda e um clipe na outra tentativa.

**Pesquisadora:** Qual foi a primeira?

**AM1:** Ah, na primeira eu tinha colocado como se diz, o sumo, não deu certo. Aí depois eu coloquei um limão galego também não deu certo, fiz o mesmo procedimento.

**Pesquisadora:** Certo, mas você fez o primeiro procedimento com os cliques e com a moeda?

**AM1:** Não, o primeiro de todos eu fiz com os cliques e com as moedas. Só que eu coloquei só as moedas em um limão e os cliques em outro.

**Pesquisadora:** Funcionou?

**AM1:** Não.

**Pesquisadora:** Ok. AF2 como você fez?

**AF2:** Da primeira vez eu coloquei como ele disse, as moedas em um limão e os cliques em outro e, conectei nos fios da calculadora só que não pegou.

**Pesquisadora:** Ok. AF3 como você fez?

**AF3:** Bom, eu abri o limão no meio aí eu coloquei uma banda do Limão, em cada banda do limão eu coloquei um clipe e uma moeda aí eu peguei uma garra de jacaré eu acho que é assim que se fala, e interliguei um clipe, um clipe de uma banda de um limão com uma moeda da outra banda e interliguei os dois. Depois eu peguei a outra garra de jacaré e liguei a um clipe, liguei a um clipe e liguei em uma ponta em um fio da calculadora. Depois eu peguei a outra garra jacaré liguei na moeda da outra parte do limão e peguei e liguei no outro fio da calculadora.

**Pesquisadora:** Funcionou?

**AF3:** Funcionou.

**Pesquisadora:** Certo, então a gente tem duas situações. No de AM1 e AF2 a gente tem duas moedas no mesmo limão e dois cliques no mesmo limão, no de AF3 a gente tem diferente, uma moeda e um clipe em cada limão. AF3 Você tentou inverter as garras ligadas na calculadora para ver se ligava?

**AF3:** Não.

**Pesquisadora:** Faça isso aí rapidinho e diga para a gente.

**AF3:** Não funciona.

**Pesquisadora:** Não funciona AF3?

**AF3:** Não.

**Pesquisadora:** Escutou AM1?

**AM1:** Escutei.

**Pesquisadora:** A calculadora de AF3 também agora está sem funcionar (risadas). E porque AF3, o que você fez para calculadora parar de funcionar?

**AF3:** Eu só troquei, eu troquei o, é, coloquei, eu troquei a garrinha de um e coloquei no outro lado.

**Pesquisadora:** Beleza. Então vamos pensar o seguinte, porque deu certo? Vamos pensar, o que vocês fizeram não deu certo, porque o que AF3 fez deu certo? Por que vocês acham que deu certo?

**Pesquisadora:** Me responda primeiro AM1.

**AM1:** Eu acho que porque ela começou da forma correta desde o começo, desde o princípio, entendeu?

**Pesquisadora:** Tá, mas vamos pensar o seguinte, vamos abranger né o nosso conhecimento um pouquinho aí, vamos pra conteúdos assim. Vamos pensar o seguinte, no caso quando AF3 tira a moeda do limão a calculadora não liga, então porque ela só liga quando tá no limão? Porque a calculadora só liga quando os materiais estão no limão?

**Pesquisadora:** E aí, o que vocês acham?

**AF3:** Porque eu acho que eles precisam do ácido do Limão.

**Pesquisadora:** Ácido do limão, você AF2.

**AF2:** Porque é, o limão tá com a voltagem de 0,89 com a ajuda do negocinho aqui, dos materiais ele vai aumentar a voltagem dele, então isso vai fazer com que a calculadora pegue.

**Pesquisadora:** No caso a conexão não é?

**AF2:** É.

**Pesquisadora:** Você AM1, o que você acha?

**AM1:** Eu acho que eu concordo com as duas meninas que tem que ter um pouco do ácido do limão e a interligação para que ela funcione, e eu não fiz isso eu acho, direito.

**Pesquisadora:** Pronto, então o que acontece, o sistema tem que tá fechado né isso?

**AM1:** Isso.

**Pesquisadora:** E porque minha gente, porque, vamos pensar um pouco. Porque essa calculadora que AF3 tinha em mãos ligou? Porque ela ligou? Me responda AM1 você primeiro, pense aí.

**AM1:** Porque a concentração foi maior entre os polos?

**Pesquisadora:** Porque a concentração entre os polos foi maior?

**AM1:** Sim.

**Pesquisadora:** Porque AF3 você acha que sua calculadora ligou?

**AF3:** Eu acho porque eu consegui fazer direitinho de acordo com as instruções.

**Pesquisadora:** Porque você conseguiu fazer direitinho?

**AF3:** Sim.

**Pesquisadora:** Porque AF2 você acha que a de AF3 deu certo?

**AF2:** Porque, como juntou os três negocinho aqui (mostra a banda do limão) deu a voltagem certa para poder ligar à calculadora.

**Pesquisadora:** Para entender o porquê deu certo a gente precisa entender alguns conceitos, vamos lá (apresentação em slide sobre o conteúdo de pilha).

## APÊNDICE 4

Mapa conceitual elaborado pela autora da pesquisa para auxiliar aos alunos na construção de seus mapas.

