

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

ÉMERSON DOS REIS PEREIRA

Alfabetização Científica por investigação visando o desenvolvimento de  
Habilidades Cognitivas no Ensino Fundamental II: Energia e Eletromagnetismo

Lorena  
2023



ÉMERSON DOS REIS PEREIRA

Alfabetização Científica por investigação visando o desenvolvimento de  
Habilidades Cognitivas no Ensino Fundamental II: Energia e Eletromagnetismo

Dissertação apresentada à Escola de  
Engenharia de Lorena da Universidade de  
São Paulo para obtenção do título de Mestre  
em Ciências do Programa de Pós-Graduação  
em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Moreira  
dos Santos

Versão Corrigida

Lorena  
2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado  
da Escola de Engenharia de Lorena,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pereira, Émerson dos Reis

Alfabetização Científica por investigação visando o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas no Ensino Fundamental II: Energia e Eletromagnetismo / Émerson dos Reis Pereira; orientador Carlos Alberto Moreira dos Santos - Versão Corrigida. - Lorena, 2023.  
120 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2023

1. Ensino de ciências. 2. Ensino investigativo.  
3. Energia. 4. Sociedade e meio ambiente. I. Título.  
II. Santos, Carlos Alberto Moreira dos, orient.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Cecília e Manuel, e meus irmãos, Maurílio e Manuel Júnior, pelo carinho, valores e princípios a mim transmitidos, sem os quais não conseguiria realizar esta etapa.

A minha esposa, Juliana, e minha filha, Louise, pelo amor, compreensão, carinho, presença e incansável apoio em todos os momentos.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais em Ciências (PPGPE) da Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo (EEL-USP), que dividiram comigo e com meus colegas seus conhecimentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Moreira dos Santos, pela paciência, compreensão e condução no desenvolvimento da minha formação, não medindo esforços para me atender e me guiar durante esta jornada.

A direção, coordenação pedagógica e professora de Ciências da turma, que autorizaram e asseguraram o sucesso da aplicação do projeto na escola, e aos alunos que participaram.

Aos meus colegas do curso de Mestrado que sempre estiveram comigo em todos os momentos, me incentivando e contribuindo para enriquecimento da minha formação. Um agradecimento especial aos amigos que fiz para vida: Andrea Goulart, Dorinha Matias, Adam Oliveira, Wallace Santana e Danilo Correa.



## RESUMO

PEREIRA, É. R. Alfabetização Científica por investigação visando o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas no Ensino Fundamental II: Energia e Eletromagnetismo. 2023. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2023.

O Ensino de Ciências, no âmbito da educação escolar, visa desenvolver a Alfabetização Científica, ou seja, tornar o estudante capaz de compreender e transformar o mundo baseado nos conhecimentos e processos científicos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar as contribuições da Sequência de Ensino Investigativo, com o tema Energia e Eletromagnetismo, no processo de Alfabetização Científica para desenvolver as habilidades cognitivas investigativas dos estudantes do Ensino Fundamental II. A pesquisa possui uma abordagem qualitativa de natureza aplicada e foi realizada com 28 estudantes entre 13 e 14 anos, cursando o 8º ano do Ensino Fundamental II em uma instituição de ensino privada, localizada no interior do estado de São Paulo. A coleta dos dados se deu por meio da observação direta, de gravações das aulas de Ciências e de um questionário disponibilizado na plataforma *Microsoft Forms*. Para a análise dos dados, foram utilizados os indicadores propostos por Sasseron (2008) para descrever como o processo de Alfabetização Científica esteve presente durante as aulas de caráter investigativo. Para classificar as habilidades cognitivas, reveladas pelos estudantes em diferentes níveis, foi adotado o instrumento analítico para as atividades de investigação proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019). Os resultados obtidos demonstraram indícios de que as atividades realizadas, por meio da investigação, favoreceram o processo de Alfabetização Científica de forma positiva, de modo a beneficiar as manifestações das habilidades investigativas dos estudantes, uma vez que eles buscaram soluções para as questões propostas, recorrendo a pesquisas e experimentos nos simuladores, permitindo o aprofundamento conceitual embasado nos procedimentos científicos de forma investigativa.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Ensino Investigativo. Energia. Sociedade e meio ambiente.

## ABSTRACT

PEREIRA, É. R. Scientific Literacy by investigation aimed to develop Cognitive Skills in Middle School: Energy and Electromagnetism. 2023. 120 p. Dissertation (Master of Science) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2023.

Science Teaching, within the scope of school education, aims to develop Scientific Literacy, that is making students capable of understanding and transforming the world based on knowledge and processes of science. This work reports and analyzes the contributions of the Sequence of Investigative Teaching, leading with the theme Energy and Electromagnetism, in the process of Scientific Literacy to develop the investigative cognitive abilities of students of the Middle School. The research has a qualitative approach of applied nature and was carried out with 28 students between 13 and 14 years old, attending the 7th year of Middle School in a private school, located in the small town in the interior of the São Paulo state. Data collection took place through direct observation, recordings of Science classes, and a questionnaire available for the students on the *Microsoft Forms* platform. For data analysis, the indicators proposed by Sasseron (2008) were used to describe how the Scientific Literacy process was present during the classes with investigative purpose. To classify the cognitive abilities, revealed by students at different levels, the analytical instrument for research activities proposed by Zômpero, Laburú, and Vilaça (2019) was adopted. The results have shown evidence that the activities carried out, through investigation, favored the Scientific Literacy process in a positive way, in order to benefit the manifestations of the students' investigative skills, since they have found solutions to the proposed questions, taking research and experiments in simulators, allowing conceptual deepening based on scientific procedures in an investigative way.

**Keywords:** Science Teaching. Investigative Teaching. Energy. Society and environment.

## SUMÁRIO

<b>1 PERCURSO PROFISSIONAL E MOTIVAÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Problema e justificativa .....	12
2.2 Objetivos.....	15
2.2.1 Objetivo geral .....	15
2.3.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
3.1 Alfabetização Científica .....	16
3.2 Ensino de Ciências por meio da Investigação .....	20
3.2.1 Os diferentes graus de liberdade dados aos estudantes.....	22
3.2.2 A formulação dos problemas para as atividades investigativas.....	24
3.3 Habilidades Cognitivas Investigativas no Ensino por Investigação.....	25
3.4 O Ensino de Física nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental II.....	28
3.5 Simulações em laboratórios virtuais como atividades experimentais nas aulas de Ciências.....	30
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
4.1 Classificação da pesquisa .....	33
4.2 Caracterização do público-alvo da pesquisa .....	33
4.3 Etapas da pesquisa .....	35
4.3.1 Primeira etapa: autorização para aplicação na escola .....	35
4.3.2 Segunda etapa: aplicação da Sequência de Ensino Investigativo.....	36
4.3.3 Terceira etapa: coleta de dados .....	36
4.3.4 Quarta etapa: análise dos resultados .....	37
4.4 Etapas da aplicação.....	37
4.4.1 Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes .....	38
4.4.2 Abordagem conceitual sobre indução eletromagnética .....	38
4.4.3 Atividade experimental no simulador .....	41
4.4.4 Vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica	46
4.4.5 Conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia.....	46
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>

5.1 Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes .....	48
5.2 Abordagem conceitual do eletromagnetismo.....	53
5.3 Atividade experimental no simulador <i>PhET</i> .....	59
5.3.1 Associação dos experimentos com a geração de energia nas usinas hidrelétricas .....	70
5.4 Vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica.....	79
5.5 Conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia .....	87
5.6 Instrumento analítico das habilidades cognitivas investigativas .....	95
5.7 Questionário pós-execução da Sequência de Ensino Investigativo .....	100
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>114</b>
APÊNDICE A – Questionário final .....	114
APÊNDICE B – Instruções para os experimentos no simulador.....	116

## 1 PERCURSO PROFISSIONAL E MOTIVAÇÃO

Minha trajetória de estudos sobre Educação iniciou-se em 2008, no curso de Licenciatura em Estudos Sociais com Habilitação em Geografia. A partir desse momento, comecei a ter contato com as teorias que embasam o processo de ensino e aprendizagem. Durante o curso, tive a oportunidade de estagiar em uma escola estadual, no estado de São Paulo, fato que me permitiu vivenciar o cotidiano da escola e suas práticas, ao mesmo tempo em que aprendia as teorias.

Durante o estágio, percebi a distância que existia entre a teoria e a prática. Alguns colegas de curso descreveram situações semelhantes vivenciadas por eles enquanto estagiavam. Ao relatar esse fato para a professora que eu acompanhava, ela me contou sobre sua tripla jornada de trabalho, sendo dois empregos e a família. Explicou também sua falta de ânimo, pois a realidade imposta pelo sistema educacional, com conteúdos previstos e obrigatórios para desenvolver, a burocracia em pilhas de papel para preencher, os estudantes desinteressados e o embate com a direção da escola para executar atividades diferenciadas, não valia a pena o esforço.

Completei todas as etapas previstas no curso e me formei, mas não queria lecionar, pois minha primeira impressão da escola não foi muito boa. Decidi então fazer especialização para trabalhar na área ambiental. Porém, enquanto cursava a especialização, surgiu uma oportunidade de ensinar informática em uma associação beneficente. Não demorou muito para perceber que os adolescentes precisavam de atenção e estratégias de ensino que os motivassem, não somente para os conteúdos, mas para a vida. Nesse momento, decidi me dedicar e encarar o desafio de fazer a diferença na educação.

No ano seguinte, em 2013, comecei a lecionar Geografia para o Ensino Médio e algumas disciplinas relacionadas à área ambiental para o curso técnico em Meio Ambiente no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Em 2014, ingressei, por meio de efetivação em concurso público, em uma escola de Ensino Fundamental II, em um município do interior do estado de São Paulo. Em 2019, fui contratado para assumir as aulas de Geografia de uma instituição de ensino privada. As duas últimas escolas são os locais em que trabalho até o momento.

Com anseio de tornar as aulas mais significativas e em contextos interdisciplinares, percebi que as disciplinas de Geografia e Ciências têm como objetivos trabalhar a educação ambiental e a formação de cidadãos críticos. Nesse contexto, em 2015, ingressei no curso de Licenciatura em Ciências da USP e, no terceiro ano do curso, nas disciplinas Didática e Ensino de Ciências II, me deparei com o Ensino de Ciências por investigação, uma abordagem didática muito discutida atualmente no Brasil e no mundo.

Durante o curso de Licenciatura em Ciências, foi exposto que o grande desafio da disciplina é tornar os estudantes alfabetizados cientificamente. No Brasil, esse fato ficou evidente quando 55,3% dos estudantes brasileiros não conseguiram ultrapassar o nível 1 de Letramento Científico no *Programme for International Student Assessment (Pisa)* de 2018 (INEP, 2019).

Com a vontade de aprofundar meus conhecimentos teóricos sobre as novas metodologias de ensino e, por meio delas, tentar colaborar para melhoria da realidade escolar e suas práticas cotidianas por meio de projetos, em 2020, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências da Escola de Engenharia de Lorena EEL-USP.

Nesse contexto, a temática escolhida para esta pesquisa busca compreender as relações existentes entre o ensino por investigação, o processo de Alfabetização Científica e o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos estudantes, durante as aulas de Ciências, no Ensino Fundamental II.

Inicialmente, a ideia era aplicar uma Sequência de Ensino Investigativo com experimentos, relacionados à energia e ao eletromagnetismo, juntamente com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação de forma presencial. Porém, com a pandemia, causada pela COVID-19, as aulas presenciais foram suspensas e as escolas adotaram o ensino remoto.

Desse modo, a Sequência de Ensino Investigativo foi reformulada e adotamos os simuladores virtuais para as atividades experimentais, fato que conciliou os experimentos com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

## 2 INTRODUÇÃO

O Ensino formal não é estático, ou seja, os processos pedagógicos vêm passando por diversas transformações em seus objetivos e estratégias didáticas que refletem a forma como a sociedade se organiza (GUILHERME; CHERON, 2019). Nesse cenário, o Ensino de Ciências também passa por mudanças, e elas estão diretamente relacionadas a sociedade em suas diferentes épocas, considerando os seus contextos históricos, políticos e filosóficos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Dessa forma, a escola e os processos de ensino e aprendizagem vêm sofrendo influências das mais diversas áreas da sociedade, principalmente, daquelas que estão associadas à Ciência e Tecnologia (CHAGAS; SOVIERZOSKI, 2014). Essas influências fortaleceram o anseio de um ensino capaz de beneficiar a forma como os estudantes leem o mundo a partir da Alfabetização Científica, ou seja, com uma visão crítica e o fortalecimento do espírito científico (MARQUES; XAVIER, 2020).

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê que o Ensino de Ciências, no âmbito da educação escolar, tem como objetivo desenvolver o Letramento Científico, ou seja, tornar os estudantes capazes de compreender e transformar o mundo baseados nos conhecimentos e processos científicos (BRASIL, 2018).

A Ciência é uma linguagem, portanto, o Letramento Científico ou a Alfabetização Científica podem ser considerados como a capacidade de ler, entender e se manifestar, de forma consciente, a respeito de temas ligados ao conhecimento científico (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003). Desse modo, os conhecimentos científicos precisam ser entendidos para fornecer subsídios capazes de auxiliar as tomadas de decisões em um mundo cada vez mais dinâmico, evidenciando as relações existentes entre as diversas áreas do conhecimento com a ciência e a sociedade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON, 2015).

Nesse contexto, o Ensino de Ciências por investigação se apresenta como um dos meios didáticos com potencial para favorecer o processo de Alfabetização Científica no Ensino Fundamental (BRITO; FIREMAN, 2016). Para Sternberg

(2010), a cognição permite a relação entre a competência de solucionar problemas e a memória, proporcionando a construção do conhecimento.

A BNCC (BRASIL, 2018), prevê que o Ensino de Ciências deve aproximar os estudantes dos procedimentos da investigação científica por meio de atividades investigativas, ou seja, desenvolver as habilidades cognitivas investigativas. As habilidades cognitivas favorecem a capacidade dos estudantes de compreender as diferentes situações problemas propostas pelo professor, uma vez que leva para os processos de ensino e aprendizagem a discussão, as informações já adquiridas, o levantamento de hipóteses e os resultados (COELHO; MALHEIRO, 2020).

Com a evolução das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, os laboratórios virtuais e as simulações podem ser consideradas ferramentas com potencial para o ensino com abordagem investigativa, possibilitando que os estudantes se tornem protagonistas no processo de ensino e aprendizagem (PAULA, 2017).

Nessa perspectiva, as atividades experimentais utilizando *softwares* educacionais podem favorecer a aprendizagem significativa dos conceitos que envolvem Física, uma vez que leva os estudantes a compreenderem alguns fenômenos por meio da simulação e modelos científicos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cognitivas investigativas (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2012; NEIDE *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2021).

Para analisar os dados e verificar se a Alfabetização Científica esteve em processo de forma positiva durante as atividades propostas, foram utilizados os indicadores propostos por Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008). Com o objetivo de estruturar e avaliar as habilidades cognitivas manifestadas nas atividades de investigação foi utilizado o instrumento analítico proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019).

## **2.1 Problema e justificativa**

O que impulsiona a realização desta pesquisa é a baixa Alfabetização Científica dos estudantes brasileiros. Segundo dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2018), o Brasil tem obtido índices insuficientes de Letramento Científico. Na escala de um a seis do nível de proficiência em Ciências,

55,3% dos estudantes brasileiros estão no nível um, 25,3% no nível dois e nenhum no nível seis, sendo este último o que inclui tarefas mais desafiadoras em termos de conhecimentos e habilidades (INEP, 2019).

Para Rosa, Perez e Drum (2007), são várias as dificuldades que o Ensino de Ciências enfrenta nas escolas, principalmente o relacionado à Física. Uma delas é proporcionar um ensino que integre Ciências aos conhecimentos científicos. Segundo os mesmos autores, para solucionar esse problema, não basta incluir conceitos e fenômenos de física nos currículos escolares, é preciso adotar práticas pedagógicas capazes de conectar os novos conhecimentos com a realidade cotidiana dos estudantes, de modo a estimulá-los a discutir Física.

Diante do exposto, é necessário diversificar as metodologias empregadas nos processos de ensino e aprendizagem durante as aulas de Ciências, visto que, atualmente, muitos estudantes encontram dificuldades em habituar-se aos métodos tradicionais de ensino, que ainda faz parte da rotina de muitas escolas (MUNFORD; LIMA, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Compete aos professores empregarem estratégias de ensino que favoreçam não só a interatividade dos estudantes com os objetos a serem estudados, mas também a interatividade social entre eles e com o professor, de modo a contribuir para uma aprendizagem mais dinâmica e significativa (BASSOLI, 2014).

Uma das alternativas para o exposto é o ensino por investigação, onde a intenção do professor deve ser de engajar a turma com as discussões enquanto estão trabalhando com os fenômenos em estudo, possibilitando o desenvolvimento das habilidades utilizadas durante as práticas científicas, como por exemplo, a observação, a comparação, a análise dos resultados e as conclusões (SASSERON, 2015).

Nesse contexto, os laboratórios virtuais e as simulações virtuais se apresentam como ferramentas com potencial para o ensino com abordagem investigativa (PAULA, 2017). Porém, o estudo de Paula (2017) ressalta a necessidade de mais pesquisas e aprofundamento, ao manifestar o desejo de que professores e pesquisadores busquem identificar as possibilidades e os desafios destas ferramentas durante os processos de ensino e aprendizagem baseados na investigação.

O presente trabalho trata da elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo sobre o tema “Energia e Eletromagnetismo”, conteúdo previsto no currículo de Ciências para os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, com o intuito de avaliar as seguintes questões: como uma Sequência de Ensino Investigativo, contendo simulações virtuais e baseada no processo de Alfabetização Científica, pode favorecer as Habilidades Cognitivas dos estudantes no Ensino Fundamental II? É possível mensurar ou verificar esse processo por meio dos níveis de desenvolvimento cognitivo?

Nessa perspectiva, o presente trabalho justifica-se pela finalidade de desenvolver o Ensino de Ciências de modo a oportunizar o processo de Alfabetização Científica, por meio da investigação, para favorecer as habilidades cognitivas investigativas dos estudantes.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo geral**

Compreender as relações existentes entre o processo de Alfabetização Científica e o desenvolvimento das habilidades cognitivas investigativas de estudantes no Ensino Fundamental II a partir do ensino por investigação, com simulação digital, em aulas de Ciências.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Elaborar uma Sequência de Ensino Investigativo com simulações virtuais para o Ensino de Ciências com o tema energia e eletromagnetismo;
- Descrever o processo da Alfabetização Científica dos estudantes por meio de indicadores de Sasseron (2008);
- Classificar as habilidades cognitivas investigativas reveladas pelos estudantes em níveis de acordo com o instrumento analítico proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019); e
- Verificar se o processo de Alfabetização Científica por meio de atividades investigativas é capaz de desenvolver habilidades cognitivas investigativas em estudantes do Ensino Fundamental II.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Alfabetização Científica

Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que diversos trabalhos vêm sendo realizados acerca da Alfabetização Científica no mundo. Essas autoras ainda destacam que, devido às diversas formas utilizadas em outros idiomas, a tradução para o português aponta divergências a respeito do termo correto a ser utilizado, ora o termo adotado é Alfabetização Científica, ora Letramento Científico ou, até mesmo, Enculturação Científica. “No Brasil, tem-se visto o uso tanto de Alfabetização Científica quanto de Letramento Científico para referir-se à Educação Científica” (BERTOLDI, 2020, p. 1).

Bertoldi (2020), fundamentado nos estudos de Soares (2017a; 2017b) que diferenciam alfabetização e letramento, defende que Alfabetização Científica e Letramento Científico não são apenas um problema de denominação, mas que existe uma distinção conceitual entre os termos. Apesar da ampla discussão e das pesquisas relacionadas ao assunto, ainda é difícil encontrar um consenso entre os pesquisadores sobre a expressão mais apropriada para o termo em inglês “*Scientific Literacy*” na língua portuguesa (CHASSOT, 2016).

A BNCC (BRASIL, 2018) prevê que o Ensino de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental deve ser capaz de desenvolver o Letramento Científico, ou seja, não é simplesmente preparar o estudante para entender e explicar o mundo em que está inserido, mas também ensinar a utilizar os conhecimentos e processos científicos para modificá-lo de forma consciente (BRASIL, 2018). Esse conceito de Letramento Científico definido pela BNCC se assemelha com a definição de Alfabetização Científica defendida por vários pesquisadores (REIS; CAVALCANTE; OLIVEIRA, 2020).

Diante do exposto, vamos utilizar os termos Alfabetização Científica e Letramento Científico como sinônimos. A escolha pelo primeiro termo se deu pela ideia de que a alfabetização deve ser capaz de proporcionar aos homens a leitura do mundo e torná-los agente de transformação no contexto em que estão inseridos, proposta por Paulo Freire ao afirmar que:

...a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial — coisas mortas ou semimortas — mas numa atitude de criação e recriação. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1980, p. 110).

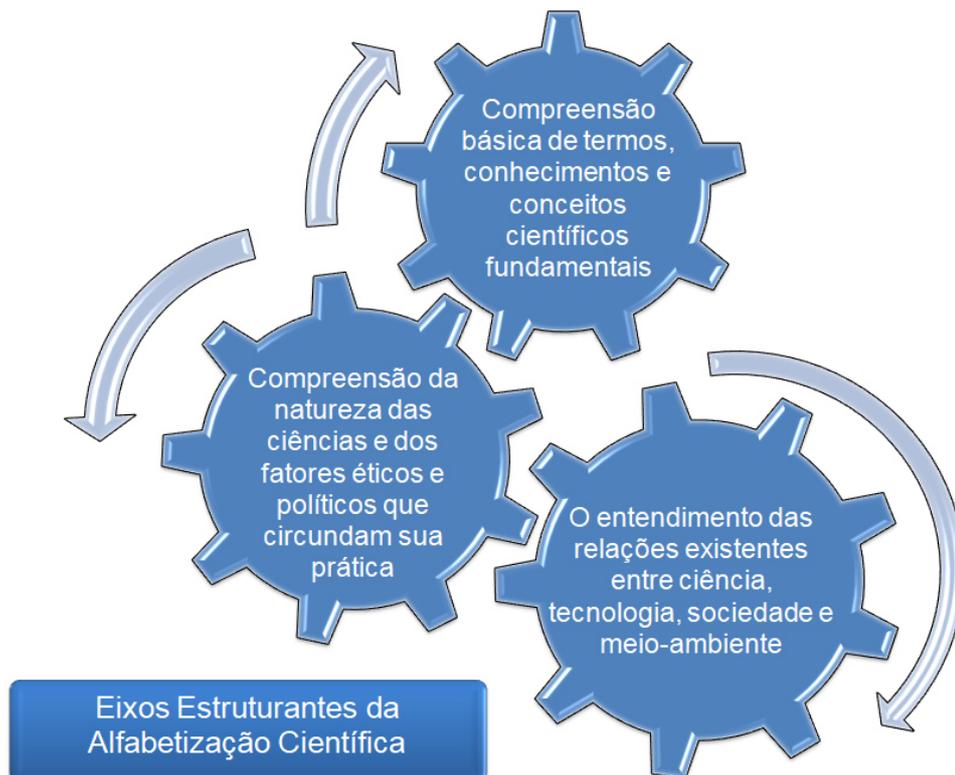
Contudo, se ser alfabetizado significa ser capaz de ler e escrever, o termo Alfabetização Científica pode ser interpretado como a capacidade do indivíduo de assimilar, por meio da leitura e da compreensão, os conhecimentos científicos e emitir opiniões fundamentadas (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Para Chassot (2003) a ciência é uma linguagem, desse modo, pode ser considerado alfabetizado cientificamente a pessoa que é capaz de decifrar a linguagem em que a natureza está escrita.

A BNCC defende que o Letramento Científico, no âmbito da educação formal, tem como objetivo aproximar os estudantes dos principais processos, práticas e procedimentos utilizados nas investigações científicas (BRASIL, 2018). Desse modo, os conhecimentos científicos precisam ser entendidos para fornecer subsídios capazes de auxiliar as tomadas de decisões em um mundo cada vez mais dinâmico (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Nesse contexto, o processo de Alfabetização Científica não se finaliza ou se encerra, mas, assim como o conhecimento e o avanço científico, deve-se manter sempre em construção por meio da análise das novas situações. São essas novas situações que favorecem o surgimento de novos conhecimentos e, conseqüentemente, permitem o entendimento das relações que envolvem as diversas áreas das Ciências e da sociedade, possibilitando tomadas de decisões mais assertivas (SASSERON, 2015).

Para Sasseron (2008; 2015) e Sasseron e Carvalho (2011) as habilidades propostas pela Alfabetização Científica podem ser agrupadas em três blocos chamados de Eixos Estruturantes, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica



Fonte: Próprio autor adaptado de Sasseron (2008; 2015) e Sasseron e Carvalho (2011).

O primeiro eixo “**compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**” consiste na construção de conhecimentos científicos que possam ser utilizados no cotidiano dos estudantes. O segundo eixo “**compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**” visa colocar em pauta o caráter humano e social, que são indissociáveis às práticas científicas, para contribuir nas situações que exigem reflexões e tomadas de decisões no contexto em que os estudantes estão inseridos. O terceiro eixo “**o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**” busca identificar a relação entre estas esferas com o objetivo de fomentar, dentro das escolas, o desejo de uma sociedade consciente para um planeta sustentável (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Estes eixos estruturantes marcam linhas que são orientadoras para o trabalho do professor em sala de aula, fornecem subsídios que favorecem a apropriação do conhecimento em ambientes que extrapolam os muros da escola e estão de acordo com o currículo de Ciências (SASSERON, 2008).

Uma das dificuldades encontradas pelos professores é identificar e avaliar se a Alfabetização Científica está de fato em processo, durante as atividades propostas em sala de aula. Para verificar se as habilidades vinculadas ao entendimento do tema estão favorecendo a Alfabetização Científica, Sasseron (2008) propõe os indicadores demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron (2008)

Indicador da Alfabetização Científica		Descrição dos Indicadores por Sasseron (2008)
Grupo 1	Seriação de Informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
	Organização de Informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são relembradas.
	Classificação de informações	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição sine qua non para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha
Grupo 2	Raciocínio Lógico	Compreendendo o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Relaciona-se, pois, diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
	Raciocínio Proporcional	Dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Grupo 3	Levantamento de Hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema)
	Teste de Hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
	Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.
	Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão, mas é possível encontrar explicações que não recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

FONTE: Adaptado de Sasseron (2008).

Um dos meios didáticos para promover a Alfabetização Científica é o ensino por investigação, as atividades investigativas são baseadas em problemas que os estudantes precisam solucionar. Como aponta o estudo de Brito e Fireman (2016) ao ressaltar que a prática da investigação como ferramenta pedagógica no Ensino de Ciências favorece o processo de Alfabetização Científica no Ensino Fundamental.

### **3.2 Ensino de Ciências por meio da Investigação**

Ensinar Ciências por meio da investigação não é uma prática recente, porém, vem ganhando reestruturações em seus fundamentos didáticos ao longo da história (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Essas reestruturações estão ligadas às transformações que ocorrem na sociedade que, diretamente ou indiretamente, atuam sobre os métodos de ensino e a concepção do ser humano em seu contexto (BRITO; FIREMAN, 2018).

O Ensino de Ciências por investigação possui uma grande variedade de concepções e conceituações, porém, essas variações convergem para uma preocupação em comum, que reconhecem a diferença existente entre a Ciência produzida nos laboratórios e nas Universidades em relação ao Ensino de Ciências praticado nas escolas, principalmente nas de Educação Básica (MUNFORD; LIMA, 2007).

Munford e Lima (2007) afirmam que a Ciência Escolar e a Ciência dos cientistas são bem distintas, e possuem poucos pontos em comum. Na escola os conceitos são trabalhados fora de contexto, ou seja, de forma abstrata e distante da realidade. Dessa forma, algumas visões distorcidas levam os estudantes a acreditarem que a Ciência é uma linguagem para gênios, que são capazes de gerar conhecimentos incontestáveis e verdades absolutas em seus laboratórios (CACHAPUZ, 2005).

Para desconstruir essas visões distorcidas, que muitas vezes são transmitidas em sala de aula por métodos tradicionais, o professor deve proporcionar aos estudantes a ideia do “fazer Ciências”, de modo a trabalhar os aspectos da natureza da ciência dentro das suas estratégias de ensino (BRICCIA, 2013).

Nesse cenário, assegurando o nível de profundidade e as diferenças existentes entre elas, Scarpa, Sasseron e Silva (2017) defendem a ideia de que:

A investigação científica e a investigação científica escolar podem encontrar confluências quando vislumbramos ambas como situações em que o trabalho em grupo ocorre, permitindo que diferentes visões sobre uma mesma ideia sejam postas em discussão, uma vez que a resolução a que se pretende chegar não é evidente e está, verdadeiramente, em construção. O papel do professor, em situações como estas, é de gerenciador do espaço de debate e, exercendo sua autoridade epistêmica, não oferece respostas rápidas, mas aponta novas questões e caminhos pelos quais a investigação possa seguir (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017, p. 16).

Desse modo, ensinar por meio da investigação não é formar cientistas, mas desenvolver as habilidades cognitivas dos estudantes. Conforme o exposto por Zômpero e Laburú ao afirmar que:

O ensino por investigação, que leva os alunos a desenvolverem atividades investigativas, não tem mais, como na década de 1960, o objetivo de formar cientistas. Atualmente, a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Nesse contexto, as práticas pedagógicas investigativas são capazes de proporcionar, por meio das técnicas de pesquisa, a aprendizagem dos conceitos científicos e dos conteúdos metodológicos que circundam a construção do conhecimento (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Desse modo, essa estratégia de ensino pode favorecer o estudante a se tornar protagonista do seu próprio aprendizado, à medida que o professor possibilita os diferentes graus de liberdade para que ele possa planejar as atividades, discutir e defender seu ponto vista (MOURÃO; SALES, 2018).

O ensino por investigação acontece quando o professor, ao ensinar o conteúdo programático, cria oportunidades para o estudante pensar de forma estrutural, falar utilizando argumentos, ler de forma crítica o conteúdo e escrever utilizando a sua percepção de forma clara (CARVALHO, 2018).

Para criar as oportunidades expostas acima, o professor pode planejar suas atividades em Sequências de Ensino Investigativo (SEI), ou seja, uma proposta

didática com o objetivo de desenvolver determinados conteúdos científicos, utilizando diferentes atividades investigativas, como práticas de laboratório, demonstrações investigativas, problemas abertos e recursos tecnológicos (CARVALHO, 2018).

Para que os objetivos previstos no ensino por investigação sejam alcançados, o professor deve ter cuidado com o grau de liberdade intelectual ofertado aos estudantes durante a elaboração do problema (CARVALHO, 2018).

### 3.2.1 Os diferentes graus de liberdade dados aos estudantes

O que difere a atividade de investigação, da simples demonstração ou da experimentação ilustrativa, é o papel intelectual dos estudantes durante a realização das atividades, tornando-os participantes ativos na construção do conhecimento (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Desse modo, é importante possibilitar, por meio da liberdade intelectual, a participação ativa deles durante as aulas de Ciências (CARVALHO, 2018).

Os diferentes graus de liberdade intelectual, proporcionados no Ensino de Ciências, sofrem alterações de acordo com o tipo de atividade que vai ser proposta pelo professor, como por exemplo, laboratório e problemas de lápis e papel (CARVALHO, 2018). Diante do exposto, Carvalho (2018) apresenta o grau de liberdade intelectual que pode ser proporcionado aos estudantes em cada uma dessas atividades.

Ao proporcionar uma atividade de resolução de problemas de lápis e papel, o professor pode oferecer aos estudantes os diferentes graus de liberdade intelectual apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Grau de liberdade de professor (P) e aluno (A) em resolução de problemas de lápis e papel.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	A/P	A	A
Resolução do problema	A	A	A	A	A
Análise dos Resultados	P	P/A Classe	P/A Classe	P/A Classe	P/A Classe

FONTE: Carvalho (2018, p. 769)

Os graus 1 e 2 de liberdade, apresentados no quadro, demonstram um ensino diretivo, ou seja, os estudantes reproduzem o raciocínio do professor nos exercícios semelhantes, principalmente nos cálculos matemáticos. Porém, no grau 2 os estudantes participam um pouco mais durante as hipóteses e na análise dos resultados (CARVALHO, 2018).

Nas colunas de graus 3 e 4, percebe-se que as atividades colocam os estudantes para pensarem e serem capazes de tomarem as próprias decisões, além de exigir uma interatividade ao tratar o tema com seus pares e, se julgarem necessário, solicitar ajuda ao professor. Todo o entendimento elaborado por eles será discutido e comparado, com a mediação do professor e dos demais integrantes da classe, na etapa de análise dos resultados (CARVALHO, 2018). Para Paiva (2015) e para Carvalho (2018), as metodologias que contemplam os graus de liberdade 3 e 4 correspondem a uma aula investigativa.

Em relação ao grau 5, Carvalho (2018) afirma que são raramente encontrados no Ensino Fundamental e Médio.

No Quadro 3, estão os diferentes graus de liberdade que podem ser proporcionados durante as atividades experimentais.

Quadro 3 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P Classe	A/P Classe	A/P Classe	A/P Classe

FONTE: Carvalho (2018, p. 768)

As colunas denominadas de Grau 1 e Grau 2, correspondem ao ensino diretivo, ou seja, o professor direciona todo o processo, restando aos estudantes seguir o que está determinado e apenas coletar os dados nos experimentos. O que difere o grau 2 é a possibilidade de os estudantes discutirem o levantamento de hipóteses e o plano de trabalho, porém o que prevalece é a determinação do professor (CARVALHO, 2018).

Nos graus 3 e 4 de liberdade, o professor ainda possui um papel significativo, uma vez que o problema a ser solucionado é elaborado e proposto por ele, porém, tende a exigir uma maturidade por parte dos estudantes ao trabalhar em equipe e ter uma postura decisiva frente aos problemas a serem resolvidos. Dessa forma, os graus 3 e 4 representam uma atividade experimental com caráter investigativo (CARVALHO, 2018; CARVALHO *et al.*, 2010).

Para Carvalho (2018), o grau 5 nas atividades experimentais é semelhante ao que acontece com as de resolução de problemas de lápis e papel, raramente é encontrado no Ensino Fundamental e Médio.

### **3.2.2 A formulação dos problemas para as atividades investigativas**

Existem diversas maneiras de apresentar atividades com abordagens investigativas, ou seja, não há consenso entre os pesquisadores em relação a sua estrutura (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Porém, um ponto em comum pode ser observado entre eles, à resolução de problemas pelos estudantes, fato que diferencia essa prática pedagógica do ensino tradicional, visto que o ponto de partida dessas atividades é sempre um problema que os estudantes precisam solucionar (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Por partir de uma situação problema, as atividades investigativas possibilitam ao estudante, durante as buscas por soluções, levantar hipóteses e verificá-las com o objetivo de confirmá-las ou refutá-las, manipular as variáveis e refletir sobre as conexões existentes entre elas para explicar os fenômenos estudados na resolução do problema proposto (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Para Delizoicov (2005), o professor deve apresentar aos estudantes problemas que necessitam de conhecimentos inéditos, ou seja, sua resolução precisa de informações que não lhes foram apresentadas ainda. Nessa perspectiva, problematizar é levar os estudantes a construir o conhecimento baseado na compreensão das possíveis soluções para um problema (LIMA; RABONI, 2018).

Ao elaborar um problema, o professor deve apresentar aos estudantes uma situação conflituosa, ou seja, situações em que eles precisam de fato investigar para solucionar (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Dessa forma, as situações

problematizadoras devem posicionar os estudantes como protagonistas na construção do conhecimento e não os limitar a meros espectadores de aulas (BRITO; FIREMAN, 2016).

Nesse contexto, é preciso considerar habilidades procedimentais como testar hipóteses, controlar variáveis, observar as evidências, sistematizar ou organizar as informações e divulgar os resultados (BRITO; FIREMAN, 2018).

Para Carvalho (2018), os problemas elaborados pelos professores devem ser diferenciados de acordo com as atividades propostas em aulas experimentais ou abertas de lápis e papel. A resolução por parte dos estudantes pode ocorrer “manuseando materiais práticos, ou utilizando lápis e papel, podendo, ainda, ser resolvido na discussão que se faz com os colegas e professor” (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017, p. 16).

Carvalho (2018) considera que o bom problema é aquele capaz de criar as condições necessárias para o estudante resolver e explicar os conceitos compreendidos, determinar ou controlar as variáveis, fazer conexões entre o conteúdo aprendido com seu cotidiano e com as demais áreas que compõem o currículo escolar. A manipulação dos experimentos durante as atividades experimentais deve ser capaz de desenvolver o cognitivo durante a construção das explicações.

Desse modo, o Ensino de Ciências, baseado em atividades de investigação, pode favorecer o processo cognitivo dos estudantes, facilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas durante as aulas (CARVALHO, 2018; MUNFORD; LIMA, 2007; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; BRITO; FIREMAN, 2018; ZÔMPERO; LABURÚ; VILAÇA, 2019).

### **3.3 Habilidades Cognitivas Investigativas no Ensino por Investigação**

A natureza da cognição pode ser entendida por meio da capacidade que o ser humano possui em se adaptar aos diversos estímulos e situações (STERNBERG, 2010). De acordo com este autor, a capacidade humana de aprender está relacionada com a estrutura organizacional da cognição, pois é ela que articula, de forma funcional, a maneira como aprendemos e adaptamos ao ambiente em que estamos inseridos.

Dessa forma, a cognição humana pode ser compreendida como a capacidade de realizar ou atuar, de forma consciente, os comandos dos nossos comportamentos e ações, bem como buscar aprimorar o que já sabemos e o que precisamos descobrir (MATURANA, 2001). Desse modo, a cognição permite a relação entre a competência de solucionar problemas e a memória, proporcionando a construção do conhecimento (STERNBERG, 2010).

Para Coelho e Malheiro (2020), o pensar, o conhecer e a cognição estão interligados, desse modo, as habilidades cognitivas favorecem a capacidade dos estudantes de compreender as diferentes situações problemas propostas pelo professor, uma vez que leva para o processo de ensino e aprendizagem a discussão, as informações já adquiridas, o levantamento de hipóteses e os resultados.

A BNCC (BRASIL, 2018) prevê que o Ensino de Ciências deve aproximar os estudantes dos procedimentos da investigação científica por meio de atividades investigativas, ou seja, desenvolver habilidades cognitivas investigativas. Um exemplo é o trabalho de Zômpero, Gonçalves e Laburú (2017, p. 420), que denomina “habilidades cognitivas para investigação científica a capacidade de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar”.

Nesse contexto, Zômpero, Gonçalves e Laburú (2017) afirmam que as aulas baseadas em atividades investigativas são capazes de promover o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas para a investigação científica.

Com o objetivo de estruturar e avaliar as habilidades cognitivas promovidas durante as atividades de investigação, Zômpero, Laburú e Vilaça (2019), baseados nas características investigativas de Pedaste *et al.* (2015), elaboraram as etapas que devem ser consideradas pelo professor ao avaliar essas atividades, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Etapas a serem avaliadas por professores e pesquisadores durante as atividades investigativas

<b>ETAPAS INVESTIGATIVAS</b>		
	<b>ETAPAS/DOMÍNIO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Conceitualização</b>	Problema	Identificação dos elementos constituintes do problema
	Hipóteses	Emissão de hipóteses com base no problema
<b>Investigação</b>	Planejamento para investigação/ Confronto de hipóteses	Realiza um planejamento de atividades coerente com a hipótese emitida
	Percepção de evidências	Identificam evidências e as relacionam para confirmar ou não as hipóteses
	Registro e análise de dados	Registra e analisa dados com base em evidências
<b>Conclusão</b>	Estabelecem conexão entre evidências e conhecimento científico	Explicam as evidências com base no conhecimento científico
	Comunicação dos resultados	Coordena dados com o problema e hipóteses e conhecimento científico para elaborar uma conclusão (elementos da investigação)

Fonte: Zômpero, Laburú e Vilaça (2019, p. 205)

De acordo com o quadro, as etapas investigativas podem ser divididas em *i*) conceitualização, que envolve a identificação do problema e o levantamento de hipóteses para o mesmo; *ii*) em investigação, no qual os estudantes precisam planejar a investigação, identificar as evidências para confirmar ou não as hipóteses levantadas, registrar e analisar os dados obtidos; e *iii*) em conclusão, momento em que eles estabelecem conexões entre as evidências e o conhecimento científico para comunicar os resultados, interligando os elementos que são a base para a investigação científica.

### 3.4 O Ensino de Física nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental II

O Ensino Fundamental, ofertado nas escolas brasileiras, está estruturado em cinco áreas do conhecimento, denominadas de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso (BRASIL, 2018). Segundo a BNCC, essa organização permite aos estudantes relacionar os conhecimentos propostos nos componentes curriculares e, ao mesmo tempo, preservar as especificidades de cada um deles (BRASIL, 2018).

Os objetos de conhecimento que estão ligados ao Ensino de Física, no Ensino Fundamental Anos Finais, encontram-se nas unidades temáticas do componente curricular de Ciências, na área da Ciências da Natureza (BRASIL, 2018). Desse modo, cabe aos professores de Ciências levarem os temas de Física aos estudantes do Ensino Fundamental II, principalmente os relacionados à Física Moderna (VIDEIRA; FRANCISQUINI, 2018).

Para Videira e Francisquini (2018), os professores precisam buscar conhecer as práticas que permeiam uma disciplina e não somente os resultados produzidos pelos pesquisadores da área, dessa forma, é possível favorecer o raciocínio analítico dos estudantes a respeito da Ciência Contemporânea. Nesse contexto, o Ensino de Física no Ensino Fundamental pode contribuir para a desmistificação do fazer científico, permitindo aos estudantes acesso às diferentes perspectivas durante o processo que envolve a construção da Ciência (ZANATTA; SAAVEDRA FILHO, 2020).

Nesse contexto, a BNCC diz que:

a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018, p. 321).

Diante dessa perspectiva, a prática docente no Ensino de Ciências precisa ser reformulada, de modo a favorecer o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007). Para os mesmos autores, apenas acrescentar conceitos de Física nos livros didáticos não basta, é necessário estimular os estudantes a buscar e discutir física. Para isso, as práticas

pedagógicas precisam estimulá-los intelectualmente e emocionalmente para envolvê-los na construção do conhecimento durante o processo de aprendizagem (MASSONI; BARP; DANTAS, 2018).

Ensinar Física aos estudantes do Ensino Fundamental vai muito além de transmitir conhecimentos científicos, é levá-los a entender o mundo que os cercam, como afirmam Massoni e Moreira (2017) ao dizer que:

1) ensinar conceitos científicos aos jovens é indispensável para que compreendam o mundo atual; 2) não é suficiente ensinar ciência clássica (a mecânica newtoniana), é fundamental, por exemplo, ensinar Física Moderna e Contemporânea, pois é ela quem produz novos “seres”, novos fatos científicos, novas propriedades que precisam ser socializadas, como adverte Latour; 3) incitar a reflexão sobre as consequências desses novos “seres” e fatos sobre a forma como são produzidos é fundamental para o despertar da consciência crítica; 4) discutir também os riscos e incertezas do uso das tecnologias, do consumo e seus reflexos no meio ambiente, da forma de vida das sociedades modernas é um caminho interessante para a formação de cidadãos críticos e participativos desse modelo de “experiência coletiva” (MASSONI; MOREIRA, 2017, p. 77).

Contudo, os professores responsáveis por ensinar Física na Educação Básica encontram, como sendo um dos principais desafios, o de introduzir, de forma significativa, os conceitos da disciplina, muitas vezes considerada uma das mais difíceis entre os estudantes (MATOS; MASSONI, 2019). Para Araújo *et al.* (2021), outro desafio é ensinar os fenômenos dinâmicos como os de eletricidade e magnetismo utilizando imagens estáticas.

Perante as dificuldades de proporcionar aos estudantes da Educação Básica um Ensino de Ciências, por meio das explicações referentes à área da Física, é necessário propor novas metodologias que favoreçam a aprendizagem significativa (ARAÚJO *et al.*, 2021). Nesse contexto, as tecnologias digitais podem favorecer o Ensino de Física, uma vez que permitem a visualização de conceitos abstratos, evitando o risco de distorções e colaborando com a preservação da veracidade do conhecimento científico (ZANATTA; SAAVEDRA FILHO, 2020).

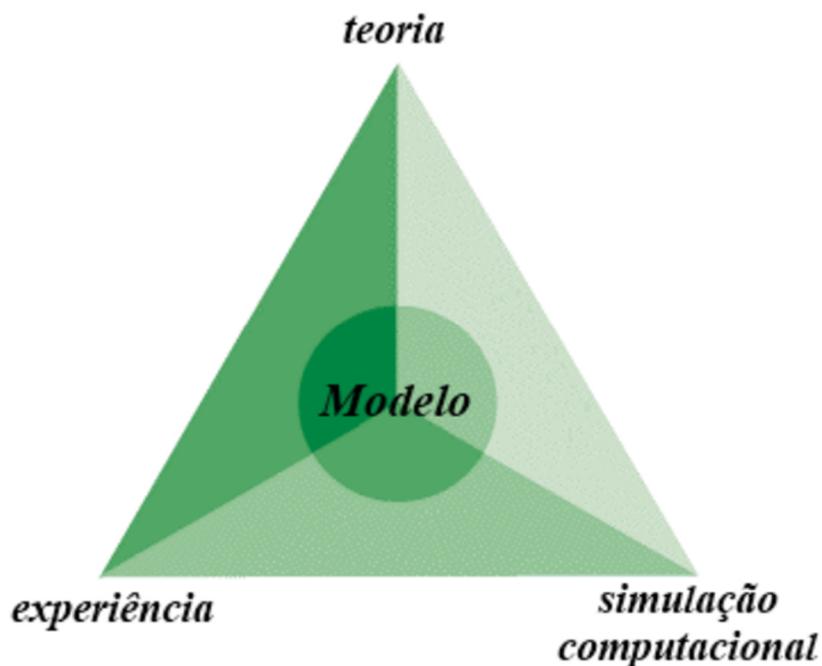
Diante do exposto, usar simulações virtuais no processo de ensino e aprendizagem de Física, como os disponíveis no *Physics Education Technology (PhET)*, podem ser consideradas como possibilidades para superar essa questão, “uma vez que tornam mais acessíveis a percepção das ações que estão em discussão e podem ser trabalhados em horário extrassala com roteiros autoinstrucionais” (ARAÚJO *et al.*, 2021, p. 12).

### 3.5 Simulações em laboratórios virtuais como atividades experimentais nas aulas de Ciências

As experimentações realizadas em Ciências têm como objetivo fazer uma interpretação dos diferentes fenômenos naturais, por meio de atividades experimentais com potencial para reproduzi-los (LIMA; RABONI, 2018). Porém, esses autores ressaltam que as estruturas e equipamentos, por melhor que sejam, não são capazes de criar todas as condições existentes na natureza.

Para Heidemann, Araujo e Veit (2012), o desenvolvimento científico está baseado em modelos que buscam simplificar e aproximar a realidade, formando um tripé metodológico que envolve as teorias, a realidade e as simulações, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Modelo como mediador entre teoria, realidade e simulações



Fonte: Heidemann, Araujo e Veit (2012, p. 972).

O processo de desenvolvimento de teorias científicas e as simulações computacionais não são capazes de retratar todas as características da natureza, por isso, são baseadas em modelos (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2012). Os autores ainda afirmam que:

os modelos computacionais são “recortes” da realidade, ou seja, são implementações computacionais de modelos específicos, e, como tais, desprezam diversos aspectos do sistema real, a fim de focar a atenção em certos aspectos particulares da natureza, o que facilita a compreensão do fenômeno físico. Além disso, as teorias envolvidas no processo admitem entidades ideais e mecanismos internos imaginários (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2012, p. 972).

Porém, na perspectiva do ambiente escolar, Bassoli (2014), baseada no estudo de Campos e Nigro (1999), classifica as atividades experimentais durante as aulas em: *i*) experimentos ilustrativos, no qual permite a interatividade física, por meio do contato dos estudantes com novos equipamentos e fenômenos; *ii*) experimentos descritivos, esses não são dirigidos o tempo todo pelo professor, levando o estudante a apurar os fenômenos ocorridos, permitindo uma interatividade física, intelectual e social, quando trabalhados em equipes; e *iii*) os experimentos investigativos ou atividades práticas investigativas, nelas são necessário o maior envolvimento dos estudantes, uma vez que exige discussão, o levantamento de hipóteses e os experimentos para validá-las.

No passado, a única forma de apresentar aos estudantes alguns experimentos, que contribuíram para a construção do conhecimento científico, era por meio de textos, imagens ou vídeos (PAULA, 2017). Atualmente, com a evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, os próprios estudantes podem conduzir experimentos, que são capazes de favorecer o entendimento dos conceitos e teorias das Ciências, por meio de simulações em laboratórios virtuais (PAULA, 2017).

Nesse contexto, a integração entre as atividades experimentais e computacionais, utilizando *softwares* educacionais, pode favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes em relação aos conceitos que envolvem Física, uma vez que os leva a compreenderem alguns fenômenos por meio da simulação e modelos científicos (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2012; NEIDE *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2021). Porém, para que ocorram relações significativas é necessário que a experimentação crie possibilidades de conexões com o cotidiano dos estudantes (LIMA; RABONI, 2018).

Para Teixeira e Brandão (2003), os *softwares* educacionais são programas de computador que são destinados às práticas pedagógicas de qualquer área de aplicação. Porém, sua utilização deve levar em consideração a infraestrutura da

escola, a proposta do professor e se sua aplicação atende as necessidades dos estudantes.

Segundo Costa *et al.* (2021), os *softwares* educacionais que possuem simulações virtuais, permitem aos estudantes uma interação com o objeto que está sendo estudado, ou seja, uma interatividade com o aplicativo. Essa interatividade acontece devido a existência de “variáveis que o estudante pode alterar e cuja alteração permite a observação de diferentes comportamentos dos objetos ou materiais representados na tela do aplicativo” (PAULA, 2017, p. 93).

Dessa forma, as simulações tornam os conceitos menos abstratos para o estudante, permitindo que eles testem suas hipóteses e aprendam com os próprios erros durante o processo de ensino e aprendizagem, pois exigem buscas pelas respostas e tomada de decisões (COSTA *et al.*, 2021). Porém, é importante destacar que as simulações virtuais não contemplam toda a complexidade de um experimento real, mas para fins didáticos onde a experimentação em laboratórios físicos é inviável, permite a observação da modelagem dos fenômenos representados (ARAÚJO *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2021).

Vale ressaltar que as simulações não têm como objetivo substituir as atividades como exercícios, seminários, pesquisas e textos, ou a própria experimentação em laboratório, mas pode ser utilizada como ferramenta didática para auxiliar na compreensão dos conceitos e na desmistificação da ideia de que a Física é baseada apenas em cálculos (ARAÚJO *et al.*, 2021). Além disso, pode tornar a aula mais dinâmica e interessante, uma vez que desperta a curiosidade e o desejo de aprender dos estudantes, ao permitir a manipulação das variáveis para observar e analisar visualmente os fenômenos estudados na física (ARAÚJO *et al.*, 2021).

Nesse contexto, Paula (2017) apresenta os laboratórios virtuais e as simulações como uma ferramenta com potencial para o ensino com abordagem investigativa, possibilitando que os estudantes se tornem protagonistas no processo de ensino e aprendizagem. Porém, o estudo de Paula (2017, p. 99) ressalta a necessidade de mais pesquisas e aprofundamento pelo professor, ao manifestar o desejo de que “pesquisadores sejam estimulados a estudar, tanto os limites, quanto às potencialidades desses recursos em ambientes de ensino e aprendizagem orientados por uma abordagem investigativa”.

## **4 PERCURSO METODOLÓGICO**

### **4.1 Classificação da pesquisa**

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa, pois a intenção não é quantificar, mas entender como os estudantes lidam com as atividades investigativas e se elas favorecem o processo de Alfabetização Científica e o desenvolvimento das Habilidades Cognitivas Investigativas.

Na pesquisa qualitativa o foco está na relação dinâmica e indissociável que acontece entre os sujeitos e o mundo real, ou seja, o contexto (PRODANOV; FREITAS, 2013; QUINQUIOLO, 2020). Nesta perspectiva, “a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.70).

A natureza da pesquisa é aplicada, pois ao buscar solucionar determinado problema do cotidiano escolar dentro da sala de aula, baseando-se nos conhecimentos teóricos, pode gerar soluções novas ou o aperfeiçoamento das aplicações práticas já existentes para problemas específicos e com interesses locais (FERRARI, 2020).

### **4.2 Caracterização do público-alvo da pesquisa**

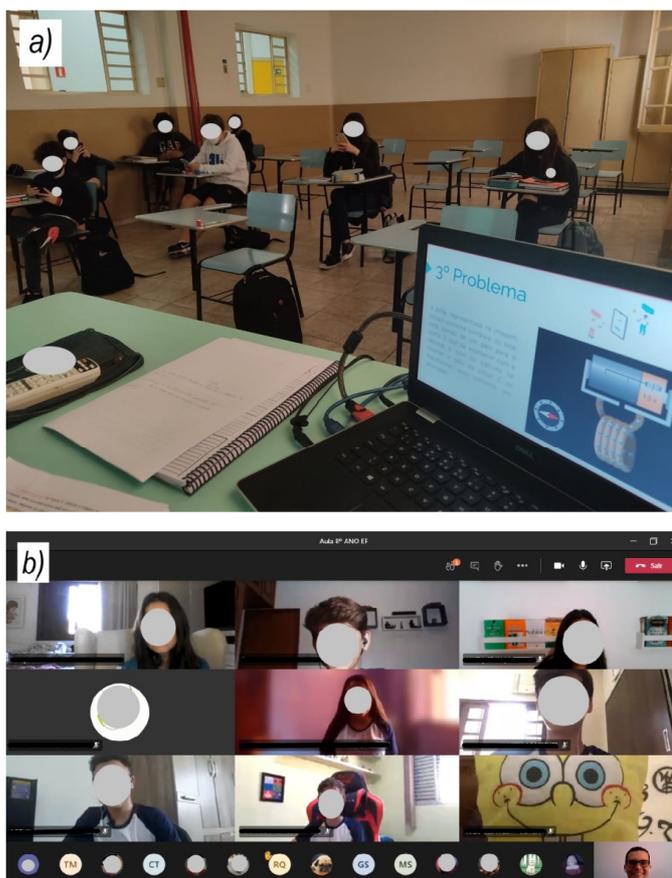
A pesquisa foi realizada em uma instituição de ensino privada, que oferece cursos de Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio, localizada na região central de um município no interior do estado de São Paulo.

A escola possui boa infraestrutura e atende as necessidades dos estudantes, pois conta com salas de aulas amplas e equipadas com lousa digital e computadores com conexão à internet, biblioteca, laboratório de informática, sala de artes, sala de robótica, auditório, quadras externas e interna, campo de futebol, área de jogos, ampla área de convivência (pátio), banheiros masculinos e femininos nos dois andares, sala da coordenação, sala do diretor geral, recepção e secretaria. Todos esses ambientes possuem rampas, elevador e outros meios que permitem o acesso de todos.

A aplicação da Sequência de Ensino Investigativo teve como público-alvo adolescentes com idade de 13 e 14 anos, que estavam cursando o 8º ano do Ensino Fundamental II. A turma contava com 28 estudantes, sendo que 27 participaram da pesquisa, pois uma estudante estava afastada por motivos particulares.

Todos os participantes possuíam aparelhos eletrônicos com conexão à internet, fato que permitiu e favoreceu a execução da Sequência de Ensino Investigativo. Devido à pandemia da COVID-19, os estudantes estavam em sistema de rodízio<sup>1</sup>, ou seja, parte deles participaram presencialmente (Figura 3a) e os outros acompanharam e interagiram durante a aula, que era transmitida ao vivo, pela plataforma *Microsoft Teams* (LINK 1) (Figura 3b), aplicativo no qual os usuários podem criar reuniões, trabalhar juntos, criar e compartilhar conteúdos e recursos em uma sala de aula remota e *online* (MICROSOFT, 2021a).

Figura 3 – Aula em sistema de rodízio



Fonte: Acervo da pesquisa.

<sup>1</sup> PARECER CNE/CP Nº: 11/2020. Orientações Educacionais para a Realização de Aulas e Atividades Pedagógicas Presenciais e Não Presenciais no contexto da Pandemia determinada pelo Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno.

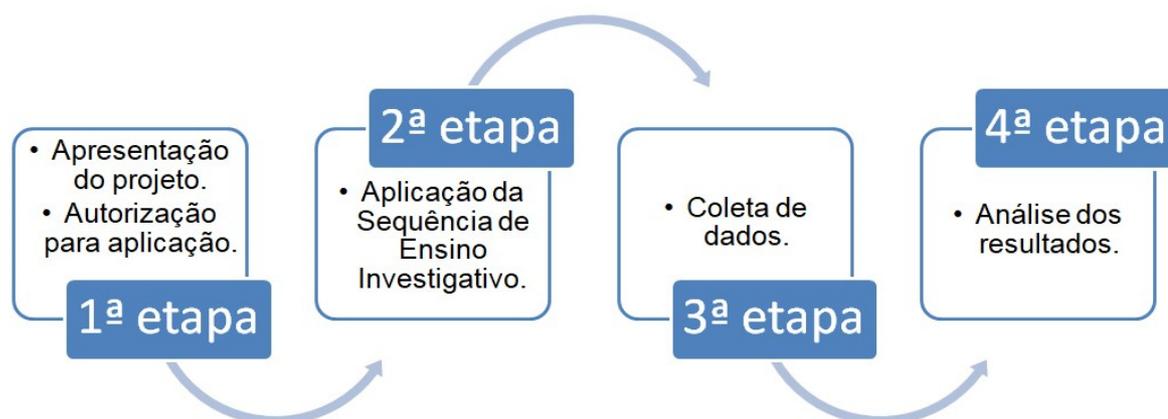
A aplicação da Sequência de Ensino Investigativo obedeceu a todos os protocolos de biossegurança para o retorno das atividades presenciais nas escolas da educação básica do município em que a pesquisa foi aplicada.

As aulas foram ministradas pela professora responsável pela disciplina de Ciências da turma e assistidas pelo pesquisador. Ela é licenciada em Biologia, possui especialização em Gestão Escolar e trabalha na escola há 12 anos. A participação dela aconteceu antes mesmo da aplicação, pois contribuiu com sugestões e ajustes no plano de trabalho previsto na Sequência de Ensino Investigativo.

### 4.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi realizada em 4 etapas, como mostra Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Próprio autor.

#### 4.3.1 Primeira etapa: autorização para aplicação na escola

Esta etapa constituiu-se da apresentação do projeto para a professora de Ciências da turma, juntamente com a coordenação e direção pedagógica da escola, e teve a finalidade de demonstrar os objetivos da Sequência de Ensino Investigativo e da pesquisa, bem como solicitar a autorização deles para a aplicação do projeto.

Após a autorização de todas as partes, foram propostas aos estudantes aulas mais interativas baseadas na estratégia de ensino por investigação e de

resolução de problemas, desafiando-os a participarem de maneira ativa na construção do próprio conhecimento.

#### **4.3.2 Segunda etapa: aplicação da Sequência de Ensino Investigativo**

Os temas trabalhados na Sequência de Ensino Investigativo foram elaborados e organizados com base nos conteúdos do livro didático (FARAGO, 2020) adotado pela escola, além de conteúdos e materiais extras apropriados para assimilação do tema.

Durante as aulas os estudantes foram divididos em 5 equipes, sendo 2 com 6 integrantes e 3 com 5 integrantes.

Para realizar as etapas previstas, 4 equipes reuniram-se em chamadas separadas, utilizando o aplicativo *WhatsApp* (*LINK 2*), ferramenta digital que permite o envio e o recebimento de arquivos de mídia, como mensagens de textos, fotos e vídeos, além de realizar chamadas de voz e de vídeo (WHATSAPP LLC, 2021), e 1 equipe optou por utilizar a própria plataforma *Microsoft Teams*. Nessas reuniões eles escolheram um “escrivão”, ou seja, um estudante para registrar as discussões e escrever a(s) hipótese(s) a ser(em) investigada(s).

Cada equipe trabalhou levantando as possíveis hipóteses para os problemas propostos, nos registros da simulação de forma científica, no estabelecimento de explicações do fenômeno estudado e na comunicação das ideias aos demais estudantes da classe.

#### **4.3.3 Terceira etapa: coleta de dados**

A coleta dos dados aconteceu no decorrer da aplicação da Sequência de Ensino Investigativo, por meio da observação direta e de gravações das aulas de Ciências, com o objetivo de entender como os estudantes interagem e buscam as soluções para os problemas propostos. Para verificar o desenvolvimento das habilidades socioemocionais e os conteúdos assimilados por eles, foi aplicado um questionário (APÊNDICE A) disponibilizado na plataforma *Microsoft Forms* (*LINK 3*), ferramenta para criar questionários, formulários e pesquisas *online*.

#### 4.3.4 Quarta etapa: análise dos resultados

Para analisar os dados coletados nos momentos das discussões durante as aulas e dos vídeos produzidos por cada equipe, utilizou-se da transcrição das falas da professora e dos estudantes, que passaram por correções gramaticais e de vícios de linguagem. Pelo fato dos adolescentes, menores de 18 anos, que aparecem nos vídeos, aos direitos autorais e de imagens, eles não foram disponibilizados, mas suas transcrições estão no item resultados e discussão.

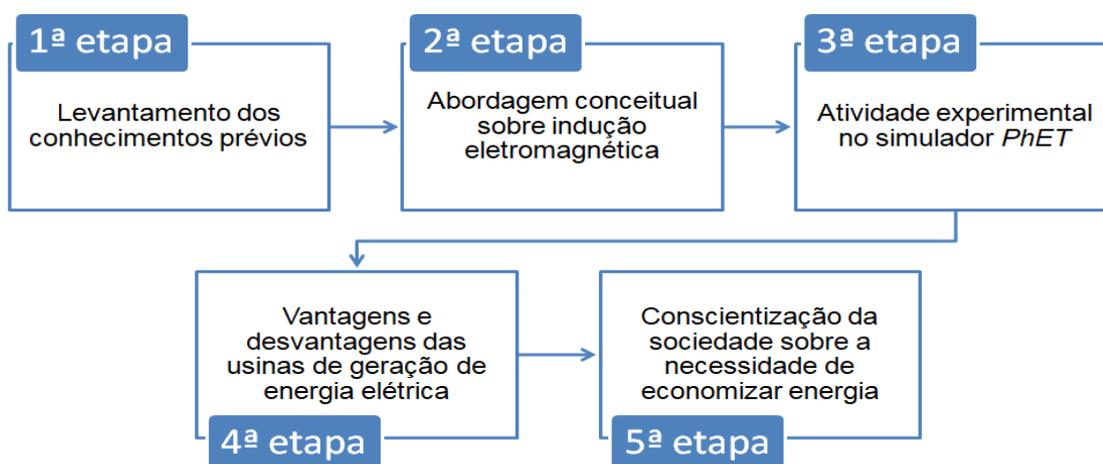
A análise dos resultados descreve como a Alfabetização Científica, no Ensino Fundamental II, pode ser favorecida em aulas de caráter investigativo. Para averiguar se ela realmente está em processo de forma positiva durante as atividades propostas pela Sequência de Ensino Investigativo, foram utilizados os indicadores propostos por Sasseron (2008) e por Sasseron e Carvalho (2008).

Para classificar as habilidades cognitivas reveladas pelos estudantes em diferentes níveis, durante o processo de Alfabetização Científica, foi utilizado o instrumento analítico para as atividades de investigação proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019).

#### 4.4 Etapas da aplicação

A Sequência de Ensino Investigativo contou com cinco etapas, com duração de 11 aulas de 50 minutos, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma das etapas estabelecidas na Sequência de Ensino Investigativo



Fonte: Próprio autor.

#### 4.4.1 Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes

O levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes se deu por meio de uma avaliação diagnóstica, contendo seis questões. As três primeiras estavam relacionadas aos conteúdos já estudados por eles e as três últimas para verificar como os novos conceitos a serem estudados estão estabelecidos.

A avaliação diagnóstica teve duração de 55 minutos. Nela, 18 estudantes estavam acompanhando de forma síncrona pela plataforma *Microsoft Teams* e 6 presentes na sala de aula.

Esta etapa foi realizada de forma oral, encorajando os estudantes a participarem e a discutirem os questionamentos dirigidos a eles nas equipes, sem acessar fontes de informações. A professora deixou-os livres para expor suas ideias, lembrando-os que os conceitos errados ou incompletos seriam tratados no decorrer das aulas.

Como os estudantes estavam divididos em rodízio, o registro das respostas e discussões, como um *brainstorm*, foi realizado em um documento do *Microsoft Office Word* ([LINK 4](#)) com compartilhamento de tela, assim, quem estava na sala acompanhou pelo quadro digital e quem estava em casa pela tela compartilhada.

Os estudantes ouviam as perguntas feitas pela professora e as discutiam em uma chamada separada, nas suas respectivas equipes, para registrá-las. Depois do registro, um integrante de cada equipe apresentou oralmente as ideias na sala principal com todos da turma.

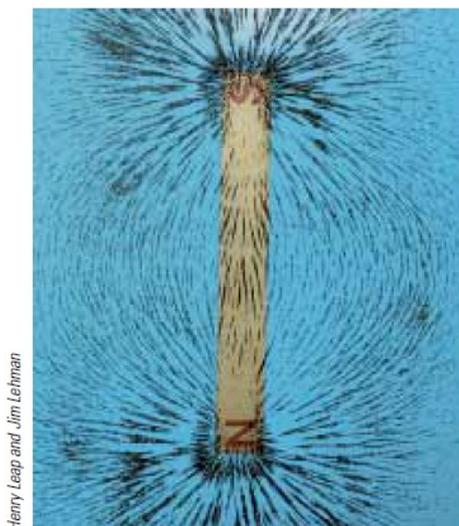
#### 4.4.2 Abordagem conceitual sobre indução eletromagnética

Para trabalhar a transformação da energia por meio da indução eletromagnética, processo que ocorre na maioria das usinas de geração de energia elétrica, utilizou o problema de lápis e papel com liberdade de professor e aluno grau 4, como mostra Carvalho (2018) no Quadro 2, na página 22.

Esta etapa teve duração de três aulas de 50 minutos. A professora iniciou a aula com a discussão sobre o tema eletromagnetismo (FARAGO, 2020), baseada nos conhecimentos prévios dos estudantes, levantados nas questões 5 e 6 da avaliação diagnóstica.

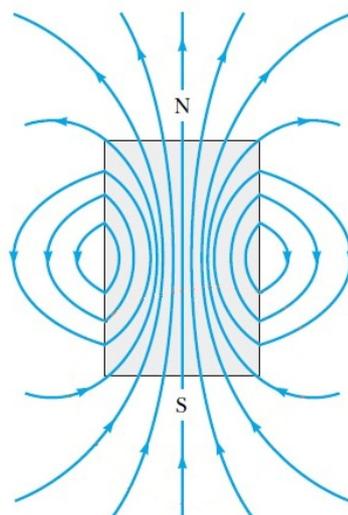
Posteriormente, seguiu explicando de forma expositiva e dialogada sobre campo magnético do ímã, que pode ser observado por meio de limalhas de ferro sobre uma folha de papel (Figura 6) e representado visualmente por linhas imaginárias denominadas de Linhas de Campo Magnético (Figura 7).

Figura 6 - Campo magnético do ímã representado por limalha de ferro



Fonte: Serway, Jewett, 2003.

Figura 7 - Campo magnético do ímã de barra



Fonte: Adaptado de Serway, Jewett, 2003.

O campo magnético é a área que sofre ação de uma força magnética capaz de influenciar uma carga elétrica em movimento ao redor de um ímã (MUSSOI, 2016). O mesmo autor relata que as linhas de um campo magnético encontram-se

sempre fechadas, como podemos observar na Figura 7, elas saem do polo norte e retornam ao ímã pelo polo sul.

A professora baseou-se também nos textos das páginas 108 e 109 do livro didático (FARAGO, 2020) utilizado pelos estudantes, porém não as indicou, para que eles pudessem levantar as hipóteses e depois buscarem a solução para o problema, no próprio livro e na internet.

Na segunda aula, após explicar o funcionamento do campo magnético em um ímã, a professora lançou o seguinte questionamento: “é possível gerar um campo magnético a partir de uma corrente elétrica. O físico e químico Michael Faraday concluiu que o oposto também pode ocorrer, ou seja, a manipulação de um campo magnético não uniforme pode gerar corrente elétrica, mas como é possível gerar energia elétrica utilizando um ímã?”. (Adaptado do livro didático (FARAGO, 2020)).

A professora orientou os estudantes a levantarem as hipóteses e registrá-las sem recorrer às fontes de informações. Ela destacou que a hipótese pode ser uma afirmação ou outra pergunta, e não é necessário estar correta, pois será confirmada ou não por meio de pesquisas.

Após todas as equipes terminarem de levantar as hipóteses e registrá-las, a professora pediu para os estudantes pesquisarem informações no livro didático (FARAGO, 2020) e na internet para refutar ou confirmar as hipóteses levantadas por eles. Essa atividade foi iniciada e orientada durante a aula.

A terceira aula foi para apresentação das ideias das equipes e averiguação da aprendizagem. A confirmação ou não das hipóteses foi apresentada durante a discussão mediada pela professora, onde os estudantes explicaram o conceito de campo magnético utilizando mais de uma fonte. Uma delas foi estabelecida que fosse o próprio livro didático de Ciências (FARAGO, 2020), utilizado durante as aulas.

Para verificar a aprendizagem, a professora lançou as seguintes perguntas oralmente:

- a) Um ímã parado próximo a uma espira pode gerar corrente elétrica?
- b) A energia gerada pelo ímã é criada ou transformada?
- c) Quais são as transformações de energia que ocorrem nesse processo?

Para melhor assimilação do conteúdo, passou o vídeo “*Desvendando Indução Magnética e superando dificuldades com Física*” (LINK 5, 2017), entre 6 minutos e 25 segundos até 10 minutos e 25 segundos, momento em que o vídeo aborda o campo magnético do ímã.

Apresentou também o vídeo “*Tema 14 - Indução Eletromagnética | Experimento - Lei de Faraday: pêndulo eletromagnético*” (LINK 6, 2016), que aborda a Indução Eletromagnética e a Lei de Faraday.

#### 4.4.3 Atividade experimental no simulador

Para trabalhar a atividade experimental da Sequência de Ensino Investigativo, devido a pandemia da COVID-19 e o distanciamento social, optou-se pelas simulações interativas no “*Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.1)*” do projeto *PhET*<sup>2</sup> da Universidade do Colorado, fundado em 2002 e desenvolvido por Carl Wieman (UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2021).

De acordo com o Quadro 3 na página 23, a liberdade dada aos estudantes para o experimento utilizando o simulador foi o de grau 4.

Antes do experimento, a professora apresentou os questionamentos com as imagens do simulador em uma apresentação no *Microsoft Office PowerPoint* (LINK 4), aplicativo para criar e compartilhar apresentações (MICROSOFT, 2021b), e como já mencionado anteriormente, sem indicar as páginas do livro didático (FARAGO, 2020) e o site do simulador (LINK 7, 2012) no início, pois eles levantaram as hipóteses para os problemas e depois foram buscar as respostas no próprio livro didático, na internet e, principalmente, no simulador (LINK 7, 2012).

Ao lançar cada questionamento a professora aguardou 10 minutos, para que os estudantes levantassem e registrassem as hipóteses aos seguintes problemas:

---

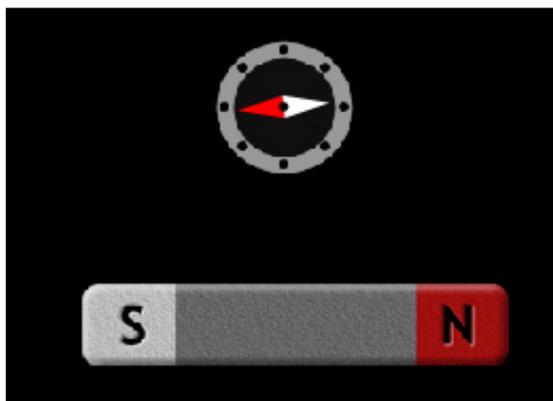
<sup>2</sup> Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto *PhET Interactive Simulations da University of Colorado Boulder* cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Os *sims PhET* são baseados em extensa pesquisa educacional e envolvem os estudantes por meio de um ambiente intuitivo semelhante a um jogo, onde eles aprendem por meio da exploração e descoberta. O projeto possui 164 simulações interativas que estão disponíveis de forma *online*, com a opção de tradução para 120 idiomas. Atualmente, o projeto *PhET* tem mais de 3328 aulas disponíveis no site <https://phet.colorado.edu>. O site permite que professores de todo o mundo compartilhem suas experiências e aulas com os simuladores virtuais do *PhET*.

Fonte: Universidade do Colorado, 2021 - <https://phet.colorado.edu/>.

**1) Primeiro questionamento:**

Perceba que a bússola, objeto que está acima na Figura 8, está com o polo norte (cor vermelha) para a esquerda e o sul (cor branca) para a direita, totalmente oposto ao do ímã (objeto que está abaixo).

Figura 8 – Ambiente do simulador “Ímã em barra”



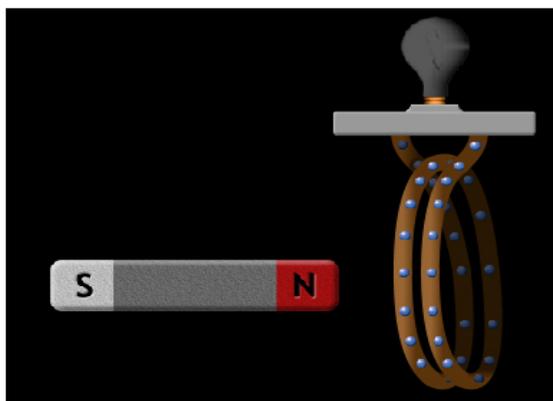
Fonte: Universidade do Colorado, 2012.

O que vai acontecer com a bússola se o ímã virar e inverter os polos? Responda no *chat* da sua equipe.

**2) Segundo questionamento:**

A Figura 9 apresenta um ímã (objeto que está à esquerda) parado ao lado de uma espira conectada a uma lâmpada (objeto que está à direita).

Figura 9 – Ambiente do simulador “Selonoide”



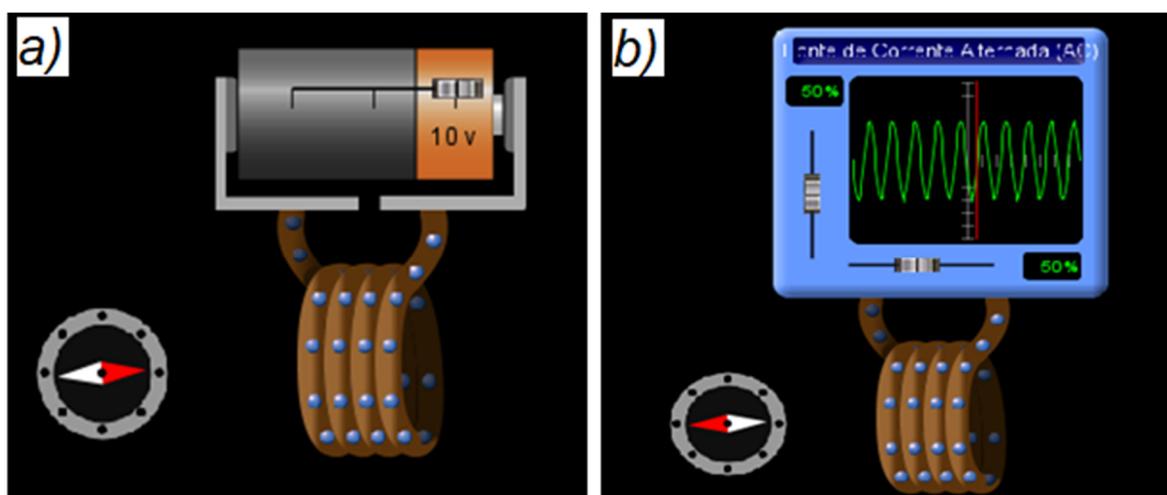
Fonte: Universidade do Colorado, 2012.

Responda no *chat* da sua equipe. O que vai acontecer se o ímã continuar estático, ou seja, parado? E se ele se movimentar na direção da espira e realizar um movimento de vai e vem?

### 3) Terceiro questionamento:

A pilha, apresentada na Figura 10a, quando ligada possui corrente contínua, ou seja, os elétrons estão saindo de um polo em direção ao outro. Já a Figura 10b, apresenta uma espira com corrente alternada que está conectada a um gráfico.

Figuras 10 – Ambiente do simulador “Eletroímã”



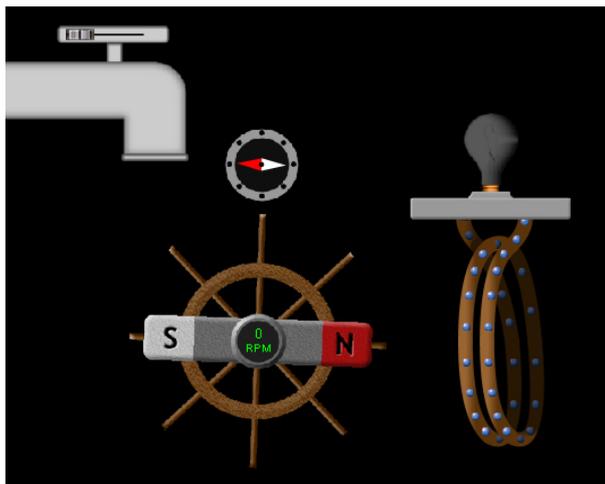
Fonte: Universidade do Colorado, 2012.

Responda no *chat* da sua equipe. O que vai acontecer com a bússola e com os elétrons se inverter o polo da pilha na Figura 10a? E se transformar a corrente em alternada, como mostra a Figura 10b?

### 4) Quarto questionamento:

Observe que a Figura 11, contendo uma torneira (objeto que está no canto superior do lado esquerdo), um ímã preso a uma roda d'água debaixo da bússola (objetos que estão no centro) e uma espira conectada a uma lâmpada (objeto que está à direita), apresenta um mecanismo semelhante ao que acontece nas usinas hidrelétricas.

Figura 11 – Ambiente do simulador “Gerador”



Fonte: Universidade do Colorado, 2012.

Responda no *chat* da sua equipe. Como gerar energia para acender a lâmpada da imagem? Quais as transformações de energia ocorrem no processo até chegar à energia luminosa?

Após o levantamento das hipóteses, a professora disponibilizou o endereço eletrônico do simulador (*LINK 7*, 2012) e o documento “*Instruções para os experimentos no simulador do Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday PhET*”, em arquivo PDF (APÊNDICE B), com as instruções para a realização dos experimentos no simulador (*LINK 7*, 2012) e a obtenção dos dados e respostas para as questões levantadas.

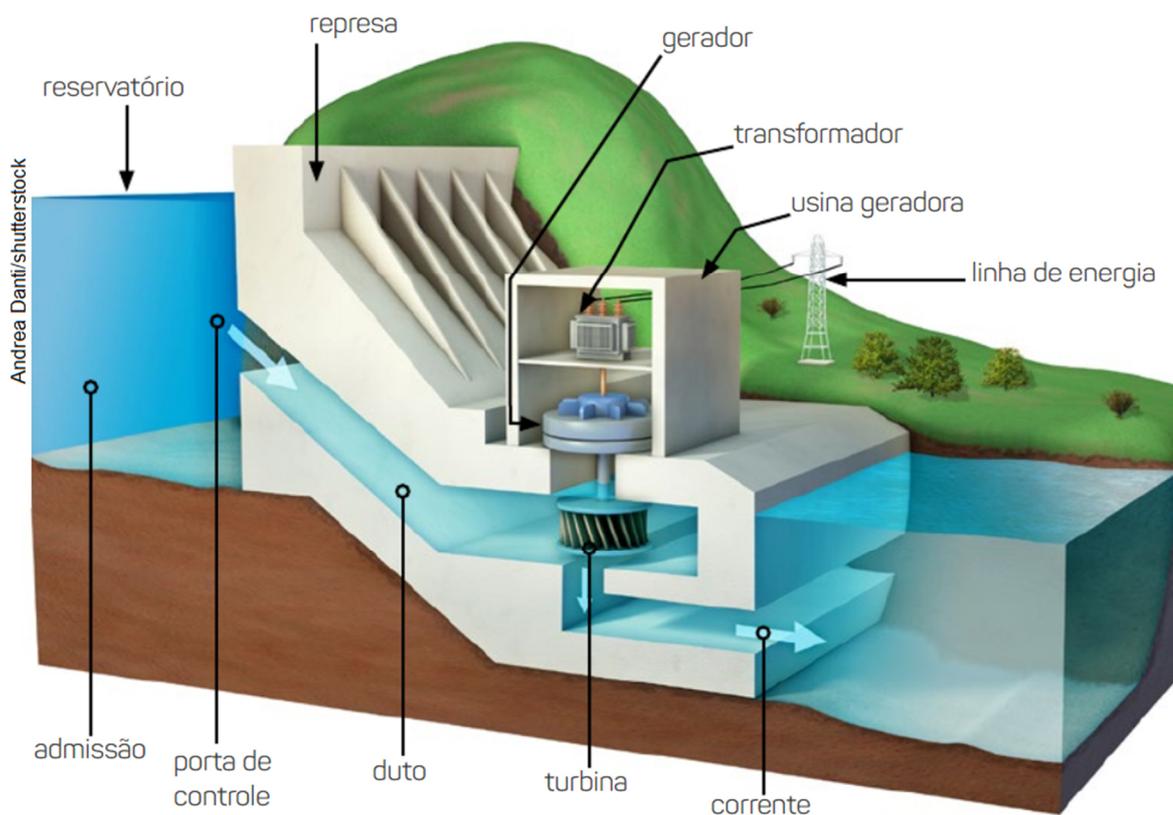
Após o experimento, cada equipe gravou um vídeo curto, de no máximo 5 minutos, explicando, por meio de uma narração, os experimentos e os conceitos envolvidos neles. Os vídeos foram socializados com a turma.

Os estudantes selecionaram um, entre os 5 vídeos, para compartilhar com toda comunidade escolar por meio do portal digital e das redes sociais da escola.

Para que os estudantes pudessem associar os experimentos com o funcionamento de uma usina hidrelétrica, a professora apresentou o vídeo “*A Física da hidrelétrica*” (*LINK 8*, 2018), que iniciou a partir de 1 minuto e 50 segundos e foi até 5 minutos e 50 segundos. Essa parte do vídeo explica que a altura do reservatório confere à água energia potencial gravitacional, que é transformada em energia cinética quando ela desce pelo duto, fazendo a turbina girar para gerar energia elétrica por indução eletromagnética utilizando um estator e um rotor.

Após o vídeo, a professora apresentou a Figura 12.

Figura 12 – Representação da parte interna de uma usina hidrelétrica



Fonte: Farago, 2020.

Para verificar a aprendizagem e estimular a discussão nas equipes, a professora lançou as seguintes perguntas comparando as Figuras 11 e 12:

- Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura 12, foi representada pela torneira, apresentada na Figura 11? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte?
- Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura 12, foi representada pela queda d'água, apresentada na Figura 11? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte?
- Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura 12, foi representada pela roda d'água, apresentada na Figura 11? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte?
- Em qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura 12, ocorre a mudança de campo magnético gerado pela troca de polaridade do ímã,

gerando corrente elétrica nas espiras, apresentada na Figura 11? Quais os tipos de energia estão presentes nesse processo? Como ocorre a transformação de uma energia na outra?

#### **4.4.4 Vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica**

Esta etapa teve duração de 75 minutos. A professora iniciou a aula encorajando os estudantes a participarem e a discutirem o tema, levando-os a responderem oralmente aos seguintes questionamentos:

- a) É possível gerar energia elétrica em grande quantidade para abastecer a população sem causar impactos ambientais?
- b) Pense e fale os tipos de usinas de geração de energia elétrica que você conhece e os impactos ambientais que elas podem causar?
- c) Quais são as vantagens das diferentes usinas de geração de energia?
- d) Qual seria a melhor maneira de gerar energia elétrica causando menor impacto ambiental?

Após a discussão, a professora direcionou os estudantes a formularem possíveis hipóteses a respeito das vantagens e os impactos socioambientais de cada tipo de usina de geração de energia elétrica. Nesse momento, os estudantes formularam hipóteses juntos, ou seja, na turma com todos os integrantes presentes na aula.

A professora escreveu as hipóteses em um documento do *Microsoft Office Word* com compartilhamento de tela, assim, quem estava na sala acompanhou pelo quadro digital e quem estava em casa pela tela compartilhada. Cada equipe selecionou uma hipótese diferente para pesquisar nas equipes separadas.

#### **4.4.5 Conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia.**

Esta etapa teve duração de duas aulas de 50 minutos, sendo que na primeira aula a professora lançou o seguinte problema para os estudantes: Como conscientizar a sociedade em geral sobre a necessidade de economizar energia?

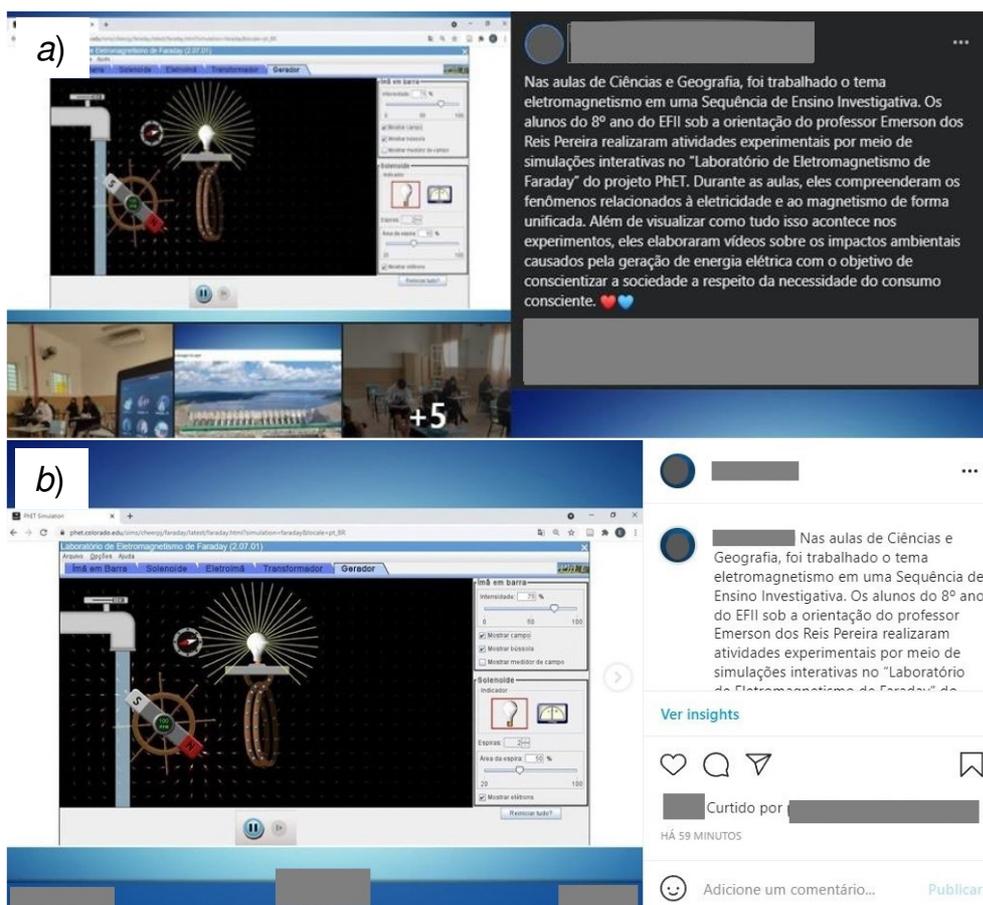
Como orientar as pessoas a economizarem e usarem a energia de forma consciente em suas residências, locais de trabalho, de lazer e de estudo?

A professora deixou os estudantes escolherem a melhor maneira de fazer essa etapa, direcionou-os para uma chamada separada nas equipes e pediu para eles discutirem o assunto e definir o que iriam fazer e apresentar. Ela destacou que podia ser vídeo, cartaz, banner, jogo, flyer digital ou outros meios de preferência deles. A confecção do produto final ficou como tarefa extraclasse.

A segunda aula, planejada para um intervalo de uma semana da primeira e prorrogada por mais três dias, foi destinada para a socialização do produto final de cada equipe para todos os estudantes da classe e *feedback* entre as equipes.

Após a socialização dos trabalhos, os estudantes escolheram o vídeo da equipe 2 para ser publicado nas redes sociais e na plataforma digital adotada pela escola, com o objetivo de conscientizar a comunidade, como mostra a Figura 13.

Figuras 13 – Publicação das atividades e do vídeo escolhido em plataformas digitais.



Fonte: Acervo da pesquisa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise dos conhecimentos prévios dos estudantes

Nos Quadros 5, 6 e 7 estão as falas da professora, ao lançar os três primeiros questionamentos, que estão relacionados a conteúdos já estudados pelos estudantes, bem como as dos próprios estudantes, ao exporem as ideias elaboradas pelas equipes, como mostram os itens abaixo.

#### 1) Primeiro questionamento:

Quadro 5 – Fala da professora e dos estudantes durante a primeira questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> Primeira questão. É possível criar ou destruir energia? Justifique.  Vou colocar a pergunta aqui no chat.  Coloquem as respostas em um arquivo e no final vocês irão me enviar.</p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> Acho que não. A energia nunca é construída em si, ela é transformada de um outro tipo de energia, por exemplo, a energia só surge das marés que se transforma em energia elétrica e não pode ser destruída, ela vai ser transformada.</p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> A energia não pode ser criada por causa da Lei que estudamos no início do capítulo. Ela diz mais ou menos que a variação da energia do interior de um corpo depende do trabalho feito por ele, por isso, ela vai ser transformada.</p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> Não, pois a maior parte da energia vem da natureza, e nada dela se cria, mas sim se transforma.</p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> A energia não pode ser criada nem destruída, ela pode ser transformada em outra.</p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> Nosso grupo achou que sim. Colocamos que a partir do momento que você se move está criando energia cinética, por exemplo, se a fonte for destruída não tem energia.</p>

Fonte: Acervo da pesquisa

A primeira questão intencionou descobrir como os estudantes assimilaram o princípio de conservação de energia, proposto como um dos objetos específicos da disciplina de Ciências na BNCC (BRASIL, 2018). De acordo com as respostas e as falas dos estudantes, percebe-se que as quatro primeiras equipes (1 a 4) possuem conhecimento sobre esse conceito, porém, apenas as equipes 1 e 2 demonstraram competências para utilizá-los em contextos com exemplos e fazer relação com o conceito de trabalho.

No *feedback* da avaliação diagnóstica, a professora reforçou o que os estudantes já haviam respondido de forma correta e levou os integrantes da equipe

5 a raciocinar, explicando a eles que a fonte foi destruída, mas a energia que foi gerada por ela não.

## 2) Segundo questionamento:

Quadro 6 - Fala da professora e dos estudantes durante a segunda questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> Segunda questão. De onde vem a maior parte da energia elétrica consumida no Brasil? Ela pode ser considerada renovável ou não renovável? Vou escrever aqui para vocês (chat).</p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> A energia mais utilizada no Brasil é da hidrelétrica. Acho que ela é renovável, pois ela não “destrói” a água, só utiliza a força, energia e o movimento da água. Então, acreditamos que é renovável, mas tem alguns contrapontos ambientais.</p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> A maior parte da energia elétrica consumida no Brasil vem das usinas hidrelétricas. Ela pode ser considerada renovável, pois sempre estamos tendo chuvas, o que contribui para o enchimento de oceanos que geram movimento nas turbinas das usinas e geram a energia elétrica.</p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> A maior parte da energia elétrica no Brasil vem das redes hidrelétricas. Isso é uma coisa muito boa, pois ela é renovável, ou seja, ela acontece com os movimentos da água, como ela está em constante movimento, por isso é considerada renovável.</p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> A maior parte da energia do Brasil vem das hidrelétricas e ela é renovável.</p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> Nosso grupo colocou que são geradas por usinas hidrelétricas, por ser rico em rios. Ela é renovável, a água não é destruída, portanto ela pode voltar ao ciclo e gerar mais energia de novo.</p>

Fonte: Acervo da pesquisa

Na segunda questão, os estudantes demonstraram domínio sobre a principal fonte de energia elétrica do Brasil, ou seja, a maior matriz elétrica brasileira é hidráulica, gerada nas usinas hidrelétricas (FARAGO, 2020; EPE/BEN, 2020). Além disso, na mesma questão, também souberam diferenciar as fontes de energia renovável e não renovável, ao explicarem que as águas utilizadas nas hidrelétricas servem para movimentar as turbinas e estão em constante movimento no ciclo hidrológico.

A professora apenas ressaltou, principalmente para a equipe 2, que as usinas hidrelétricas estão nos continentes e utilizam o rio para gerar energia e não os oceanos.

### 3) Terceiro questionamento:

Quadro 7 - Fala da professora e dos estudantes durante a terceira questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> <i>Terceira questão. Você já parou para analisar quantos e quais equipamentos em sua casa utilizam energia elétrica? Como essa energia é transformada por esses aparelhos?</i></p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> <i>Eu já parei para analisar quantos produtos eletrônicos eu utilizo em minha casa e, no caso da nossa equipe, são muitos. Esses equipamentos eletrônicos eles transformam a energia elétrica em praticamente todo o tipo de energia, por exemplo, o abajur transforma energia elétrica em energia luminosa ou, por exemplo, o fogão, que transforma energia elétrica em energia térmica e luminosa também pela luz da chama, tem o exemplo do liquidificador, que transforma energia elétrica em energia cinética do movimento das hélices, tem também o chuveiro, que transforma a energia elétrica em energia térmica, tem o computador, que transforma a energia elétrica em energia luminosa, térmica por causa do calor produzido e sonora pelos alto-falantes do computador e etc.</i></p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> <i>Colocamos que são inúmeros aparelhos que utilizam a energia elétrica, por exemplo, o computador, o chuveiro, a geladeira, a lâmpada, entre outros. A geladeira pega a energia elétrica e transforma em energia térmica e luminosa. A lâmpada utiliza a energia elétrica e transforma em energia luminosa e térmica.</i></p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> <i>Vários objetos ou equipamentos podem utilizar a energia, luz, celulares, televisão, computador, rádio, e vários outros na nossa casa. A energia pode ser transmitida de várias maneiras, solar, hidrelétrica, eólica e entre outras.</i></p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> <i>Não conseguimos discutir na outra chamada e vamos responder depois no relatório.</i></p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> <i>Todos nós dependemos muito dos equipamentos diários, como micro-ondas, geladeiras e chuveiros elétricos. Ela se transforma de uma para outra.</i></p>

Fonte: Acervo da pesquisa

Nas respostas da terceira questão, percebeu-se que os estudantes conseguiram classificar os equipamentos elétricos utilizados por eles e pelos seus familiares em suas residências, relacionando-os com as transformações da energia elétrica em luminosa, térmica e cinética, por exemplo. Além disso, a equipe 3 apontou que a energia utilizada por eles pode ser gerada e transmitida por diferentes fontes, como a solar, hidráulica, eólica e entre outras.

No *feedback*, a professora ressaltou as respostas assertivas dos estudantes e chamou atenção para a fala da equipe 5, notando a nossa dependência de equipamentos elétricos no cotidiano e na importância deles para a nossa vida, “principalmente nesse momento de pandemia que estamos vivendo”, fala da professora contextualizada com o momento em que eles estavam vivenciando.

Não ocorreu a participação da equipe 4 nessa pergunta. Um dos integrantes alegou que não conseguiram discutir na outra chamada e responderam depois no relatório.

A primeira etapa da avaliação diagnóstica demonstrou que os estudantes conseguiram assimilar bastante o conteúdo, uma vez que eles apontaram de forma satisfatória o princípio de conservação de energia, a principal matriz elétrica brasileira, juntamente com o conceito de fontes renováveis e não renováveis, bem como a necessidade e importância da energia elétrica para a sociedade.

Desse modo, a aprendizagem do conceito de eletromagnetismo, previsto dentro do objeto de conhecimento transformação de energia da BNCC (BRASIL, 2018), deve ter uma aprendizagem significativa para os estudantes, pois já apresentaram ideias relevantes ancoradas para relacionar com a Sequência de Ensino Investigativo. Portanto, “a interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos” (AUSUBEL, 2000, p. 1).

Nos Quadros 8, 9 e 10 estão às falas proferidas na segunda etapa da avaliação diagnóstica, que foi realizada com o objetivo de verificar como os novos conceitos a serem estudados estão estabelecidos para favorecer a aprendizagem significativa, como mostram os itens:

#### 4) Quarto questionamento:

Quadro 8 - Fala da professora e dos estudantes durante a quarta questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> <i>Quarta questão. Você sabe quais são os grandes desafios na geração de energia elétrica? Justifique, sempre tem que justificar.</i></p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> <i>Nós do grupo cremos que os grandes desafios da geração de energia elétrica é de gerar a energia de maneira renovável para não prejudicar o meio ambiente e de gerar a energia de maneira econômica e sem gastar muito.</i></p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> <i>Achamos que pode estar sendo difícil para ser gerada, por conta do aquecimento global e mudanças climáticas. Aqui no Brasil, por exemplo, não temos uma tecnologia avançada para termos qualquer tipo de energia. Fora alguns tipos de energia, que no fim se transformam em elétrica, possuem um custo elevado.</i></p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> <i>Acho que o maior desafio é achar uma fonte que seja renovável e também econômica.</i></p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> <i>Não colocamos nada professora, não sabemos responder.</i></p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> <i>Colocamos que abrir caminho para que os rios artificiais cheguem ao lugar desejado.</i></p>

Fonte: Acervo da pesquisa

Nas respostas da questão 4, notou-se que as Equipes 1, 2, 3 e 5 souberam apontar quais são os grandes desafios na geração de energia elétrica, relatando a

necessidade de buscar fontes renováveis que ocasionam menores impactos ambientais e que sejam economicamente viáveis. Percebe-se também, na fala da equipe 2, o entendimento sobre a relação climática com a energia e os impactos causados pelas alterações no clima, bem como a dependência das hidrelétricas no Brasil.

A professora aproveitou a fala da equipe 2 e conduziu todos a refletirem, perguntando “*Vocês já pensaram, por exemplo, se a gente tivesse uma pane nas hidrelétricas?*” Um integrante da equipe 1 respondeu “*se der pane o Brasil vai ter tipo um apagão*”. Nesse contexto, os estudantes visualizaram a necessidade de diversificar as fontes de energia e o risco de ser dependente apenas das hidrelétricas. Esse tema é bastante atual, pois existia a possibilidade de apagões nos períodos de pico do consumo de energia elétrica para o final do ano de 2021, além do aumento no custo, uma vez que a bandeira tarifária se encontrava vermelha no momento deste trabalho, ou seja, o patamar mais caro no Brasil (VASSALLO, 2021).

### 5) Quinto e sexto questionamento:

As questões 5 e 6 foram lançadas ao mesmo tempo, para que a discussão das respostas de uma não influenciasse nas respostas da outra.

Quadro 9 - Fala da professora e dos estudantes durante a quinta questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> <i>Quinta questão. Você sabe a relação que o ímã tem com a geração de energia elétrica?</i>  <i>Lembrando que se você e seu grupo não sabem, coloquem simplesmente o que vocês acham.</i></p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> <i>Não sabemos muito bem.</i></p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> <i>Não sabemos a relação entre um ímã e a geração de energia elétrica.</i></p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> <i>Acho que o magnetismo é um tipo de energia, por isso tem relação com a energia elétrica.</i></p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> <i>Achamos que o ímã irá gerar uma corrente eletromagnética, mas não sabemos como.</i></p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> <i>Será que a energia elétrica pode estar relacionada com os polos negativos e positivos.</i></p>

Fonte: Acervo da pesquisa

Quadro 10 - Fala da professora e dos estudantes durante a sexta questão da avaliação diagnóstica

Fala dos participantes
<p><b>Professora:</b> <i>Sexta questão. Você sabe o que é indução eletromagnética? Não tem problema não saber, como combinado, podem colocar o que vocês acham.</i></p> <p><b>Membro da equipe 1:</b> <i>Achamos que pode ser a transmissão de energia elétrica pelo contato de ímãs ou por ímãs.</i></p> <p><b>Membro da equipe 2:</b> <i>Não sabemos o que é indução eletromagnética.</i></p> <p><b>Membro da equipe 3:</b> <i>Acho que a energia que um ímã produz.</i></p> <p><b>Membro da equipe 4:</b> <i>Não sabemos.</i></p> <p><b>Membro da equipe 5:</b> <i>É a força que o ímã tem, que puxa os objetos metálicos.</i></p>

Fonte: Acervo da pesquisa

Quanto às respostas das questões 5 e 6, percebeu-se um conhecimento muito raso dos estudantes sobre a relação do ímã com a geração de energia elétrica e indução eletromagnética. Nesse contexto, existe a necessidade de tornar significativa a aprendizagem desse conteúdo para eles.

## 5.2 Abordagem conceitual do eletromagnetismo

A professora iniciou a aula refletindo sobre as falas dos estudantes nas questões 5 e 6 da avaliação diagnóstica. Para analisá-las, foram estabelecidos os indicadores definidos por Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008). Para facilitar a análise foi criado um código para cada fala, conforme apresentado na primeira coluna, sendo que a letra Q seguida do número indica o quadro e a última letra minúscula indica a ordem em que a fala aparece. No Quadro 11 são apresentadas as falas da professora e dos estudantes durante a discussão.

O fragmento apresentado inicia-se com o questionamento da professora a respeito da relação entre energia elétrica e indução eletromagnética. No primeiro momento, buscou-se estabelecer as informações sobre como um ímã pode gerar energia elétrica.

Quadro 11 – Falas da professora e dos estudantes durante a discussão das questões cinco e seis da avaliação diagnóstica

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q11a	<b>Professora:</b> <i>Vamos relacionar as duas perguntas em uma só. Ímã, energia elétrica e indução eletromagnética. Vamos por parte, ímã e energia elétrica, o que vocês colocaram?</i>	-
Q11b	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>O magnetismo é um tipo de energia.</i>	Levantamento de hipóteses
Q11c	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Energia elétrica tem relação com os polos negativos e positivos.</i>	Seriação de informações Classificação de informações
Q11d	<b>Professora:</b> <i>Olha! Já saiu algumas palavras aí. Estudante A, B, C... o que o seu grupo falou? Estudante D e E?</i>	-
Q11e	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Nessa questão o meu grupo não sabia o que falar, mas olhando a resposta do colega, faz sentido que a energia elétrica tem relação com esses polos positivos e negativos, que no fim vai gerar uma corrente elétrica ali para poder gerar energia.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q11f	<b>Professora:</b> <i>Olha que legal! Uma expressão faz a gente lembrar algumas coisas. Tipo, já vi isso em algum lugar. E indução eletromagnética?</i>	-
Q11g	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Energia que um ímã possui.</i>	Levantamento de hipóteses
Q11h	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Indução tem a ver com induzir, mas a gente não conseguiu.</i>	Organização de informações
Q11i	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Eu não sei se faz sentido o que eu vou falar. Sabe quando você tem um ímã pequeno em uma mesa e pega na mão um outro ímã com polo contrário ao que está na mesa e fica meio colocando em volta, o ímã que está na mesa vai mexendo sabe. Isso seria indução?</i>	Organização de informações Levantamento de hipóteses
Q11j	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Indução porque vai induzir, e agora que olhei no chat, o “colega” falou que é a força que o ímã tem para puxar objetos metálicos, mas eu acho que o ímã vai puxar.... Como é que a gente diz algo que está magnetizado?</i>	Seriação de informações Levantamento de hipóteses
Q11k	<b>Professora:</b> <i>Magnetizado mesmo ou imantado. É nesse ponto que queria chegar com vocês, o campo magnético. Agora vou apresentar duas imagens e explicar o campo magnético para vocês investigarem a relação com a energia elétrica.</i>	-

Fonte: Acervo da pesquisa

A primeira fala de um estudante nesse fragmento é a da equipe 3, com código Q11b. Essa afirmação evidencia o **levantamento de hipóteses**, pois o estudante lança uma suposição sobre o tema, um ponto inicial a ser discutido para verificar sua veracidade ou não.

A segunda fala foi feita por um estudante da equipe 5, indicada pelo código Q11c. Ao descrever as características dos polos de um ímã, percebe-se que ele faz uma **seriação de informações** que pode servir de base para os estudos. A

**classificação de informações** ocorreu na busca em estabelecer a relação entre essas características com a geração de energia elétrica.

Na terceira fala, Q11e, realizada pelo estudante da equipe 2, a **classificação de informações** aparece na relação que ele faz com a fala anterior do colega, e utiliza o **raciocínio lógico** para **justificar, prever e explicar** que a manipulação dos polos de um ímã pode gerar corrente elétrica, ou seja, gerar energia.

É possível notar que os estudantes iniciaram levantando hipóteses por meio de uma afirmação, mas foram construindo o conhecimento por meio da discussão entre eles. Em momento algum a professora interferiu para chegar ao nível que era esperado.

No segundo momento, com a ideia de geração de corrente elétrica, por meio dos polos positivos e negativos de um ímã, já estabelecida, a professora instigou os estudantes a pensarem sobre o campo magnético e indução eletromagnética para a geração de energia elétrica na investigação, realizada por eles posteriormente.

A quarta fala de um estudante, Q11g, foi da equipe 3. O estudante aponta uma proposição sobre o que seria a indução eletromagnética, demonstrando dessa forma o indicador **levantamento de hipóteses**.

Na quinta fala, Q11h, realizada por um estudante da equipe 4, percebe-se a **organização de informações** quando ele tenta associar o significado da palavra indução para definir o novo conceito apresentado.

O estudante da equipe 2 faz a sexta fala, Q11i. Ao apresentar dados de uma constatação já observada, por meio de um experimento já realizado por ele, buscou apontar um arranjo para definir o conceito de indução eletromagnética, deixando evidente o indicador da **organização de informações**. Demonstrou também que a afirmação feita é, ao mesmo tempo, uma suposição a ser confirmada ou não, indicando o **levantamento de hipóteses**.

Em seguida, um integrante da equipe 4 fez a colocação do código Q11j. Prosseguiu com a **seriação de informações**, já mencionada por ele em Q11h, e acrescentou o **levantamento de hipóteses** ao propor que a indução eletromagnética pode ser o poder que o ímã tem de atrair materiais magnetizados.

Ao analisar esse episódio, percebe-se que a finalidade dessa etapa foi alcançada, uma vez que os objetivos eram trabalhar com as informações já

estabelecidas pelos estudantes para o levantamento de hipóteses e tornar a investigação mais atrativa, buscando favorecer a construção de significados para eles durante o processo.

Após a discussão inicial, os estudantes foram investigar as hipóteses levantadas. A exposição oral dos resultados das investigações está fragmentada nos Quadros 12 e 13.

Quadro 12 – Falas da professora e dos estudantes após a investigação sobre o campo magnético e sua relação com a energia elétrica.

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q12a	<b>Professora:</b> <i>Gente, agora é a discussão das perguntas que vocês foram respondendo em grupo. É possível gerar um campo magnético a partir de uma corrente elétrica? O que o seu grupo colocou “Estudante A” (grupo 3)?</i>	-
Q12b	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Sim, porque com a ajuda da corrente elétrica é gerado um campo magnético.</i>	Justificativa Previsão Explicação
Q12c	<b>Professora:</b> <i>Alguém colocou diferente?</i>	-
Q12d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Meu grupo colocou que quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor é criado um campo magnético.</i>	Raciocínio Lógico Justificativa Previsão Explicação
Q12e	<b>Professora:</b> <i>Então, vocês acreditam que o campo magnético é influenciado pela corrente elétrica e não o contrário? Será que o contrário também vale?</i>	-
Q12f	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Acho que pode ser.</i>	-
Q12g	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Um fio condutor percorrido pela corrente elétrica cria um campo magnético.</i>	Raciocínio Lógico Justificativa Previsão Explicação
Q12h	<b>Professora:</b> <i>Vocês estão me falando que a corrente elétrica gera um campo magnético. Será que um campo magnético pode gerar corrente elétrica?</i>	-
Q12i	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Seria relativo?</i>	Levantamento de hipótese
Q12j	<b>Professora:</b> <i>Vamos discutir gente. O que vocês acham?</i>	-
Q12k	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Acho que sim.</i>	-
Q12l	<b>Professora:</b> <i>Como?</i>	-
Q12m	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Um afeta o outro.</i>	Organização de informações

continua

conclusão

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q12n	<b>Professora:</b> <i>A prova disso está no vídeo que a gente acabou de ver. O ponto inicial foi o movimento, porque a energia não pode ser criada do nada. Então, vocês viram que só foi possível a partir do movimento do ímã no pêndulo. Tanto o ímã no pêndulo quanto a espira geraram corrente elétrica.</i>	-
Q12o	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>É, tem que estar em movimento.</i>	Previsão
Q12p	<b>Professora:</b> <i>Sim, tem que estar em movimento.</i>	-
Q12q	<b>Estudante (não foi possível identificar a equipe):</b> <i>Parado não funciona</i>	Previsão
Q12r	<b>Estudante da equipe 1:</b> <i>Quando desconecta também não funciona.</i>	Previsão
Q12s	<b>Professora:</b> <i>Quando abre o circuito também não funciona.</i>	-

Fonte: Acervo da pesquisa

Percebe-se no Quadro 12 que a primeira e a segunda fala dos estudantes foram as de um membro da equipe 3, descrita em Q12b, e de um membro da equipe 2, em Q12d, respectivamente. Ao afirmarem que sim, para o questionamento da professora, eles buscaram **justificar** e **prever** que a corrente elétrica pode influenciar um campo magnético, buscando relações entre as informações para **explicar** o fenômeno. O membro da equipe 2 também utilizou o **raciocínio lógico** para expor as ideias, ou seja, compreendeu como o fenômeno ocorreu.

A fala do membro da equipe 4, indicada pelo código Q12g, mostra que sua equipe chegou à mesma conclusão que a equipe 2, após suas pesquisas.

O membro da equipe 3 faz um **levantamento de hipóteses** em sua fala, no código Q12i, ao apontar uma pergunta como suposição a ser validada ou não, ou seja, um ponto inicial para a discussão.

Na fala apresentada pelo código Q12m, percebe-se que o membro da equipe 4 está buscando um arranjo entre as informações que já foram trabalhadas nas falas anteriores, característica do indicador **organização de informações**.

O indicador **previsão** pode ser observado nas falas proferidas pelos estudantes em Q12o, Q12q e Q12r, uma vez que eles relacionam o movimento (ação) com a geração de energia elétrica gerada pelo ímã em uma espira (fenômeno) e a transmissão da corrente elétrica em um circuito fechado.

Neste fragmento, percebe-se que os estudantes, por meio da investigação, conseguiram compreender que a corrente elétrica pode gerar um campo magnético

em torno do condutor elétrico e que o oposto também acontece, desde que ocorra a manipulação do campo magnético gerado pelo movimento de um ímã não uniforme.

O Quadro 13 apresenta o segundo fragmento dos resultados.

Quadro 13 - Falas da professora e dos estudantes após a investigação sobre indução eletromagnética

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q13a	<b>Professora:</b> <i>Então, vimos que a manipulação do campo magnético pode gerar corrente elétrica. Mas como é possível gerar energia elétrica utilizando um ímã?</i>	-
Q13b	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Nós achamos que dá para gerar energia elétrica através de um ímã por um condutor de energia, que ele vai induzir o magnetismo do ímã para transformar esse eletromagnetismo em energia elétrica.</i>	Raciocínio lógico Teste de hipóteses Justificativa Previsão Explicação
Q13c	<b>Professora:</b> <i>Isso mesmo! Um ímã parado próximo a uma espira pode gerar corrente elétrica?</i>	-
Q13d	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Não.</i>	-
Q13e	<b>Professora:</b> <i>O que isso prova?</i>	-
Q13f	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Que precisamos do movimento, ponto inicial.</i>	Previsão
Q13g	<b>Professora:</b> <i>Legal! A energia gerada pelo ímã é criada ou transformada?</i>	-
Q13h	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Transformada.</i>	-
Q13i	<b>Professora:</b> <i>Por quê?</i>	-
Q13j	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Porque não se cria.</i>	-
Q13k	<b>Professora:</b> <i>Nós já sabemos que não pode ser criada.</i>	-
Q13l	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Porque inicia da transformação do movimento como ponto inicial.</i>	Explicação
Q13m	<b>Professora:</b> <i>Isso mesmo! Quais são as transformações da energia que ocorrem nesse processo?</i>	-
Q13n	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Acho que é a transformação da energia eletromagnética em energia elétrica.</i>	Teste de hipóteses Explicação
Q13o	<b>Professora:</b> <i>Ah sim! Olha que interessante, nós sabemos que ela não é criada, ela é transformada, mas onde ocorreu o início da transformação?</i>	-
Q13p	<b>Estudante (não foi possível identificar a equipe):</b> <i>No movimento.</i>	Levantamento de hipóteses
Q13q	<b>Professora:</b> <i>Isso! Qual energia é relacionada ao movimento?</i>	-
Q13r	<b>Estudante (não foi possível identificar a equipe):</b> <i>Então, é energia cinética em energia elétrica.</i>	Teste de hipóteses Explicação
Q13s	<b>Professora:</b> <i>Certo! a energia cinética é transformada em energia elétrica, pela indução eletromagnética.</i>	-

Fonte: Acervo da pesquisa

O fragmento apresentado inicia com um membro da equipe 2 respondendo ao questionamento da professora na fala descrita em Q13b. O estudante apresenta o **teste de hipóteses**, colocando à prova a suposição que um ímã pode gerar energia elétrica, elaborada pela sua equipe durante a investigação. Além disso, utiliza-se da **explicação** e do **raciocínio lógico** para relacionar as informações que foram levantadas a respeito do eletromagnetismo, **justifica** suas afirmações e **prevê** que um ímã pode induzir corrente elétrica em um condutor de eletricidade.

A fala do membro da equipe 2, transcrita em Q13f, apresenta o indicador da **previsão**, pois afirma que o movimento do ímã (ação) é responsável pela geração de energia elétrica (acontecimento), ou seja, sem ele como ponto inicial a transformação não é realizada.

Na fala transcrita em Q13l, realizada pelo membro da equipe 4, percebe-se o indicador de **explicação**, pois ele buscou relacionar a informação, que o ponto inicial é o movimento, para explicar que ocorre a transformação da energia a partir dele, afirmando que ela não foi criada e sim transformada.

O membro da equipe 2, em Q13n, e o estudante que não foi possível identificar a equipe, em Q13r, apresentaram o indicador **teste de hipóteses**, ao colocarem a prova uma suposição elaborada pelas suas respectivas equipes para o questionamento, e ao mesmo tempo, tentaram elaborar uma **explicação**, que precisou ser complementada pela professora, para a transformação da energia elétrica, por meio da indução eletromagnética.

Ao analisar as falas dos estudantes, percebe-se que o princípio da conservação de energia foi assimilado pelas equipes, pois afirmaram que a energia elétrica é gerada a partir do movimento do ímã (energia cinética), ou seja, ocorre a transformação da energia cinética em energia elétrica por meio da indução eletromagnética.

### **5.3 Atividade experimental no simulador *PhET***

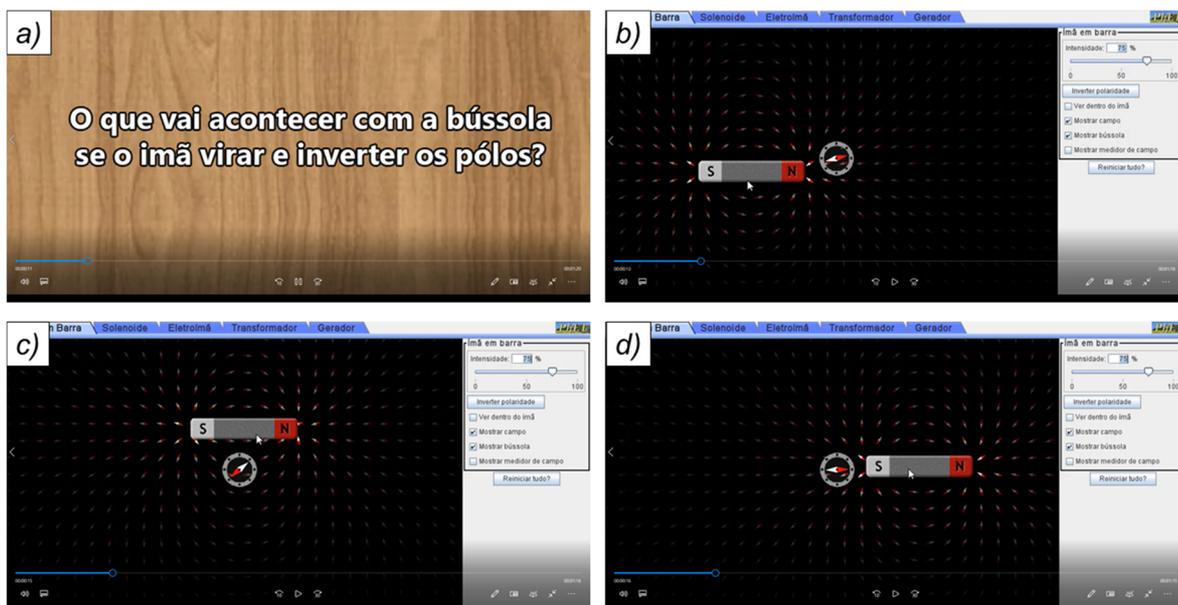
Para melhor elucidar os experimentos, foram capturadas algumas imagens do vídeo da equipe 1, que estão expostas nas figuras que antecedem o quadro 14 e as análises das falas.

As transcrições das falas durante os vídeos confeccionados pelos estudantes de todas as equipes, ao realizarem as atividades experimentais no simulador, estão apresentadas do Quadro 14 ao 17, nos seguintes itens:

### 1) Vídeo da primeira Equipe:

A estrutura do vídeo confeccionado pela equipe apresentou a indagação proposta pela professora (Figura 14a). Para realizar o experimento no simulador, manipularam o ímã em barra, fazendo-o dar uma volta ao redor da bússola (Figura 14b), demonstrando que a agulha dela girou para acompanhar a mudança dos polos do ímã por meio da alteração do campo magnético (Figuras 14c e d).

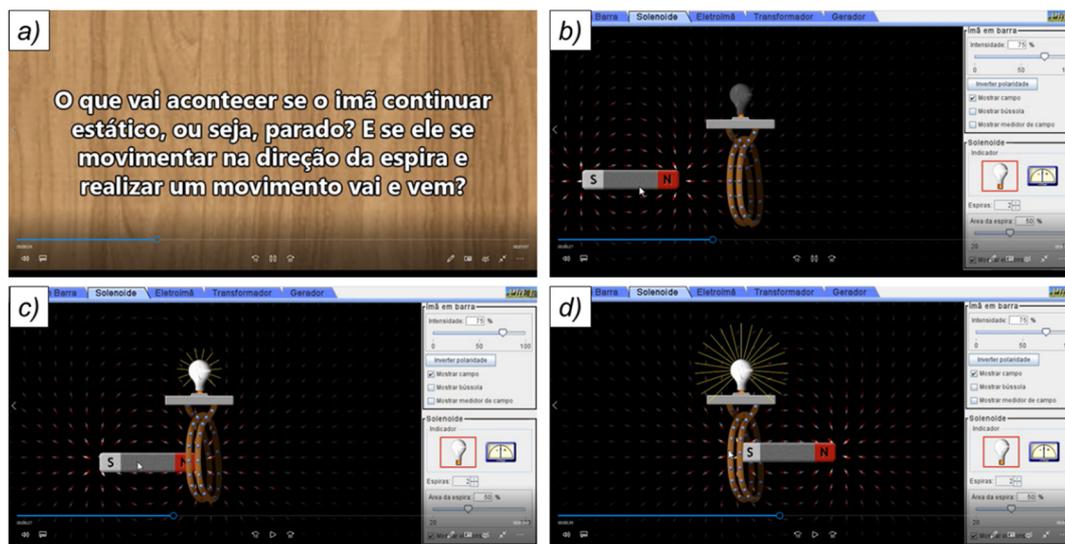
Figuras 14 - Primeiro experimento no simulador realizado pela equipe 1.



Fonte: Próprio autor.

No primeiro momento do segundo experimento, a equipe deixou o ímã em barra parado (Figura 15b), no segundo momento, para confirmar sua hipótese, ela manipulou o mesmo ímã em barra dentro da espira, fazendo-o se movimentar na direção direita (Figura 15c) e depois da esquerda para direita, repetindo-os várias vezes (Figura 15d), ao realizarem esse movimento no simulador verificou-se que a lâmpada acendeu (Figuras 15c e d).

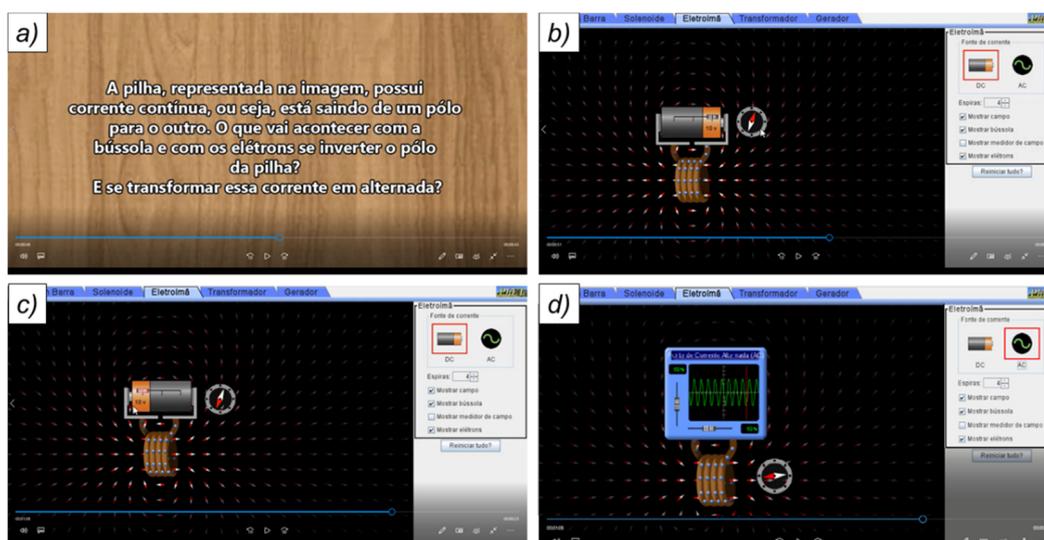
Figuras 15 - Segundo experimento no simulador realizado pela equipe 1



Fonte: Próprio autor.

O vídeo do terceiro experimento demonstrou que eles manipularam o polo da pilha, levando o polo positivo que estava do lado direito (Figura 16b) para o esquerdo (Figura 16c), depois voltaram à posição inicial (Figura 16b) e repetiram a inversão dos polos. Essa manipulação alterou a direção dos elétrons na espira, conectada na parte inferior da pilha, e da agulha da bússola, localizada à direita da pilha. Por fim, transformaram a corrente contínua em alternada (Figura 16d), fazendo com que a direção dos elétrons e os polos da bússola se alternassem em intervalos intermitentes.

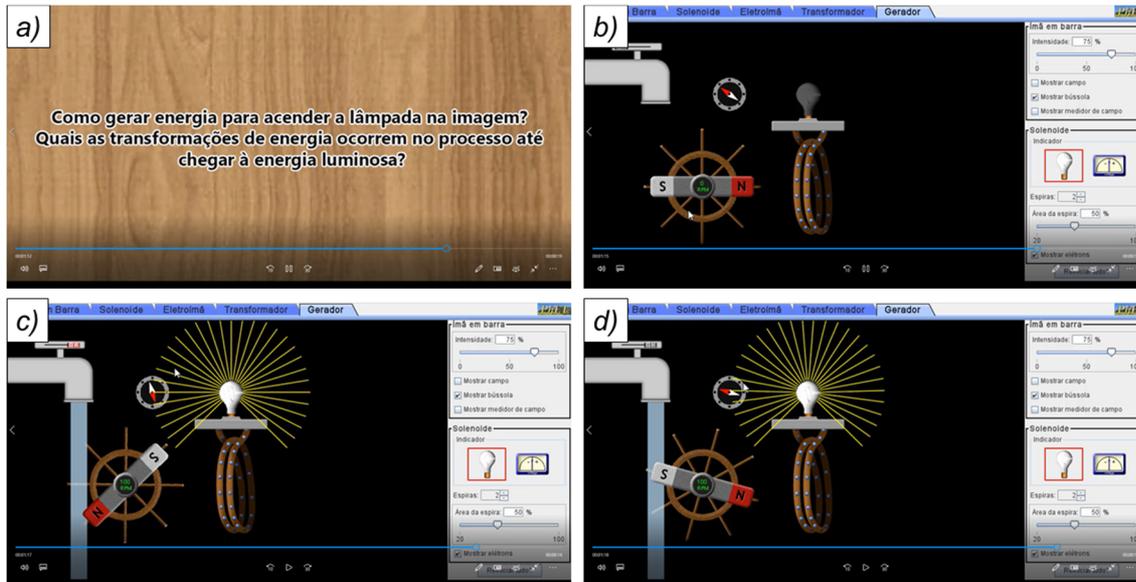
Figuras 16 - Terceiro experimento no simulador realizado pela equipe 1



Fonte: Próprio autor.

A Figura 17b mostra o ponto inicial do último experimento no vídeo. A equipe manipulou o simulador abrindo a torneira, assim a água que saiu dela fez o ímã rotacionar, invertendo os polos dele e da bússola, que está entre a lâmpada e a torneira, além de movimentar os elétrons da espira, gerando uma corrente elétrica para acender a lâmpada, como mostram as Figuras 17c e 17d.

Figuras 17 - Terceiro experimento no simulador realizado pela equipe 1



Fonte: Próprio autor.

Quadro 14 - Transcrição das falas no vídeo da atividade experimental da equipe 1.

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q14a	<b>Membro A:</b> <i>A nossa resposta confirmada foi que quando ocorre uma passagem de corrente elétrica próxima a bússola faz com que o ponteiro se movimente ou então que, por causa do magnetismo, ela vai mudar a direção do ponteiro da bússola.</i>	Raciocínio Lógico Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação
Q14b	<b>Membro B:</b> <i>Se ele ficar parado não irá gerar o movimento, ou seja, não irá gerar uma corrente elétrica para que acenda a lâmpada, mas se ele fizer o movimento de vai e vem irá gerar uma indução, transformando esse movimento em uma corrente elétrica, fazendo com que acenda a lâmpada.</i>	Raciocínio Lógico Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação

continua

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q14c	<b>Membro C:</b> <i>A nossa resposta refutada e adaptada foi que a pilha vai passar a gerar a corrente alternada, que é quando os elétrons funcionam em sentidos opostos (alternados). Então, por causa do magnetismo contrário, a bússola provavelmente deve mudar de direção por conta da corrente elétrica que vai surgir em volta dela e, dependendo da posição da bússola em relação a pilha, ela pode ficar apontando em direções diferentes.</i>	Raciocínio Lógico Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação
Q14d	<b>Membro D:</b> <i>A torneira tem que ter 100 rotações por minuto, fazendo com que a força da corrente da água, que vai rotacionar o timão (roda d'água), faça o ímã rodar, o que irá mover a direção da bússola e aumentar a corrente elétrica em volta da lâmpada, gerando assim eletricidade suficiente para mantê-la acesa.</i>	Raciocínio Lógico Raciocínio proporcional Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa.

Percebe-se na transcrição do vídeo apresentado no Quadro 14, durante a realização do primeiro experimento no simulador descrito em Q14a, que a equipe apresentou o indicador **teste de hipóteses**, ao confirmar que a hipótese levantada por eles estava correta. Para isso, utilizaram-se o **raciocínio lógico**, uma vez que podemos identificar a **previsão**, ao afirmarem que o ponteiro da bússola mudaria de direção e a **justificativa** de que essa mudança ocorreu por causa da alteração no campo magnético, tornando a **explicação** mais segura e coerente.

Na narração do experimento transcrita em Q14b, percebe-se que a equipe realizou o **teste de hipóteses** ao verificar as suposições levantadas por eles antes de manipularem o simulador. O modo como ele colocou a ideia e o seu pensamento, lançando a **previsão** de que a geração de energia só ocorreu com o movimento do ímã próximo a espira e a **justificativa** de que esse movimento vai gerar uma indução eletromagnética e transformá-lo em corrente elétrica para acender a lâmpada, nos permite identificar o indicador **raciocínio lógico**, desse modo, demonstrou uma afirmação mais segura em sua **explicação**.

A fala do membro C da equipe, ao narrar à manipulação do simulador transcrita em Q14c, demonstra que ocorreu o **teste de hipóteses**, pois afirmou que a hipótese deles foi refutada e precisou ser reformulada. A **explicação** dele ganhou mais segurança com os indicadores **justificativa** e **previsão**, ao dizer que o motivo da bússola apontar para direções diferentes está associado com o magnetismo dela

e a movimentação alternada dos elétrons na espira, demonstrando o **raciocínio lógico** ao interpretar o experimento.

Vale destacar que esse momento proporcionou aos membros da equipe a oportunidade de se deparar com a realidade vivenciada pelos cientistas, pois as hipóteses levantadas nem sempre são confirmadas, muitas vezes são refutadas e proporcionam novas aprendizagens, contribuindo para o avanço do conhecimento.

A narração, transcrita em Q14d, demonstrou que os estudantes da equipe realizaram o **teste da hipótese** levantada por eles durante o experimento. O membro D utilizou os indicadores **raciocínio lógico**, para expor seu pensamento e apresentar a ideia desenvolvida pela equipe na realização da atividade, e o **raciocínio proporcional**, ao associar a quantidade de água liberada pela torneira com a rotação da roda d'água, com a corrente elétrica e com a iluminação gerada pela lâmpada. A **explicação** dele contou com a **previsão**, quando prevê a mudança na direção da bússola devido ao movimento realizado pelo ímã, e da **justificativa**, quando afirmou que a eletricidade para manter a lâmpada acesa foi gerada pela queda da água e o movimento do ímã próximo a espira.

## 2) Vídeo da segunda Equipe:

Quadro 15 - Transcrição das falas no vídeo da atividade experimental da equipe 2.

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q15a	<p><b>Membro A:</b> <i>O que vai acontecer com a bússola se o ímã virar e inverter os polos?</i></p> <p><i>A resposta do grupo foi: caso o ímã virar os polos, a bússola também vai virar os polos, porque eles se repelem, então se o ímã virar a bússola também vai virar.</i></p> <p><i>A resposta está certa, mas poderia estar mais completa, como descrevo a seguir: a agulha de uma bússola é um pequeno ímã, e como todo ímã é atraído ou repelido quando aproximado de outro ímã ou um campo magnético. Se o ímã virar e inverter os polos norte e sul, a agulha da bússola é invertida, então se inverter aqui os polos a agulha da bússola vai inverter também e os sentidos da linha de indução do campo magnético se invertem. O campo magnético são esses ponteiros aqui de trás, eles invertem juntos, olha, inverteu.</i></p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>

continua

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q15b	<p><b>Membro B:</b> Na pergunta 2: o que vai acontecer se o ímã continuar estático, ou seja, parado? E se ele se movimentar em direção a espira e realizar o movimento de vai e vem?</p> <p>A nossa resposta foi: se ele ficar parado não acontece nada, mas se ele se movimentar em direção a espira vai gerar energia elétrica e vai acender a lâmpada que está conectada a espira. Então, a gente acha que a resposta está certa, porque se o ímã ficar parado não vai gerar energia nenhuma, como vocês podem ver aqui. Mas se a gente começar a movimentar ele assim, vai gerar energia elétrica, então a gente acha que está certa.</p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>
Q15c	<p><b>Membro C:</b> No problema 3: a pilha representada, que é essa pilha aqui que estou mostrando para vocês, possui uma corrente contínua, ou seja, está saindo de um polo para o outro. O que vai acontecer com a bússola e com os elétrons se inverter o polo da pilha? E se transformar essa corrente em alternada?</p> <p>A nossa resposta foi que não sabíamos muito bem, mas tentamos criar uma resposta. A explicação seria que quando você conecta um polo errado no controle de vídeo game elas não funcionam, como por exemplo, quando você conecta o polo menos no polo mais elas não vão funcionar. Essa era a nossa resposta. E sobre a transformar a corrente, não sabíamos muito bem.</p> <p>Vou refutar a minha resposta, se a gente inverter aqui, depois colocar a bússola mais perto e inverter a corrente, é preciso ver se está tudo certinho aqui. Bom, basicamente, a nossa resposta estava completamente errada, invertendo o polo da pilha os elétrons e a bússola apenas se invertem, também comprovando que a nossa hipótese, da pilha parar de funcionar após inverter os polos, está errada, pois alterando a corrente contínua para a corrente alternada, a bússola e os elétrons vão ficar se alterando, ou seja, mudando de lado, como está mostrando aqui, eles estão toda hora mudando de lado, tudo vai ficar se alterando, tanto os elétrons quanto a bússola. Então, nessa estávamos com muito dúvida, então a gente errou essa pergunta. Essa foi a número 3.</p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Explicação</p>
Q15d	<p><b>Membro D:</b> A pergunta era: como gerar energia para acender a lâmpada da imagem? Quais as transformações de energia ocorrem no processo até chegar à energia luminosa?</p> <p>Nós respondemos que para gerar energia temos que ligar a torneira para girar o ímã. Essa movimentação dele vai gerar energia elétrica e ligar a luz, a transformação vai ser de energia cinética em energia cinética de novo e da expira para a lâmpada será energia elétrica por indução. Avaliamos fazendo aqui esse experimento e a teoria estava correta, pois quando ligamos a torneira a roda começou a girar, então o ímã que estava grudado na roda também começou a se movimentar e a lâmpada acendeu.</p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>

Fonte: Acervo da pesquisa.

Percebe-se no Quadro 15, na fala do membro A da equipe 2, descrita em Q15a, que os estudantes realizaram o **teste de hipóteses**, pois verificaram que a suposição levantada por eles estava correta, mas após manipular o experimento no simulador ela foi mais bem formulada. O indicador da **previsão** apareceu quando eles afirmam que se o ímã girar e inverter os polos a bússola também vai

girar. A **explicação**, acompanhada da **justificativa** que a agulha da bússola é um pequeno ímã, e por isso é atraído ou repelido por outro ímã ou campo magnético, é o fator responsável pela inversão dela, demonstra o **raciocínio lógico** ao expor o pensamento.

Na narração do vídeo, transcrita em Q15b, percebe-se que a equipe realizou o **teste de hipóteses** ao confirmar que suas suposições estavam corretas durante a realização do experimento. O modo como o membro da equipe apresentou as ideias e o pensamento demonstrou o indicador **raciocínio lógico**, pois sua **explicação** contou com a **previsão** de que era necessário movimentar o ímã para acender a lâmpada e com a **justificativa** ao afirmar que esse fato ocorreu devido ao movimento realizado pelo ímã, que foi capaz de gerar energia elétrica na espira.

O membro C, com a narração transcrita em Q15c, demonstrou que a equipe realizou o **teste de hipóteses** quando afirmou que sua **previsão**, interrupção do movimento dos elétrons ao inverter o polo, estava errada. A **explicação** para os fenômenos ocorridos no experimento não apresentou justificativas conceituais para garantir o que estava sendo exposto, mostrando-se ainda em fase de construção.

A fala do membro D da equipe, ao narrar a manipulação do simulador transcrita em Q15d, demonstrou que ocorreu o **teste de hipóteses**, pois afirmou que a hipótese deles foi confirmada. A **explicação** dele ganhou mais segurança com os indicadores **justificativa** e **previsão**, ao descrever que a queda d'água rotacionou o ímã e transformou a energia cinética em energia elétrica por indução na espira, acendendo a lâmpada, demonstrando o **raciocínio lógico** ao interpretar e expor o pensamento durante o experimento.

### 3) Vídeo da terceira Equipe:

Quadro 16 - Transcrição das falas no vídeo da atividade experimental da equipe 3.

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q16a	<b>Membro A:</b> <i>Nesse primeiro vídeo nós podemos perceber que quando invertemos o lugar do ímã o ponteiro da bússola retoma a posição inicial.</i>	Organização de Informações Explicação
Q16b	<b>Membro B:</b> <i>Nessa parte podemos observar que quando o ímã é movimentado ele acende a lâmpada.</i>	Organização de Informações Explicação
Q16c	<b>Membro C:</b> <i>Como podemos perceber ao movimentarmos a pilha, a setinha da bússola também se movimenta. Como dá para perceber no vídeo, ao movimentarmos a pilha ela acende a lâmpada, mas se deixarmos ela no outro polo ela vai continuar a mesma, apagada.</i>	Organização de Informações Explicação
Q16d	<b>Membro D:</b> <i>Para conseguirmos deixar lâmpada acesa é só ligar a torneira, pois o leme (roda) vai começar a girar e o ímã também, fornecendo energia que vai deixar a lâmpada acesa.</i>	Organização de Informações Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa

Na transcrição apresentada no Quadro 16, percebe-se que a estrutura do vídeo confeccionado pela equipe 3 apresentou apenas a realização do experimento no simulador de forma isolada, sem contextualizar a atividade investigativa proposta na Sequência de Ensino Investigativo.

Nos quatro experimentos narrados pelos membros A, B, C e D, apresentados no Quadro 16, foram identificados apenas o indicador **organização de informações**, uma vez que foi discutido apenas como os experimentos foram realizados, ordenando as informações obtidas durante a realização deles, e o indicador **explicação**, porém, sem justificativas conceituais para garantir o que estava sendo exposto, mostrando-se ainda em fase de construção.

Esse fato pode ter ocorrido pela falta de entendimento da proposta, pois ao serem indagados pela professora sobre as hipóteses que não apareceram no vídeo, um membro da equipe relatou que eles realizaram o levantamento delas, porém não as colocaram acreditando que não era necessário. Vale ressaltar que essa atividade ficou como tarefa extraclasse, ou seja, sem a presença e o acompanhamento síncrono da professora, essa situação pode ter dificultado a associação dos conteúdos conceituais com os fenômenos apresentados na realização dos experimentos no simulador ou gerado o desengajamento da equipe.

#### 4) Vídeo da quarta Equipe:

Quadro 17 - Transcrição das falas no vídeo da atividade experimental da equipe 4.

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q17a	<b>Membro A:</b> <i>O que vai acontecer se o ímã virar e inverter os polos?</i>	-
Q17b	<b>Membro B:</b> <i>A bússola vai inverter os polos dela por conta do campo magnético do ímã.</i>	Previsão Explicação
Q17c	<b>Membro A:</b> <i>O que vai acontecer se o ímã continuar estático, ou seja, parado?</i>	-
Q17d	<b>Membro B:</b> <i>Se o ímã ficar parado não vai acontecer nada.</i>	Previsão
Q17e	<b>Membro A:</b> <i>E se ele se movimentar em direção a espira e realizar o movimento de vai e vem?</i>	-
Q17f	<b>Membro B:</b> <i>Se ele realizar o movimento de vai e vem a luz vai ficar ligando e desligando.</i>	Teste de Hipótese Explicação
Q17g	<b>Membro C:</b> <i>A pilha representada na imagem possui corrente contínua, ou seja, está saindo de um polo para o outro. O que vai acontecer com a bússola e com os elétrons se inverter os polos da pilha?</i>	-
Q17h	<b>Membro A:</b> <i>Quando a gente inverter os polos, a direção que os elétrons estavam indo vai inverter também.</i>	Previsão Explicação
Q17i	<b>Membro C:</b> <i>E se transformar essa corrente em alternada?</i>	-
Q17j	<b>Membro A:</b> <i>Se a gente transformar a corrente em alternada, os elétrons vão inverter em intervalos intermitentes.</i>	Previsão Explicação
Q17k	<b>Membro A:</b> <i>Como gerar energia para acender a lâmpada na imagem?</i>	-
Q17l	<b>Membro C:</b> <i>Eles geram energia girando a roda d'água.</i>	Teste de Hipóteses Previsão
Q17m	<b>Membro A:</b> <i>Quais as transformações de energia ocorrem no processo até chegar à energia luminosa?</i>	-
Q17n	<b>Membro C:</b> <i>É a energia cinética que muda para energia mecânica, depois vira energia eletromagnética que se transforma em energia elétrica e depois em energia luminosa.</i>	Justificativa Explicação Raciocínio Lógico

Fonte: Acervo da pesquisa

O vídeo confeccionado pela equipe 4 foi estruturado de forma diferente dos demais, pois um membro da equipe fazia os questionamentos, propostos na Sequência de Ensino Investigativo, enquanto outro respondia durante a realização e a apresentação dos experimentos.

Percebe-se no Quadro 17, na fala do membro B, transcrita em Q17b, o indicador **previsão**, ao afirmar que a inversão dos polos do ímã irá inverter os polos da bússola. A **explicação** dele para esse fenômeno acontecer é a interferência do

campo magnético sobre a agulha da bússola, porém não apresentou uma justificativa para garanti-la, demonstrando que está incompleta ou em construção.

As transcrições da narração do membro B em Q17d e Q17f serão analisadas juntas, pois trata-se de um único experimento. Observa-se que o indicador **previsão** aparece na afirmação que o ímã parado não aconteceu nada, mas que seu movimento era capaz de acender a lâmpada. Ao manipular o experimento realizou o **teste de hipóteses** e verificou que ela estava correta. A **explicação** para a lâmpada acender e apagar não foi acompanhada de uma justificativa capaz de oferecer uma garantia para a afirmação.

Nota-se na narração do membro A, transcrita em Q17h e Q17j, que ocorreu a **previsão**, pois afirmou que a inversão dos polos da pilha iria inverter a direção dos elétrons. O indicador de **explicação** pode ser verificado em dois momentos, no primeiro quando ele relacionou a direção dos elétrons com os polos da pilha, no segundo para explicar a alternância da direção dos elétrons na transformação da corrente contínua para a corrente alternada, porém ela não sucede de uma justificativa, deixando-a incompleta.

O membro C, ao narrar o experimento transcrito em Q17l e Q17n, apresentou os indicadores **teste de hipóteses** e confirmou a **previsão** que o movimento realizado pela roda d'água era capaz de gerar energia. Percebe-se também o **raciocínio lógico** no modo como ele interpretou e apresentou seus pensamentos, pois a **explicação** foi acompanhada da **justificativa**, verificada quando descreveu as transformações da energia ocorrida em todo o processo, proporcionando mais segurança e garantia para a afirmação.

A equipe 5 não confeccionou o vídeo, ao serem indagados pela professora, dois membros falaram que testaram as hipóteses levantadas durante a aula e realizaram os experimentos no simulador de forma individual, mas não se organizaram com os outros para gravar. Como essa atividade foi tarefa extraclasse, pode ter ocorrido falha de comunicação entre os membros da equipe ou falta de compreensão da atividade, uma vez que não teve a presença e o acompanhamento síncrono da professora.

Ao analisar as transcrições dos vídeos das equipes 1, 2 e 4, nos Quadros 14, 15 e 17, respectivamente, nota-se que a Alfabetização Científica esteve em processo de forma positiva, pois os estudantes apresentaram os indicadores do

grupo 2 e 3 propostos por Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008). O grupo 2 dos indicadores engloba a estruturação e organização do pensamento de forma lógica e objetiva para interpretar o comportamento dos fenômenos naturais e o grupo 3 está relacionado com o entendimento da situação analisada, ou seja, é a capacidade de descrever as relações existentes entre os fenômenos envolvidos naquele contexto.

### 5.3.1 Associação dos experimentos com a geração de energia nas usinas hidrelétricas

Nos Quadros 18 a 21 estão às falas da professora, após apresentar parte do vídeo “A Física da hidrelétrica” e os questionamentos comparando às Figuras 11 e 12 do item 4.4.3 deste trabalho, bem como as dos próprios estudantes, ao exporem as ideias elaboradas pelas equipes, como mostram os itens:

#### 1) Primeiro questionamento:

Quadro 18 – Transcrição das falas durante a primeira questão de verificação da aprendizagem

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q18a	<b>Professora:</b> <i>Vamos associar os experimentos com o funcionamento de uma usina hidrelétrica. Vou ler a pergunta e por ordem dos grupos vamos discutir os resultados.</i> <i>Primeira: Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura, foi representada pela torneira? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte? Vamos lá Grupo 1, o que vocês colocaram?</i>	-
Q18b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>A parte representada foi o reservatório e a porta de controle. A energia seria a gravitacional e a cinética.</i>	Classificação de informações Teste de hipóteses
Q18c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q18d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Nosso grupo colocou que a torneira representa a porta de controle, pois é ela que libera a água do reservatório, igual a torneira, e que a energia presente nessa parte é a hidrelétrica.</i>	Classificação de informações Justificativa Explicação
Q18e	<b>Professora:</b> <i>Hidrelétrica é um tipo de energia? Não vou ditar as respostas, vou lançar questionamentos. Hidrelétrica é um tipo de energia?</i>	-
Q18f	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Sim, porque é a energia transformada pelo movimento da água.</i>	Levantamento de hipóteses Explicação
Q18g	<b>Professora:</b> <i>Mas que tipo de energia foi formado com o movimento da água?</i>	-

continua

conclusão

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q18h	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>A elétrica. É a hidrelétrica que produz a energia elétrica, então o tipo de energia é a elétrica.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q18i	<b>Professora:</b> <i>Vamos lá, grupo 3?</i>	-
Q18j	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Achamos que é a porta de controle. A energia é a cinética.</i>	Classificação de informações Teste de hipóteses
Q18k	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q18l	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Nosso grupo colocou que a torneira representa a porta de controle, porque é ela que controla a quantidade de água, e a energia é energia potencial gravitacional, porque é a força da gravidade que vai fazer a água descer para gerar energia.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Justificativa Previsão Explicação
Q18m	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q18n	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>A gente acha que representa a água que está presa no reservatório e a porta de controle. A energia é potencial gravitacional, devido à pressão exercida pela gravidade.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q18o	<b>Professora:</b> <i>Pessoal, vou fazer alguns questionamentos para que possamos refletir sobre isso. A torneira você abre e a água passa, estou pensando em uma barreira, talvez seja esse questionamento que alguns fizeram para dizer que seria a porta de controle, só que para a torneira de fato funcionar, do que ela precisa?</i>	-
Q18r	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>O reservatório e a represa, que estão sendo controlados pela porta de controle.</i>	Organização de informações Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q18s	<b>Professora:</b> <i>Mas, qual é o tipo de energia que está presente nessa parte, seja na porta de controle, no reservatório ou na represa?</i>	-
Q18t	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Energia cinética por conta do movimento da água.</i>	Teste de hipóteses Justificativa Explicação
Q18u	<b>Professora:</b> <i>Mas que tipo de energia agiu sobre a água?</i>	-
Q18v	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Energia da gravidade, porque é a força da gravidade que faz a queda da água. Tem um nome específico ou é energia da gravidade mesmo?</i>	Teste de hipóteses Justificativa Previsão Explicação
Q18w	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Colocamos que é energia gravitacional.</i>	-

Fonte: Acervo da pesquisa

O fragmento apresentado inicia-se com o questionamento da professora a respeito da relação entre o último experimento com o funcionamento de uma usina hidrelétrica. No primeiro momento, buscou-se estabelecer as associações entre a torneira, apresentada na Figura 11, com o reservatório, a represa e a porta de controle (Figura 12), bem como o tipo de energia presente nessa parte.

A primeira fala proferida por um estudante nesse fragmento foi de um membro da equipe 1, com o código Q18b. O indicador **classificação de informações** ocorreu na ordenação das informações para estabelecer a relação existente entre a torneira do simulador com o reservatório e a porta de controle da Figura 12. O **teste de hipóteses** pode ser notado no momento da afirmação que os tipos de energia envolvidos nessa parte são a gravitacional e a cinética, colocando à prova a suposição levantada pela equipe, baseada nos conhecimentos já adquiridos nas etapas anteriores.

O membro da equipe 2, faz a segunda fala, indicada pelo código Q18d. Essa afirmação evidencia a **classificação de informações**, pois o estudante estabeleceu relações entre os itens do experimento com os apresentados na Figura 12. A **explicação** para a torneira representar a porta de controle foi acompanhada da **justificativa** que nos dois casos ocorreu à liberação de água para a geração de energia.

Em relação ao tipo de energia representado nessa parte, a professora precisou levar a equipe a refletir por meio de novos questionamentos, como descritos em Q18e e Q18g, pois o estudante respondeu de forma equivocada. A fala de um dos membros da equipe 2, com o código Q18f, indica o **levantamento de hipóteses**, visto que lançou uma suposição para ser confirmada ou não. A segunda resposta, transcrita em Q18h, evidencia a utilização do **raciocínio lógico** para demonstrar a **explicação** acompanhada da **justificativa** que a energia produzida na hidrelétrica é a elétrica.

A fala da equipe 2, indicada pelo código Q18j, evidencia a **classificação de informações**, pois o estudante estabeleceu relações entre os itens do experimento com os apresentados na Figura 12. Ao afirmar que a energia envolvida nessa parte é a cinética, ele colocou a prova o resultado levantado pela equipe, ou seja, realizou o **teste de hipóteses**.

Na fala apresentada pelo código Q18l, percebe-se que a **classificação das informações** apareceu quando o membro da equipe 4 estabeleceu relações entre a torneira do experimento com a porta de controle da Figura 12. O modo como o pensamento foi exposto evidenciou o **raciocínio lógico** e o **raciocínio proporcional**, pois a **explicação** contou com a **justificativa** e a **previsão** que ambos os itens mencionados controlam a quantidade da água, influenciando o fluxo da mesma devido à força da gravidade (energia potencial gravitacional), capaz de gerar energia.

A fala do membro da equipe 5, com o código Q18n, demonstrou que a **classificação de informações** ocorreu quando ele estabeleceu relações entre a torneira do experimento com o reservatório e a porta de controle. A **explicação** para ser a energia potencial gravitacional evidenciou o **raciocínio lógico**, uma vez que contou com a **justificativa** da pressão sobre a água do reservatório acontecer devido à força da gravidade.

Para finalizar e deixar claro as respostas esperadas, principalmente para a equipe 2 que respondeu de forma equivocada, a professora lançou alguns questionamentos, descritos em Q18o, Q18s e Q18u.

A primeira resposta foi de um membro da equipe 2, transcrita em Q18r. Percebe-se na resposta que o estudante mostrou um arranjo para os dados obtidos anteriormente e conseguiu estabelecer relações entre eles, características dos indicadores **organização e classificação de informações**. A **explicação** e a **justificativa** para a torneira ser representada pela porta de controle, pelo motivo de ambas estarem diretamente ligada ao controle de vazão do reservatório e da represa, nos permite identificar o indicador **raciocínio lógico**.

Na fala de um membro da equipe 4, indicada pelo código Q18t, percebe-se que o estudante utilizou o pensamento e baseou-se nos conhecimentos adquiridos para responder, característica do indicador **teste de hipóteses**. A **explicação** para o tipo de energia ser a cinética ganhou garantia quando ele, por meio da **justificativa**, afirmou que a água realiza movimento quando passa pela porta de controle.

A resposta do membro da equipe 2, transcrita em Q18d, indica que a hipótese levantada pela equipe no primeiro momento foi refutada, mas conseguiram chegar na resposta correta baseando-se nas discussões ocorridas durante a aula,

característica do indicador **teste de hipóteses**. Ao afirmar que o tipo de energia é a gravitacional, buscou **justificar** e **prever** que a força da gravidade exercida sobre a água causaria a queda dela, buscando relacionar as informações para dar garantia a **explicação**.

Neste fragmento, percebe-se que os estudantes conseguiram relacionar a torneira do simulador com o reservatório, a represa e a porta de controle, apresentados na Figura 12, bem como a ação da gravidade fornecendo energia potencial gravitacional para ocorrer à queda d'água ao abrir a torneira do simulador ou a porta de controle de uma usina hidrelétrica.

## 2) Segundo questionamento:

Quadro 19 – Transcrição das falas durante a segunda questão de verificação da aprendizagem

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q19a	<b>Professora:</b> <i>Vamos para a pergunta 2. Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura, foi representada pela queda d'água? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte? Vamos começar pelo grupo 1.</i>	-
Q19b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>A parte da usina representada pela queda d'água seria o duto e a energia é a cinética por causa do movimento que a água faz.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q19c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q19d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Nosso grupo colocou que é o duto e a energia é cinética.</i>	Classificação de informações
Q19e	<b>Professora:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
Q19f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>É o duto e a energia cinética pelo movimento da água.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q19g	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q19h	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Também colocamos que é o duto e energia cinética.</i>	Classificação de informações
Q19i	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q19j	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Achamos que é o duto. A energia nessa parte é a gravitacional.</i>	Classificação de informações
Q19k	<b>Professora:</b> <i>Nessa parte a água está parada ou em movimento?</i>	-
Q19l	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Ela está em movimento. Então, a energia envolvida é a cinética. Meu grupo tinha colocado cinética, mas acabamos mudando em cima da hora.</i>	Teste de hipóteses Justificativa Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa

No fragmento acima, o questionamento da professora teve como objetivo levar os estudantes a estabelecer relações entre a queda d'água, após abrir a torneira no simulador, com o duto apresentado na Figura 12, bem como o tipo de energia presente nessa parte.

Nas respostas das equipes 1 e 3, transcrita em Q19b e Q19f respectivamente, percebe-se que o indicador **classificação de informações** apareceu quando os estudantes estabeleceram relações entre a queda d'água do experimento com o duto de uma usina hidrelétrica. A elaboração e a apresentação do pensamento indicaram o **raciocínio lógico**, pois a **explicação** para ser a energia cinética ganhou garantia com a afirmação de que a água realiza movimento, tanto no simulador quanto no duto da Figura 12, evidenciando o indicador da **justificativa**.

As falas descritas em Q19d, Q19h e Q19j, realizadas pelas equipes 2, 4 e 5 respectivamente, demonstraram que a **classificação de informações** ocorreu quando eles estabeleceram relações entre a queda d'água ao abrir a torneira no simulador, com o duto apresentado na Figura 12. Porém, na hora de identificar o tipo de energia presente nessa parte, as equipes 2 e 4 responderam corretamente que é a energia cinética, já a equipe 5 se equivocou em dizer energia gravitacional.

Em relação à resposta equivocada da equipe 5, a professora fez um novo questionamento, como descrito em Q19k, para ajudá-los a pensar melhor no tipo de energia presente nessa parte da hidrelétrica. A fala de um dos membros da equipe 5, transcrita em Q19l, indicou que as discussões ocorridas durante o questionamento anterior deixaram os integrantes indecisos, mas que ficou clara a resposta correta, característica do indicador **teste de hipóteses**. A **explicação** para a energia presente nessa parte ser a cinética foi acompanhada de **justificativa**, quando deixou claro que a água está em movimento, tornando-a mais segura.

Ao analisar esse fragmento, percebe-se que o objetivo foi alcançado, uma vez que os estudantes conseguiram relacionar a energia associada ao movimento da água, ao passar pelo duto de uma usina hidrelétrica, com a energia cinética. Desse modo, a manipulação do experimento utilizando o simulador facilitou a interpretação e análise da Figura 12.

### 3) Terceiro questionamento:

Quadro 20 – Transcrição das falas durante a terceira questão de verificação da aprendizagem

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q20a	<b>Professora:</b> <i>Agora vamos para questão 3. Qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura, foi representada pela roda d'água? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte? Grupo 1?</i>	-
Q20b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>Nesse caso, eu acho que a parte que representa é a turbina e a energia nessa parte é a cinética.</i>	Classificação de informações
Q20c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q20d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Colocamos a mesma coisa: a parte é a turbina e a energia é a cinética.</i>	Classificação de informações
Q20e	<b>Professora:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
Q20f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Turbina e energia cinética.</i>	Classificação de informações
Q20g	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q20h	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>A gente colocou que é a turbina e a energia cinética, pois ela está em movimento, ou seja, girando.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q20i	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q20j	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>A turbina e energia cinética também.</i>	Classificação de informações

Fonte: Acervo da pesquisa

O objetivo do questionamento, apresentado no quadro acima, foi levar os estudantes a comparar a roda d'água do simulador, ilustrada na Figura 11, com a turbina presente na usina hidrelétrica da Figura 12. Além disso, identificar o movimento delas como energia cinética.

As falas das equipes 1, 2, 3 e 5, estão descritas nos códigos Q20b, Q20d, Q20f e Q20j, respectivamente. Percebe-se que o indicador **classificação de informações** apareceu quando eles compararam e estabeleceram relações entre o movimento da roda d'água do simulador com a turbina apresentada na Figura 12, bem como a energia cinética presente nessa parte da usina hidrelétrica.

A fala do membro da equipe 4, com o código Q20h, demonstrou que a **classificação de informações** também ocorreu com a comparação e o estabelecimento entre o simulador e a usina hidrelétrica apresentada. A forma

como o pensamento foi exposto, por meio da **explicação** e da **justificativa** que a energia cinética presente nessa parte é devido ao movimento que a roda d'água e a turbina realizam ao girar, deixou evidente a presença do indicador **raciocínio lógico**.

Neste fragmento, percebe-se que os estudantes não só conseguiram comparar a roda d'água do simulador com a turbina da usina hidrelétrica e identificar o movimento delas como energia cinética, mas também associar o tipo de energia envolvido no segundo questionamento com o terceiro, deixando evidente a assimilação do conteúdo trabalhado durante a aula.

#### 4) Quarto questionamento:

Quadro 21 – Transcrição das falas durante a quarta questão de verificação da aprendizagem

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q21a	<b>Professora:</b> <i>Vamos para a questão 4. Em qual parte da hidrelétrica, apresentada na Figura, ocorre à mudança de campo magnético gerado pela troca de polaridade do ímã, gerando corrente elétrica nas espiras? Quais os tipos de energia estão presentes nesse processo? Como ocorre a transformação de uma energia na outra? Vamos lá, Grupo 1?</i>	-
Q21b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>Acho que isso acontece no gerador e na turbina, porque o gerador teria as espiras e na turbina tem o ímã, então, o movimento dessa turbina que vai gerar energia no gerador.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q21c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q21d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Colocamos que é no gerador e no transformador, porque o movimento do ímã que está na turbina próximo a espira vai produzir a indução eletromagnética que vai ser transformada em energia elétrica.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q21e	<b>Professora:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
Q21f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>O gerador e o transformador.</i>	Classificação de Informações
Q21g	<b>Professora:</b> <i>Por quê?</i>	-
Q21h	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>É porque o gerador vai gerar energia recebida da indução eletromagnética da energia cinética das turbinas e o transformador irá transformá-la em energia elétrica.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q21i	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q21j	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Isso acontece na usina geradora.</i>	Classificação de Informações

continua

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q21k	<b>Professora:</b> <i>Qual a diferença entre a usina geradora e o transformador?</i>	-
Q21l	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>É porque a usina geradora parece agrupar a turbina, o gerador e o transformador. A energia cinética do movimento das turbinas vai gerar energia por indução no gerador e o transformador vai pegar essa energia e transformar em elétrica.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q21m	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q21n	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Nosso grupo achou que é o gerador, o transformador e as linhas de energia.</i>	Classificação de Informações
Q21o	<b>Professora:</b> <i>A linha de energia não seria a parte de transmissão? Será que ela faz parte da transformação?</i>	-
Q21p	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Verdade, só transmite.</i>	Teste de hipóteses
Q21q	<b>Outro membro da equipe 5:</b> <i>Então, é na usina geradora. Vendo o que os outros falaram, acho que a energia cinética do movimento da turbina próximo do gerador vai gerar a energia elétrica por meio da indução magnética.</i>	Organização de informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa

O questionamento, apresentado pela professora nesse fragmento, teve como objetivo levar os estudantes a identificarem a usina geradora, passando pelo gerador e transformador, como local onde ocorre o eletromagnetismo em uma usina hidrelétrica, bem como entender as transformações de energia ocorridas nesse processo.

A primeira fala dos estudantes nesse fragmento foi proferida pela equipe 1, transcrita em Q18b. Percebe-se o indicador **raciocínio lógico** no modo como o pensamento foi desenvolvido e apresentado, pois sua **explicação** foi acompanhada da **justificativa**, presença do ímã e das espiras, com a **previsão** que o movimento realizado por eles próximo um do outro foi capaz de gerar energia no gerador.

A fala do membro da equipe 2, com o código Q21d, e as da equipe 3, com os códigos Q21f e Q21h, demonstraram que a **explicação** para ser o gerador e o transformador contou com a **justificativa** e **previsão**, ao descreverem que o resultado do movimento do ímã (energia cinética) próximo a espira provocaria

indução eletromagnética, responsável pela geração da energia elétrica, a forma como esses pensamentos foram expostos deixam evidente a presença do indicador **raciocínio lógico**.

Na resposta do membro da equipe 4, transcrita em Q21l, a **classificação de informações** apareceu quando ele classificou e estabeleceu relações entre os elementos que estavam sendo trabalhados. A **justificativa** para a energia cinética ser transformada em elétrica contou com a **previsão**, ao descrever que o movimento das turbinas foi o responsável pela indução magnética para geração da energia, que depois seria transformada em eletricidade no transformador, tornando a **explicação** mais segura. A forma como a ideia foi estruturada e o pensamento foi exposto deixou evidente o indicador **raciocínio lógico**.

A fala da equipe 5, com o código Q21p, indicou que a equipe, após a intervenção da professora, reconheceu que responderam as linhas de energia de forma equivocada no primeiro momento, mas conseguiram entender que elas não participam da transformação da energia, apenas realizam a transmissão, característica do indicador **teste de hipóteses**.

Outro membro da equipe 5, agora com a fala descrita em Q21q, buscou estruturar as informações discutidas durante as falas dos colegas das outras equipes para formular sua resposta, demonstrando a presença do indicador **organização de informações**. Percebe-se a característica do **raciocínio lógico** no modo como o pensamento foi exposto, pois sua **explicação** contou com a **justificativa** e a **previsão**, que a energia cinética gerada pelo movimento da turbina é capaz de fazer o gerador transformá-la em energia elétrica por meio da indução eletromagnética, tornando-a mais segura.

Ao analisar esse fragmento, percebe-se que os estudantes conseguiram estabelecer relações entre o magnetismo e a geração de energia, pois conseguiram entender e identificar o eletromagnetismo trabalhado no experimento do simulador com as transformações de energia no processo de uma usina hidrelétrica.

#### **5.4 Vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica**

Nos quadros 22 a 25 estão as transcrições das falas da professora, ao lançar os questionamentos previstos para essa etapa na Sequência de Ensino

Investigativo, bem como as dos próprios estudantes, ao exporem as ideias elaboradas pelas equipes, como mostram os seguintes itens:

### 1) Primeiro questionamento:

A primeira questão, transcrita no Quadro 22, teve como objetivo fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos impactos ambientais causados pela geração de energia.

Quadro 22 – Transcrição das falas durante o primeiro questionamento

Fala dos participantes
<b>Professora:</b> Não pesquisem e nem olhem no livro para responder as questões. Vamos lá, primeira pergunta. É possível gerar energia elétrica em grande quantidade para abastecer a população sem causar impactos ambientais? Grupo 1, o que vocês colocaram?
<b>Membro da equipe 1:</b> Sim, pois é possível gerar grande quantidade de energia sustentável.
<b>Professora:</b> Grupo 2?
<b>Membro da equipe 2:</b> Sim, pois a geração de energia solar, por exemplo, ela não utiliza combustíveis não renováveis, colocamos também que ela não polui o meio ambiente.
<b>Professora:</b> Grupo 3?
<b>Membro da equipe 3:</b> Sim, é possível pelas fontes limpas.
<b>Professora:</b> Grupo 4?
<b>Membro da equipe 4:</b> É possível gerar a partir da energia solar, porque ela vai gerar energia sem prejudicar ou atrapalhar a natureza ou o meio ambiente.
<b>Professora:</b> Grupo 5?
<b>Membro da equipe 5:</b> Colocamos que não é possível, mas a melhor opção é a energia solar, porque causa o menor impacto.
<b>Professora:</b> Perfeito a colocação do grupo 5. Todo o processo de geração de energia vai causar impacto ambiental. Não existe uma forma de gerar grandes quantidades de energia sem causar impacto ambiental. O que é possível então?
<b>Membro da equipe 4:</b> Utilizar fontes alternativas que causam menores impactos ambientais.

Fonte: Acervo da pesquisa

As respostas das equipes 1, 2, 3 e 4, demonstraram que esses estudantes ainda se atrapalham com os conceitos de fontes renováveis e energia limpa com os de impactos ambientais causados pelas usinas de geração de energia elétrica. Já na resposta da equipe 5, percebe-se que eles reconhecem não ser possível gerar energia elétrica sem causar impactos ambientais, mas acreditam na existência de opções que causam menos danos ao meio ambiente.

No *feedback*, a professora ressaltou a resposta assertiva dos estudantes da equipe 5. Para reforçar e verificar se todos entenderam lançou um novo questionamento, que foi respondido de maneira satisfatória por um membro da

equipe 4, demonstrando que é necessário utilizar fontes alternativas que causam menos impactos ao ambiente.

Desse modo, o conhecimento prévio apresentado pelos estudantes deixou evidente a necessidade de se trabalhar essa temática e tornar significativa a aprendizagem desse conteúdo para eles.

## 2) Segundo questionamento:

Quadro 23 – Transcrição das falas durante o segundo questionamento

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q23a	<b>Professora:</b> <i>Agora vamos para a questão 2. Pense e fale os tipos de usinas de geração de energia elétrica que você conhece e os impactos ambientais que elas podem causar?</i>	-
Q23b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>A gente colocou algumas aqui. As hidrelétricas, causam inundações e desmatamento, a usina nuclear, tem periculosidade, a termoelétrica grande quantidade de gases e a eólica com poluição visual.</i>	Seriação de informações Justificativa
Q23c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q23d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>Colocamos aqui a usina termoelétrica, porque libera uma grande quantidade poluentes na atmosfera.</i>	Justificativa Explicação
Q23e	<b>Professora:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
Q23f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>A nuclear, que gera lixo radioativo que pode causar doenças e até mortes, e hidrelétrica, que causa inundações e desmatamento.</i>	Justificativa Previsão Explicação
Q23g	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q23h	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Energia nuclear gera lixos tóxicos que podem causar doenças, mortes e poluição. Energia eólica que pode causar poluição sonora. A hidrelétrica pode gerar inundação. A energia solar que produz resíduos que podem causar impactos na natureza. A termoelétrica que causa desmatamento e emissão de CO<sub>2</sub>.</i>	Seriação de informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
Q23i	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q23j	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Colocamos usinas de energia solar, elas podem prejudicar a vegetação com desmatamento ou com o lixo após sua vida útil. A nuclear pode impactar com lixos radioativos.</i>	Justificativa Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa

No fragmento acima, o questionamento da professora teve como objetivo identificar os diferentes tipos de usinas de geração de energia elétrica que os estudantes conhecem, bem como pesquisar os impactos ambientais que podem ser causados por elas.

Na resposta do membro da equipe 1, transcrita em Q23b, a **seriação de informações** apareceu quando ele listou e buscou caracterizar as diferentes usinas de geração de energia elétrica. Ao identificar os impactos ambientais relacionados a cada uma delas, as afirmações receberam uma garantia, tornando-as mais seguras, característica do indicador **justificativa**.

A fala da equipe 2, identificada com o código Q23d, demonstrou que a **explicação**, para classificar a termoelétrica como causadora de impactos ambientais, tornou-se mais segura com a **justificativa** que seu funcionamento emite grande quantidade de poluentes na atmosfera.

A resposta da equipe 3 está transcrita em Q23f. Percebe-se que o estudante justificou a escolha da usina nuclear e hidrelétrica com os impactos ambientais gerados por elas, a **justificativa** do primeiro item foi acompanhada da **previsão** que o lixo radioativo gerado por ela pode acarretar sérios problemas a saúde, dando segurança e garantia a sua **explicação**.

Na fala da equipe 4, com o código Q23h, ao realizar a listagem com as diferentes usinas de geração de energia e suas características, ficou evidente a presença do indicador **seriação de informações**. Percebe-se que ele utilizou o **raciocínio lógico** no modo como o pensamento foi exposto, pois suas afirmações contaram com **justificativa**, demonstrando os impactos ambientais relacionados a cada tipo de usina, e **previsão**, que o lixo radioativo gerado pelas usinas nucleares gera prejuízos ao meio ambiente e a saúde humana, podendo acarretar mortes, dando garantia para uma **explicação** mais segura.

A resposta dada pela equipe 5, transcrita em Q23j, demonstrou que a **explicação**, para a usina de energia solar e nuclear causarem impactos ambientais, foi acompanhada da **justificativa**, que a instalação da usina solar as vezes é necessário desmatar, quando instaladas em áreas de vegetação, ou a geração de resíduos ao final da vida útil das placas fotovoltaicas, e a presença de lixos radioativos nas usinas nucleares.

Ao analisar o fragmento acima, nota-se que o objetivo proposto no questionamento foi atingido, uma vez que os estudantes conseguiram elencar diferentes tipos de usinas de geração de energia elétrica e identificar seus impactos ao meio ambiente e a saúde. Desse modo, reforçou que todas as usinas de geração

de energia elétrica trazem alguns problemas ao produzirem em grande escala, até mesmo a solar, que alguns acreditavam não causar nenhum impacto.

### 3) Terceiro questionamento:

Quadro 24 – Transcrição das falas durante o terceiro questionamento

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q24a	<b>Professora:</b> <i>Próxima pergunta pessoal. Quais são as vantagens das diferentes usinas de geração de energia? Grupo 1?</i>	-
Q24b	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>Bom, a hidrelétrica é ser renovável, a usina nuclear possui grande potencial de geração de energia, a eólica é renovável e não emite poluente, a solar é considerada infinita, porque vem do Sol e não causa poluição.</i>	Seriação de informações Justificativa Explicação
Q24c	<b>Professora:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
Q24d	<b>Membro da equipe 2:</b> <i>A solar por ser uma fonte renovável, ele está sempre à disposição, quase infinita e é considerada limpa porque não emite poluentes na atmosfera.</i>	Justificativa Explicação
Q24e	<b>Professora:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
Q24f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Colocamos que todas tem pontos positivos, se usar várias usinas pode ser que um recurso acabe e tem outro para ser utilizado de forma mais consciente.</i>	Justificativa Previsão Explicação
Q24g	<b>Professora:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
Q24h	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>A energia nuclear tem uma produção digamos que alta para gerar energia em grande escala. A energia eólica ela não polui muito, ou seja, não tem tantos impactos ambientais. Colocamos também a energia solar que praticamente não causa impacto ambiental, só resíduos no final, e a energia hidrelétrica, ela é uma fonte renovável.</i>	Seriação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q24i	<b>Professora:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
Q24j	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Algumas fontes de energia elétrica são renováveis e causam menos impactos.</i>	Explicação

Fonte: Acervo da pesquisa

O objetivo do terceiro questionamento, apresentado no Quadro 24, foi mostrar para os estudantes que, apesar dos diversos problemas causados, cada tipo de usina de energia elétrica também possui pontos positivos que precisam ser considerados.

A fala do membro da equipe 1, descrita no código Q24b, apresentou o indicador **seriação de informações** quando ele elencou e caracterizou os diferentes tipos de usinas para produção de energia elétrica. A **explicação** para os

pontos positivos de cada uma delas foi acompanhada do indicador **justificativa**, uma vez que apontou suas características e benefícios.

Na fala da equipe 2, identificada pelo código Q24d, percebe-se que a **justificativa**, afirmando que o Sol é uma fonte renovável e a produção de energia por meio dele não emitir poluentes na atmosfera, tornou a **explicação** para a usina solar ser considerada benéfica e mais segura.

A fala do membro da equipe 3, transcrita em Q24f, demonstrou que a **explicação** foi acompanhada da **justificativa**, afirmando que todas as usinas possuem pontos positivos a serem levados em consideração, e da **previsão**, ao relatar que a diversificação das fontes pode ser uma solução para a possível escassez de recursos não renováveis.

Na resposta da equipe 4, com o código Q24h, percebe-se a **seriação de informações** na listagem e caracterização dos diferentes tipos de usinas para produção de energia elétrica. O modo como a ideia foi exposta demonstrou o indicador **raciocínio lógico**, pois a **explicação** para os benefícios de cada usina foi acompanhada da **justificativa**, que apontou os seus pontos positivos.

A fala do membro da equipe 5, descrita com o código Q24j, apresentou o indicador **explicação**, que algumas fontes de energia são capazes de se renovar e causar menos impactos ambientais que outras, mas não foi acompanhada de nenhuma garantia.

De acordo com as respostas dadas nesse fragmento, percebe-se que os estudantes entenderam as diferentes características das usinas de geração de energia elétrica e os benefícios distintos que cada uma delas pode oferecer.

#### 4) Quarto questionamento:

Quadro 25 – Transcrição das falas durante o quarto questionamento

Código	Fala dos participantes	Indicadores
Q25a	<b>Professora:</b> <i>Qual seria a melhor maneira de gerar energia elétrica causando menos impacto ambiental? Vamos olhar o Brasil como exemplo. Agora pode ser uma discussão geral, quem quiser falar pode falar, não precisa ser somente nos grupos.</i>	-
Q25b	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Usar energia eólica e solar.</i>	Levantamento de hipóteses
Q25c	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Acho que usando o vento e o Sol como fontes de energia, sendo que os dois são renováveis e causam menos impactos.</i>	Teste de hipóteses Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q25d	<b>Membro da equipe 4:</b> <i>Poderia ser energia solar, a eólica também é renovável, a hidrelétrica ela vai destruir um pouco o ambiente que está envolta, mas ela não causa tanto impacto depois que for implantada.</i>	Teste de hipóteses Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q25e	<b>Professora:</b> <i>Vamos pensar juntos. O Brasil é um país muito grande, certo?</i>	-
Q25f	<b>Membro da equipe 3:</b> <i>Sim, acho que no nordeste a eólica, no local onde tiver mais sol a solar, onde tem rios a hidrelétrica e no litoral talvez aquela que vem das ondas.</i>	Seriação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q25g	<b>Professora:</b> <i>Então qual é a melhor maneira de gerar energia?</i>	-
Q25h	<b>Membro da equipe 1:</b> <i>É utilizando diferentes fontes em cada lugar, sempre avaliando a melhor opção e diversificar.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q25i	<b>Membro da equipe 5:</b> <i>Então é utilizar da melhor forma os diferentes recursos que tem cada lugar, seria aproveitar o máximo cada tipo de fonte de energia de cada região.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Explicação
Q25j	<b>Professora:</b> <i>Perfeito! É Isso.</i>	-

Fonte: Acervo da pesquisa

O objetivo do questionamento, apresentado pela professora nesse fragmento, foi levar os estudantes a discutirem qual a melhor maneira de produzir energia elétrica causando menor impacto ambiental, principalmente em um país com grandes dimensões como o Brasil.

A primeira fala de um estudante nesse fragmento é a da equipe 5, com o código Q25b. A afirmação, propondo usar usinas eólicas e solares, evidenciou o **levantamento de hipóteses**, pois o estudante lançou uma suposição sobre o tema, ou seja, um ponto inicial para ser discutido.

Em seguida, um integrante da equipe 3 fez a colocação descrita no código Q25c e um da equipe 4 com o código Q25d, respectivamente. Percebe-se o **teste de hipóteses** quando eles colocaram à prova a suposição feita pelo colega da equipe 5. A forma como as ideias foram estruturadas e expostas demonstrou a presença do indicador **raciocínio lógico**, pois as **explicações**, para o Sol, o vento e rio serem as melhores opções de fontes de energia, foram acompanhadas de **justificativas**, afirmando que ambas são renováveis e com menores impactos ambientais, apesar dos danos causados pela construção e implantação das hidrelétricas.

Na fala do membro da equipe 3, transcrita em Q25f, a **seriação de informações** apareceu quando ele escreveu uma lista de diferentes tipos de usinas a serem discutidas. Nota-se o indicador **raciocínio lógico** no modo como ele estruturou e expôs seu pensamento, pois a **explicação** para o proposto foi acompanhada da **justificativa**, afirmando que o tipo de usina de geração de energia tem que estar relacionado com a disponibilidade de recursos.

Nas falas do membro da equipe 1 e da equipe 5, descritas com os códigos Q25h e Q25i, respectivamente, percebe-se que as **explicações**, demonstrando que a melhor opção é diversificar a matriz energética, receberam garantia com o indicador **justificativa**, afirmando que a melhor opção é diversificá-la de acordo a disponibilidade dos recursos presentes em cada região, além de levar em consideração o melhor aproveitamento deles. O modo como as ideias foram estruturadas e os pensamentos expostos por eles deixaram evidente a presença do **raciocínio lógico**.

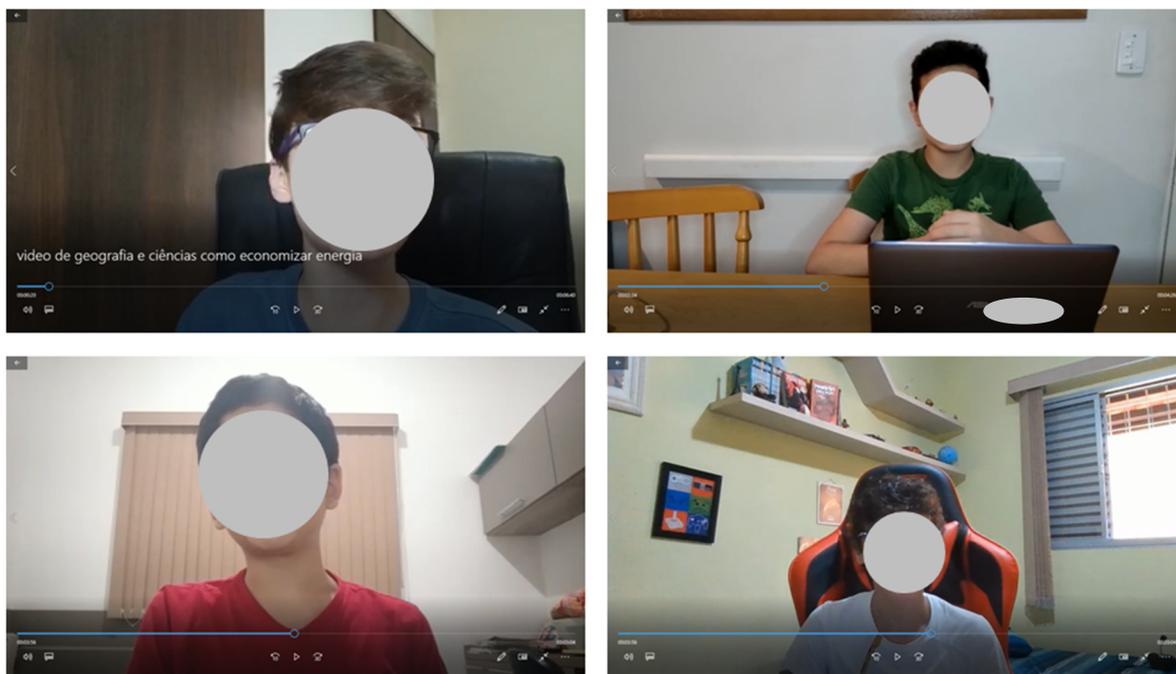
Ao analisar as falas, transcritas no quadro 25, percebe-se que os estudantes compreenderam a necessidade de diversificar a matriz energética de acordo com a disponibilidade de recursos de cada região, sempre priorizando as fontes sustentáveis para preservar e minimizar os impactos ambientais gerados na produção de energia elétrica, principalmente em países com grandes dimensões territoriais como o Brasil.

## 5.5 Conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia

Para melhor elucidar os trabalhos, foram capturadas algumas imagens dos vídeos realizados pelas equipes.

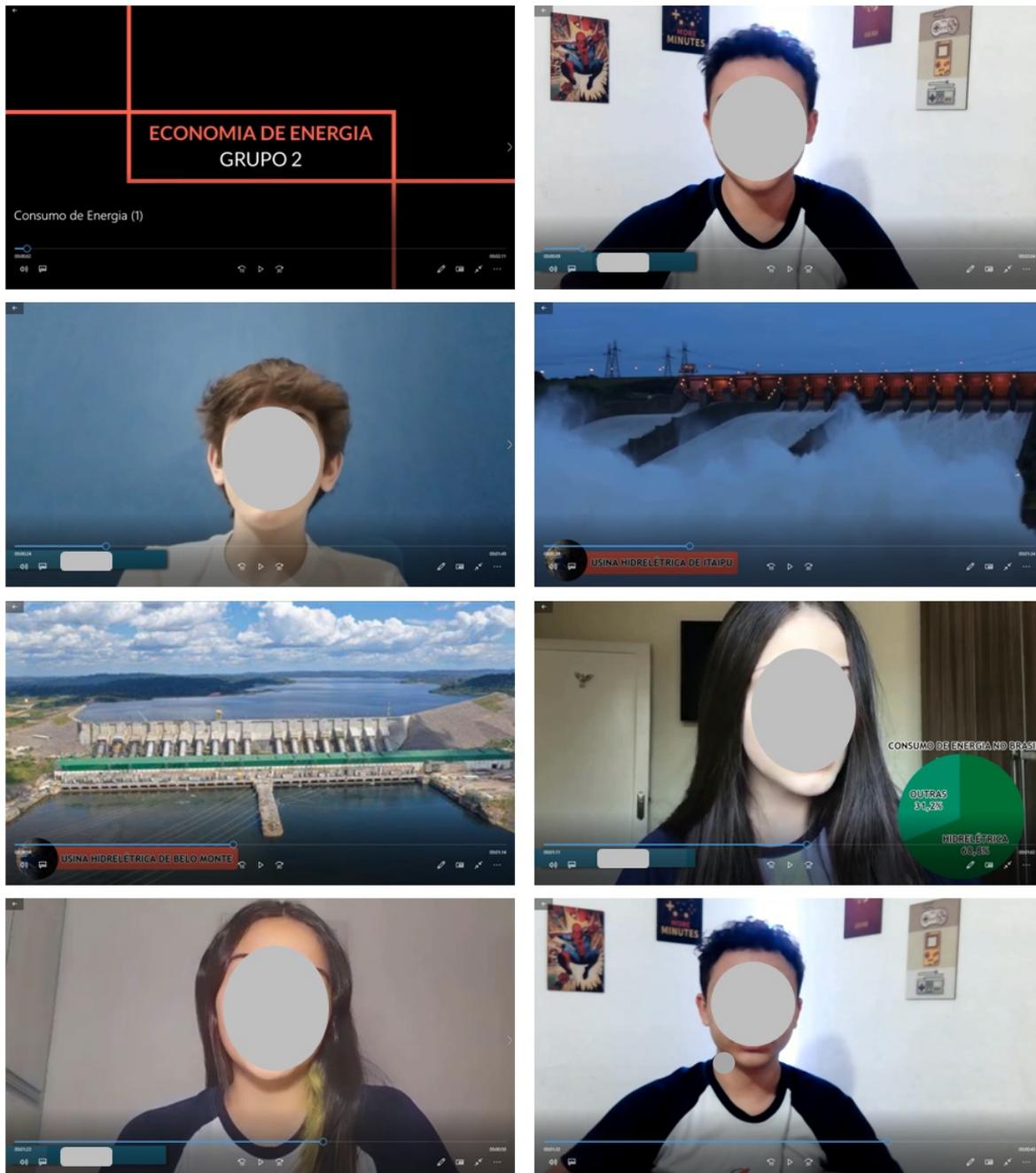
A estrutura dos vídeos confeccionados pelas equipes 1, 2 e 5 contou com a apresentação do conteúdo por meio de gravações com câmeras ligadas, onde os membros das próprias equipes aparecem falando dos impactos ambientais causados pela geração de energia, bem como algumas dicas para a sociedade evitar o desperdício e reduzir o consumo de energia elétrica. A equipe 2, também mostrou imagens e animações das usinas hidrelétricas de Itaipu e Belo Monte, como mostram as Figuras 18, 19 e 20.

Figura 18 – Imagens do vídeo para conscientização sobre a importância de economizar energia elétrica da equipe 1.



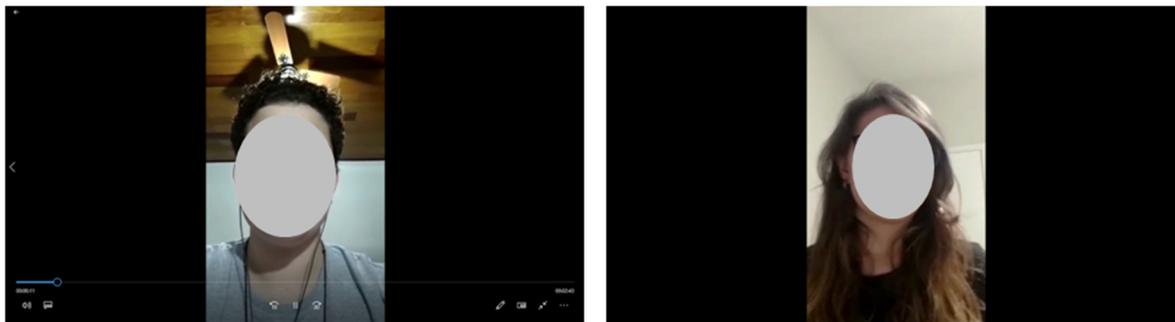
Fonte: Próprio autor.

Figura 19 – Imagens do vídeo para conscientização sobre a importância de economizar energia elétrica da equipe 2.



Fonte: Próprio autor.

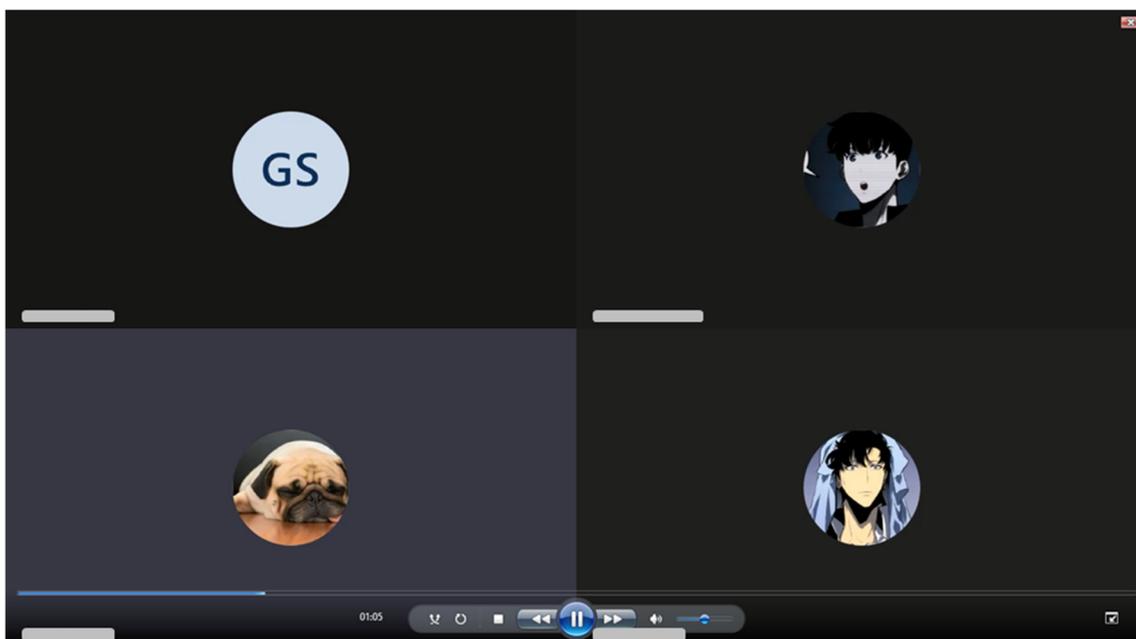
Figura 20 – Imagens do vídeo para conscientização sobre a importância de economizar energia elétrica da equipe 5.



Fonte: Próprio autor.

A equipe 4 gravou um *podcast*, deixando as câmeras fechadas e utilizando somente os microfones. Nele os estudantes deram ênfase nas dicas e orientações para economizar energia elétrica e diminuir os gastos financeiros com a conta de luz, como mostra a Figura 21 e o Quadro 28.

Figura 21 – Imagens do vídeo para conscientização sobre a importância de economizar energia elétrica da equipe 4.



Fonte: Próprio autor.

As transcrições das falas durante os vídeos confeccionados pelos estudantes das equipes 1, 2, 4 e 5, juntamente com o cartaz da equipe 3, ao realizarem as atividades de conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia, estão apresentadas do Quadro 26 ao 29, nos seguintes itens:

## 1) Vídeo da primeira Equipe:

Quadro 26 - Transcrição das falas durante o vídeo da equipe 1

Fala dos participantes
<p><b>Membro A:</b> <i>Olá para você que está assistindo esse vídeo, meu nome é... e hoje meu grupo vai fazer um vídeo sobre economia de energia. Eu vou falar sobre os impactos ambientais causados pela geração de energia. O primeiro que eu vou falar é sobre a usina termelétrica, quando os combustíveis fósseis são queimados eles geram gases poluentes na atmosfera, aumentando a poluição, prejudicando o sistema respiratório e provocando o aquecimento global. O próximo que eu vou falar é sobre a usina nuclear, ela é perigosa e precisa de muito cuidado, com um deslize pode causar uma explosão que não só prejudica a usina, mas a região inteira próxima dela. Já a de biomassa causa queimadas, desmatamento e pode causar problemas respiratórios nas pessoas. A hidrelétrica pode causar inundação de ecossistemas, como a gente já viu, ela é a que a gente mais usa aqui no Brasil e pode acabar com um ecossistema que está próximo. A energia eólica causa poluição sonora e visual, faz barulho e os geradores são muito grandes, ela não é muito utilizada aqui no Brasil. Já a energia solar é o descarte das Placas fotovoltaicas, porém é muito sustentável e limpa, ela é uma das melhores que a gente pode utilizar, porém é muito caro, então não é tão simples colocar ela no teto da sua casa se você quiser.</i></p>
<p><b>Membro B:</b> <i>Por que devemos economizar energia? A nossa vida é alimentada por energia elétrica, praticamente tudo ao nosso redor necessita de energia. Sua economia é importante por motivos financeiros e ambientais, pois a geração de energia depende de recursos naturais e causa danos ao meio ambiente para gerar tanta energia.</i></p>
<p><b>Membro C:</b> <i>Como fazer as pessoas começarem a economizarem energia em todos os lugares? É preciso fazer uma campanha de conscientização em vários meios de comunicação para as pessoas aprenderem a economizarem energia em casa, nas escolas, empresas, enfim em todos os lugares. Com essa campanha de conscientização é possível fazer pequenos treinamentos em que são fornecidas dicas sobre quais equipamentos consomem mais energia e que atitudes geram economia.</i></p>
<p><b>Membro D:</b> <i>Oi, meu nome é ... e aqui vai algumas dicas de como economizar energia. Bom, primeiramente aproveite a iluminação natural, pois quando ela é mais utilizada que a eletricidade gera uma grande economia. Troque suas lâmpadas amareladas pelas de LED, elas gastam muito menos que as lâmpadas convencionais. Economizar energia em casa durante o banho, quando for tomar banho não demore mais que 5 minutos, pois além de gastar muita água o chuveiro elétrico também gasta energia. Tire os eletrônicos da tomada quando não estiver utilizando, pois mesmo desligado ele ainda continua gastando energia. Reduza o uso do ferro de passar roupas, tente deixar as roupas bem estendidas no varal. Utilizar menos o ar-condicionado, pois ele é um dos eletrodomésticos que mais consome energia. Desligar luzes e aparelhos quando sair de um cômodo. Evite ao máximo deixar a porta da geladeira aberta, pois além da geladeira não resfriar bem os alimentos ela vai desperdiçar energia. Espero que você tenha gostado das dicas de como economizar energia e eu tenho certeza de que se você seguir minhas dicas a sua conta de luz no final do mês vai chegar bem mais barata. Esse foi o nosso vídeo sobre economia de energia e obrigado pela atenção de todos.</i></p>

Fonte: Acervo da pesquisa.

## 2) Vídeo da segunda Equipe:

Quadro 27 - Transcrição das falas durante o vídeo da equipe 2

Fala dos participantes
<b>Membro A:</b> <i>Muito bem, hoje vamos falar aqui como conscientizar a sociedade em geral sobre a necessidade de economizar energia, como orientar as pessoas a economizarem energia de forma consciente em suas residências, locais de trabalho e de estudo.</i>
<b>Membro B:</b> <i>As hidrelétricas são ótimas fonte de energia no Brasil, pois o país é rico em rios com grandes extensões, mas como sabemos, todas as usinas de energia causam impactos no meio ambiente e, obviamente, que as usinas hidrelétricas não iriam ficar de fora disso. Uns dos principais impactos ambientais que as hidrelétricas causam são os alagamentos em grandes áreas e o risco da barragem se romper, como por exemplo, a tragédia do rompimento das barragens de Brumadinho e Mariana, apesar de não ter sido de hidrelétricas vamos utilizá-los aqui como exemplo, e os dois no total causaram aproximadamente 291 mortes, ainda mais o desmatamento e a perda da biodiversidade causada na área. Outro grande problema é a perda da vida aquática, causando até a diminuição na atividade de pesca em alguns locais.</i>
<b>Membro C:</b> <i>O Brasil é um país muito dependente das hidrelétricas, com 68,8% de sua energia sendo produzida nessas usinas. Por isso, é preciso que o país invista mais em outras fontes de energia renováveis como a solar, eólica e a biomassa.</i>
<b>Membro D:</b> <i>E depender só da água como fonte de energia em um futuro em que teremos menos esse recurso natural parece ser uma estratégia pouco confiável.</i>
<b>Membro A:</b> <i>Um dos primeiros passos para economizar energia elétrica e adotar o consumo sustentável é abrir mão dos banhos demorados, afinal quanto mais tempo você fica no banho maior é o gasto de energia elétrica. Para economizar energia elétrica também é preciso ter uma atenção especial quanto à geladeira, o primeiro passo é verificar o controle de temperatura, o ideal é manter o termostato no médio, principalmente em dias que estão quentes para evitar o desperdício de energia elétrica.</i>
<b>Membro D:</b> <i>O outro passo para economizar energia é trocar todas as Lâmpadas incandescentes da sua casa por modelos de LED, sempre desligar os aparelhos da tomada e nunca deixar equipamentos em modo stand by.</i>

Fonte: Acervo da pesquisa.

## 3) Cartaz da terceira Equipe:

A equipe 3 optou por confeccionar um cartaz digital para conscientizar a população sobre a importância de economizar energia, nele os estudantes chamam a atenção para os impactos ambientais causados pela geração de energia, deixam dicas para a sociedade evitar o desperdício e reduzir o consumo, além de um *link* com mais dicas e curiosidades sobre o assunto, como mostra a Figura 20.

Figura 22 – Cartaz para conscientização sobre a importância de economizar energia elétrica da equipe 3

# Economize ENERGIA

Eu sei que já estamos cansados de escutar que devemos economizar energia, porque não somos sócios da lite, mas além disso, você já parou para pensar nos problemas ambientais que causamos ao ter que gerar energia, para podermos usar em nosso dia a dia.

Acho que não né, mas se você fazer simples ações que podem ajudar a economizar energia, é a natureza que você vai estar ajudando, que é dela onde tiramos os recursos para produzir as máquinas geradoras de energia.

Alguns exemplos de economizar a energia são:

- Tire os aparelhos eletrônicos da tomada
- Troque suas lâmpadas pelas de LED
- Apague a luz enquanto não estiver usando
- E tem mais dicas no site:

<https://www.rioverde.com.br/empreendimentos-imobiliarios/formas-de-economizar-energia/>

Lá eles contam algumas curiosidades muito legais.


Fonte: Acervo da pesquisa.

#### 4) Vídeo da quarta Equipe:

Quadro 28 - Transcrição das falas durante o vídeo da equipe 4.

Fala dos participantes
<p><b>Membro A:</b> <i>Olá, meu nome é..., hoje meu grupo vai apresentar sobre economia de energia. Vou falar como é necessário saber economizar energia. É muito importante saber economizar energia para evitar gastos financeiros desnecessários e porque a geração de energia depende da exploração de recursos naturais e acaba causando muitos danos ao meio ambiente.</i></p>
<p><b>Membro B:</b> <i>Entre as formas de economizar energia elétrica está a valorização da iluminação natural, uma das mais práticas e benéficas, por meio dessa iniciativa é possível reduzir a necessidade de ligar luzes artificiais e ainda ter mais conforto visual, para isso evite o bloqueio da luz natural por mobiliários como estantes e roupeiros. Também é recomendado pintar as paredes com cores claras que ajudam a refletir melhor a iluminação do sol, apostar no uso de espelhos nas paredes e até mesmo móveis espelhados é uma estratégia inteligente, pois eles ajudam a iluminar os cômodos refletindo luz.</i></p>
<p><b>Membro C:</b> <i>Para economizar energia elétrica é preciso levar em conta a troca das lâmpadas de sua residência, isso porque esse tipo de iluminação consome cerca de 20% do consumo total de energia de uma casa, por isso é importante optar pelos modelos que demandam menor consumo. As lâmpadas incandescentes estão entre os modelos que devem ser trocados, vistos que consomem mais energia, já as lâmpadas de LED têm melhor custo-benefício, pois são 80% mais econômicas que as incandescentes. Há algumas pessoas que pensam que é mito, mas o fato é que tirar os aparelhos eletrônicos da tomada pode realmente reduzir o consumo de energia elétrica, entre os equipamentos que mais geram esse tipo de custo estão televisores e fornos micro-ondas. Sabia que somente um decodificador de TV a cabo que é utilizado por poucas horas no dia, mas fica o restante do tempo na tomada, pode gerar um custo adicional de quase cem reais anualmente.</i></p>

continua

### Fala dos participantes

**Membro D:** Também é muito importante que você tenha atenção aos estados dos eletrodomésticos, mantê-los em boas condições é fundamental para não gerar desperdícios de energia elétrica, por isso, é importante adotar práticas como verificar se a borracha da geladeira apresenta boa vedação e limpar regularmente filtros de máquinas de lavar e condicionadores de ar. É importante também diminuir o uso de aparelhos como ferro elétrico, chuveiros e máquinas de lavar. Na composição de uma conta de luz o uso de máquinas de lavar e dos chuveiros estão entre os campeões em elevarem os custos, para reduzir o seu consumo dê preferência para passar mais roupas por vez do que passar uma peça a cada ligada do ferro, ao utilizar o chuveiro sempre que possível utilize a função verão e tente diminuir o tempo do seu banho, para o caso da máquina de lavar também busque juntar diversas peças para utilizar a capacidade total do equipamento ao invés de lavar poucas peças por vez. Com pequenas atitudes é possível alcançar grandes resultados. Essas são formas simples de como economizar energia, reduzir sua conta de luz e ainda ter atitudes mais sustentáveis no seu dia a dia.

Fonte: Acervo da pesquisa.

## 5) Vídeo da quinta Equipe:

Quadro 29 - Transcrição das falas durante o vídeo da equipe 5

### Fala dos participantes

**Membro A:** Eu sou o ... e estou aqui para falar da energia, seus impactos e como economizar energia. Primeiramente vamos de energia nuclear, ela corresponde a 10,4% da energia gerada no mundo, é muita coisa, é uma das fontes de energia mais perigosas do mundo. A energia nuclear é feita do urânio, é um material radioativo encontrado no solo, eles separam os átomos do urânio e acabam fazendo a energia elétrica. Sobre suas desvantagens, bem, ela é uma das energias mais perigosas do mundo, isso porque o urânio é um material radioativo, então ela pode facilmente contaminar seus funcionários, causando doenças e até nos piores casos a morte. Além disso, a gestão dos resíduos nucleares pode demorar muito tempo. O investimento inicial de uma usina nuclear não é barato, isso pode acabar atrasando um pouco as coisas, além de não ser uma fonte de energia renovável, porque o urânio é extraído do solo, ou seja, ele não se regenera rapidamente. Um desses exemplos foi na usina de Chernobyl, onde o setor da usina 4 explodiu, então acabou que a cidade inteira que ficava perto de Chernobyl ficou contaminada pela radiação e até hoje tem rejeitos tóxicos. Agora vamos falar das vantagens da energia nuclear, em outra partida ela também tem muitos benefícios como, por exemplo, quase nenhuma contaminação no ar, porque acaba contaminando menos do que quase todas as outras fontes de energia, ela também possui grande potencial produtivo, isso quer dizer que poucas usinas já podem gerar muita energia e por mais que o urânio não seja um material renovável, ainda existe muito urânio presente na terra, então não há escassez evidente por enquanto da energia nuclear.

**Membro B:** As pessoas estão buscando formas de economizar energia elétrica, conforme pesquisa, o Brasil está entre as nações com energia mais cara, mas os brasileiros estão em 3º lugar no ranking de povos com consciência e preocupação com a sustentabilidade. Uma forma de economizar energia, as lâmpadas incandescentes, por exemplo, estão entre os modelos que devem ser trocadas porque elas são as que mais consomem energia e as LEDs são 80% mais econômicas do que as incandescentes, tendo o melhor custo-benefício. Outra forma de como economizar energia seria a iluminação solar, a iluminação solar ela está entre as formas mais práticas e benéficas, para isso deve evitar o bloqueio da luz natural feito por móveis e armários, também é recomendado pintar a parede de cor clara para deixar a luz do sol passar melhor e evitar o uso de lâmpadas. Ter atenção nos estados dos seus eletrodomésticos, mantê-los em boas condições é fundamental para não gerar desperdício de energia elétrica, por isso é importante adotar medidas como verificar se a borracha da geladeira apresenta boa vedação, limpar regularmente o filtro da máquina de lavar e ar-condicionado.

Fonte: Acervo da pesquisa.

Como todas as equipes apresentaram conteúdos bem semelhantes e com os mesmos indicadores de Alfabetização Científica, que são eles: **seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, justificativa, previsão e explicação**, as análises foram feitas de forma unificada.

A forma como as equipes trabalharam os dados obtidos durante as investigações evidenciou o indicador **seriação de informações**, uma vez que todas elas listaram uma série de dados e dicas para economizar energia elétrica e apresentou a comunidade escolar. Fica claro que os indicadores **organização e classificação de informações** também aparecem, pois as equipes elaboraram uma combinação dos conteúdos trabalhados e estabeleceram relações entre os impactos ambientais, causados pelas usinas de geração de energia elétrica, com o consumo exagerado e o desperdício.

A maneira como os pensamentos foram estruturados e apresentados demonstrou a construção do **raciocínio lógico**, pois associaram o uso inadequado de aparelhos eletrodomésticos e as atitudes que geram desperdício de energia elétrica com o aumento dos impactos ambientais causados pelas usinas. O indicador **raciocínio proporcional** pode ser percebido quando as equipes estabelecem relação entre a necessidade de economizar energia elétrica para diminuir a produção da mesma e, conseqüentemente, a redução dos impactos ambientais gerados pelas usinas.

As **explicações** das equipes para conscientizarem a população de que é preciso reduzir o consumo de energia elétrica foram acompanhadas dos indicadores **justificativa e previsão**, uma vez que os estudantes fizeram afirmações seguras, com o objetivo de garantir que a redução do consumo de energia elétrica são atitudes indispensáveis para um mundo mais sustentável, não só em relação aos impactos ambientais, mas também com o gasto de recursos financeiros.

Ao analisar os dados coletados durante a aplicação de toda a Sequência de Ensino Investigativo, nota-se que a Alfabetização Científica esteve em processo de forma positiva, pois os estudantes apresentaram os indicadores dos agrupamentos 1, 2 e 3 propostos por Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008). O primeiro agrupamento busca identificar como os estudantes organizam, classificam e seriam

as informações obtidas em atividades de investigação. O agrupamento 2 dos indicadores engloba a estruturação e organização do pensamento de forma lógica e objetiva para interpretar o comportamento dos fenômenos naturais. O agrupamento 3 está relacionado com o entendimento da situação analisada, ou seja, é a capacidade de descrever as relações existentes entre os fenômenos envolvidos naquele contexto.

Essa análise permite inferir informações sobre o desenvolvimento das equipes, mas pouco individualmente. Isso, de alguma forma, é importante para que futuros trabalhos procurem mensurar detalhes sobre o desempenho individual dos estudantes.

Vale destacar o papel fundamental exercido pela professora na condução do projeto durante Sequência de Ensino Investigativo, uma vez que ela não ofereceu respostas prontas, mas promoveu e conduziu o diálogo por meio de novos questionamentos, isso é essencial nas atividades de investigação. Esse fato apoia a ideia de que o papel do professor, em situações como esta, é gerenciar o espaço de debate e, “exercendo sua autoridade epistêmica, não oferece respostas rápidas, mas aponta novas questões e caminhos pelos quais a investigação possa seguir” (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017, p. 16).

Percebe-se essa condução nos quadros com as seguintes transcrições: *“Alguém colocou diferente?”; “Será que o contrário também vale?”; “Vamos discutir gente. O que vocês acham?”; “Como?”; “Isso mesmo!”; “O que isso prova?”; “Legal! A energia gerada pelo ímã é criada ou transformada?”; “Por quê?”; “Isso mesmo! Quais são as transformações da energia que ocorrem nesse processo?”; “Ah sim! Olha que interessante, nós sabemos que ela não é criada, ela é transformada, mas onde ocorreu o início da transformação?”; Não vou ditar as respostas, vou lançar questionamentos”; “Pessoal, vou fazer alguns questionamentos para que possamos refletir sobre isso”; “Vamos pensar juntos”.*

## **5.6 Instrumento analítico das habilidades cognitivas investigativas**

Para analisar as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes, durante a Sequência de Ensino Investigativo, foi utilizado o instrumento analítico das habilidades cognitivas investigativas, proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça

(2019). No máximo do que sabemos, poucos trabalhos foram realizados na perspectiva de análise desse instrumento analítico, o que demonstra certa relevância do presente trabalho.

Para organizar os dados no instrumento analítico, proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019), a coluna “RESULTADO Avaliação do aluno” da planilha original foi adaptada para “RESULTADO Avaliação da Equipe” e está dividida em três atividades, sendo a primeira para verificar as habilidades cognitivas investigativas, apresentadas pelos estudantes durante a segunda etapa da Sequência de Ensino Investigativo, denominada de “abordagem conceitual do eletromagnetismo”. A avaliação dos estudantes ocorreu pelo desempenho da turma, de forma geral, não separada por equipes. O X, assinalado na coluna, identifica os diferentes níveis atingidos por eles, utilizando os dados apresentados nessa etapa.

A segunda atividade, apresentada no instrumento avaliativo, verificou as habilidades cognitivas de investigação durante a atividade experimental no simulador *PhET*, realizada na terceira etapa da Sequência de Ensino Investigativo. As equipes foram identificadas pela letra E, seguida do número que as representam (E1 a E5), e avaliadas separadamente, utilizando os dados extraídos dos vídeos, produzidos pelos próprios estudantes em suas respectivas equipes.

Na coluna atividades 3 e 4, as etapas 4 e 5, denominadas de “vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica” e “conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia”, respectivamente, foram avaliadas em conjunto, pois são atividades que se complementam. Os dados utilizados para classificar os diferentes níveis, alcançados pelos estudantes no instrumento analítico, são às falas dos estudantes e as transcrições dos vídeos produzidos pelas equipes nessas etapas, que estão identificadas do mesmo modo que na coluna anterior (E1 a E5).

As habilidades cognitivas investigativas manifestadas pelos estudantes, durante as atividades propostas na Sequência de Ensino Investigativo, estão no instrumento analítico, apresentado no Quadro 30.

Quadro 30 – Instrumento analítico para avaliação das habilidades cognitivas investigativas manifestadas pelos estudantes

	ETAPA INVESTIGATIVA		NÍVEIS		RESULTADO Avaliação da Equipe		
	CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO	NÍVEL	DESCRIÇÃO	Atividade 1	Atividade 2	Atividades 3 e 4
Conceitualização	Problema	Identificação dos elementos constituintes do problema	N1	Não identifica			
			N2	Identificação parcial		E3	
			N3	Identificação Completa	X	E1; E2; E4	E1, E2, E3, E4 e E5
	Hipóteses	Emissão de hipóteses com base no problema	N1	Não emitiu hipótese		E3	
			N2	Hipótese não direcionada ao problema			
			N3	Hipótese coerente com o problema	X	E1; E2; E4	E1, E2, E3, E4 e E5
Investigação	Planejamento para investigação/ Confronto de hipóteses	Realiza um planejamento de atividades coerente com a hipótese emitida.	N1	Não propõe o planejamento/ou Planejamento incoerente com a hipótese		E3	
			N2	Planejamento parcialmente coerente com a hipótese			E5
			N3	Planejamento coerente com a hipótese	X	E1; E2; E4	E1, E2, E3, e E4
	Percepção de evidências	Identificam evidências e as relacionam para confirmar ou não as hipóteses.	N1	Não identifica evidências		E3	
			N2	Identificação parcial de evidências relacionada com a hipótese		E4	E5
			N3	Identificação das evidências e relações com as hipóteses	X	E1; E2	E1, E2, E3 e E4
	Registro e análise de dados	Registra e analisa dados com base em evidências	N1	Não registra e não analisa			
			N2	Registra e analisa parcialmente		E3; E4	E5
			N3	Registra e analisa coerentemente	X	E1; E2	E1, E2, E3 e E4
Conclusão	Estabelecem conexão entre evidências e conhecimento científico	Explicam as evidências com base no conhecimento científico	N1	Não explicam e não estabelecem conexão		E3	
			N2	Explicam e estabelecem conexão parcial		E4	
			N3	Explicam e estabelecem conexão coerente	X	E1; E2	E1, E2, E3, E4 e E5
	Comunicação dos resultados	Coordena dados com o problema e hipóteses e conhecimento científico para elaborar uma conclusão (elementos da investigação)	N1	Não Coordena os elementos da investigação		E3	
			N2	Coordena parcialmente os elementos da investigação		E4	
			N3	Coordena coerentemente os elementos da investigação	X	E1; E2	E1, E2, E3, E4 e E5

Fonte: Adaptado de Zômpero, Laburú e Vilaça (2019, p. 206).

Ao analisar os resultados descritos no item 5.2 deste trabalho, denominado de “abordagem conceitual do eletromagnetismo”, e classificar as habilidades cognitivas investigativas, manifestadas pelos estudantes durante a realização dessa etapa da Sequência de Ensino Investigativo, na coluna “Atividade 1” do instrumento analítico apresentado no Quadro 18, percebe-se que a turma não apresentou dificuldades em identificar o problema e elaborar hipóteses coerentes para o mesmo, pois manifestaram habilidades N3 nas características problema e hipóteses descritas na categoria conceitualização.

Na categoria investigação, apesar de ser uma atividade investigativa considerada de lápis e papel (CARVALHO, 2018), ou seja, de pesquisa em livros e na *internet*, nota-se que apareceram as habilidades N3, pois os estudantes buscaram informações já existentes na literatura da área para confrontar e relacionar, por meio da análise delas, as hipóteses levantadas por eles.

Percebe-se, ainda na coluna “Atividade 1” do Quadro 30, que a turma atingiu N3 em relação às habilidades cognitivas investigativas na categoria conclusão, visto que os estudantes conseguiram estabelecer conexão entre o problema, a hipótese e o conhecimento científico para a comunicação dos resultados.

Na classificação dos diferentes níveis das habilidades cognitivas investigativas apresentadas na coluna “Atividade 2”, baseada nos resultados da atividade experimental utilizando o simulador *PhET*, verifica-se que a equipe 3 atingiu N2 para característica problema e N1 para hipóteses, descritas na categoria conceitualização, pois os membros da equipe realizaram a identificação parcial do problema e não emitiram hipóteses na apresentação do vídeo, apesar de terem levantados elas durante a aula. As equipes E1, E2 e E4 apresentaram N3 nas duas características da conceitualização, visto que fizeram a identificação completa do problema e levantaram hipóteses coerentes para ele.

Na categoria investigação, no item planejamento para investigação/confronto de hipóteses, nota-se que a equipe 3 encontra-se em N1, visto que ao confeccionar o vídeo, não confrontou as hipóteses levantadas, ou seja, um planejamento incoerente com a proposta, enquanto as equipes E1, E2 e E4 foram classificadas no N3, pois apresentaram de forma coerente o confronto das hipóteses durante o vídeo. Na característica percepção de evidências, a equipe 3 identificou algumas evidências, porém não as relacionou de forma conceitual com

as hipóteses, ficando classificada em N1, a equipe 4 atingiu N2, visto que identificou as evidências, mas as relacionaram parcialmente com as hipóteses, enquanto as equipes E1 e E2 identificaram as evidências e suas relações para confirmar ou não as hipóteses, atingindo N3. Sobre o registro e análise de dados, as equipes E3 e E4 apresentaram N2, uma vez que conseguiram registrar os dados em vídeo, mas os analisaram parcialmente. Já as equipes E1 e E2 registraram os dados e fizeram uma análise coerente baseada nas evidências, atingindo N3.

Enquanto a categoria conclusão, ainda na coluna “Atividade 2”, percebe-se que a equipe 3 ficou em N1 nas duas características, visto que não conseguiu estabelecer conexões entre as evidências dos experimentos com os conteúdos conceituais, estabelecidos pelo conhecimento científico, para elaborar uma conclusão. A equipe 4 conseguiu explicar alguns fenômenos, estabelecer conexão das evidências com os conhecimentos científicos e elaborar uma conclusão para comunicar os resultados obtidos, porém isso não ocorreu em todos os experimentos realizados no simulador, dessa forma, ficou em N2 nas duas características da categoria conclusão. As equipes E1 e E2 atingiram N3, porque conseguiram coordenar os dados com o problema e hipóteses, além de estabelecer conexões entre as evidências obtidas no experimento com o conhecimento científico para elaborar as conclusões e comunicar os resultados obtidos.

Na classificação dos diferentes níveis das habilidades cognitivas investigativas apresentadas na coluna “Atividades 3 e 4”, baseada nos resultados das etapas 4 e 5, denominadas de “vantagens e desvantagens das usinas de geração de energia elétrica” e “conscientização da sociedade sobre a necessidade de economizar energia”, respectivamente, percebe-se que todas as equipes (E1 a E5) conseguiram identificar o problema, ou seja, os impactos gerados pelas usinas de geração de energia, e emitir hipóteses coerentes com o problema apontado. Desse modo, manifestaram habilidades N3 nas características problema e hipóteses descritas na categoria conceitualização.

Na categoria investigação, apesar de ser uma atividade investigativa de pesquisa em livros e na *internet*, nota-se que as equipes E1, E2, E3 e E4 apresentaram as habilidades no nível N3, pois os estudantes buscaram informações já existentes na literatura da área para confrontar e relacionar, por meio da análise delas, as hipóteses levantadas por eles. Já equipe E5 foi

classificada com N2 nas três características da categoria, visto que apresentou um foco nas usinas nucleares na confecção do vídeo proposto na etapa 5, ou seja, o planejamento, a identificação e análises dos dados ficaram parcialmente coerentes com a hipótese.

Em relação às habilidades cognitivas investigativas da categoria conclusão, ainda na coluna “Atividades 3 e 4”, nota-se que todas as equipes atingiram nível N3, visto que os estudantes conseguiram estabelecer conexão entre o problema, a hipótese e o conhecimento científico para a comunicação dos resultados da investigação de forma coordenada e coerente.

### 5.7 Questionário pós-execução da Sequência de Ensino Investigativo

O questionário pós-execução da Sequência de Ensino Investigativo foi disponibilizado aos 28 estudantes e respondido por 20. Vale ressaltar que a professora esclareceu a importância do preenchimento dele, mas que isso não acarretaria notas ou prejuízos em relação à disciplina.

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram obtidos por meio do questionário de autoavaliação e avaliação dos pares (APÊNDICE A), aplicado após finalizar a Sequência de Ensino Investigativo. Esse questionário foi elaborado de forma objetiva e utilizou-se de uma escala de 1 a 5, sendo “1” para discordo totalmente e “5” para concordo totalmente.

Tabela 1 – Resultado da autoavaliação e avaliação dos pares

Autoavaliação e avaliação dos pares					
Questões	Escala				
	1	2	3	4	5
1) Ocorreu colaboração entre os membros do meu grupo na execução das atividades.	0	0	2	4	14
2) Colaborei nas discussões e ajudei na tomada de decisões do meu grupo.	0	0	3	7	10
3) O trabalho favoreceu o diálogo, a empatia e o respeito entre os membros do meu grupo.	1	0	0	3	16
4) Gostei e me senti desafiado a buscar respostas para os questionamentos propostos pela professora.	0	1	1	6	12
5) O simulador tornou a aprendizagem mais prazerosa.	0	0	2	6	12
6) O simulador me ajudou a visualizar e compreender melhor o conteúdo.	0	0	1	4	15

Fonte: Próprio autor

Nas respostas da questão 1 verifica-se que ocorreu colaboração entre os estudantes, visto que 18 deles declararam que os membros da equipe apresentaram atitudes colaborativas. Desse modo, a Sequência de Ensino Investigativo parece ter favorecido a interação social e o desenvolvimento do espírito colaborativo entre os estudantes, fato que pode potencializar o processo de aprendizagem.

Na questão 2 percebe-se, por meio da percepção dos estudantes em relação a sua própria colaboração, que 17 deles acreditaram ter colaborado de forma ativa nas discussões e tomadas de decisões durante a realização das atividades. Portanto, acredita-se que a Sequência de Ensino Investigativo favoreceu a construção do próprio conhecimento por parte dos estudantes, colaborando para uma postura ativa deles durante o processo de aprendizagem.

Na questão 3 nota-se que 19 estudantes concordaram e apenas 1 discordou sobre a ocorrência do diálogo, da empatia e do respeito entre os membros da equipe. Esse fato demonstra que o desenvolvimento das competências socioemocionais esteve presente durante a realização das atividades, pois trabalhou a capacidade de se relacionar com outro na busca de soluções para os problemas propostos.

Nas questões 4 e 5 percebe-se que 18 estudantes se sentiram desafiados ao realizarem as atividades e concordaram que o simulador tornou o processo de aprendizagem mais prazerosa. Desse modo, a Sequência de Ensino Investigativo, envolvendo trabalhos em equipe e simuladores virtuais, favoreceu uma aprendizagem envolvente, desafiadora e ao mesmo tempo prazerosa para os estudantes.

Na questão 6 verifica-se que o simulador ajudou os estudantes a visualizarem e a compreenderem melhor os fenômenos abstratos que envolvem o eletromagnetismo, visto que 19 deles concordaram com a afirmação do questionário. Diante disso, os simuladores virtuais, que foram utilizados como ferramenta didática, se mostraram capazes de beneficiar o processo de aprendizagem, pois a visualização de conteúdos abstratos, mesmo que pela tela do computador, favoreceu a compreensão deles por parte dos estudantes.

É importante notar que, devido ao contexto socioeconômico dos estudantes, todos os participantes possuíam aparelhos eletrônicos com conexão à internet. Isso

facilitou a execução da Sequência de Ensino Investigativo com simulações virtuais, pois os estudantes já estavam familiarizados com a navegação e exploração de recursos tecnológicos e da internet. No entanto, isso nem sempre é o caso de outras escolas, especialmente as públicas.

Entretanto, as dificuldades de interação presencial e de forma remota, impostas pelo contexto da Covid-19, pode ter dificultado a obtenção de ajuda e auxílio dos estudantes junto ao professor. Como foi demonstrado nos resultados, quando a Equipe 3 não confrontou as hipóteses levantadas ao confeccionar o vídeo, pois não sabiam que era necessário. No caso da Equipe 4, quando eles não conseguiram discutir e levantar hipóteses para a terceira questão da avaliação diagnóstica e da Equipe 5, quando dois estudantes relataram que conseguiram realizar os experimentos no simulador virtual, mas não conseguiram elaborar o vídeo dos experimentos por falha de comunicação entre a equipe.

Como já esperado, pelo pesquisador e pela professora de Ciências da turma, devido ao contexto da pesquisa e ao sistema de rodízio, outros desafios percebidos foram os de comunicação mediada pelas TDIC. Por exemplo, os microfones com problemas ou baixos, dificultando a compreensão, queda de conexão com a internet e ruídos do ambiente, tanto os da sala de aula como os das residências dos estudantes que esqueceram os microfones abertos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou compreender as relações existentes entre o processo de Alfabetização Científica e o desenvolvimento das habilidades cognitivas investigativas de estudantes no Ensino Fundamental II. Para isso, priorizou-se o ensino por investigação durante as aulas de Ciências.

Os resultados deste trabalho demonstraram que a Sequência de Ensino Investigativo, elaborada para o Ensino de Ciências com o tema energia e eletromagnetismo, permitiu descrever, por meio dos indicadores de Sasseron (2008), que a Alfabetização Científica esteve em processo de forma positiva durante as atividades realizadas por meio da investigação.

Ainda com base nos resultados obtidos, entende-se que o ensino por investigação favoreceu o processo de Alfabetização Científica de modo a beneficiar as manifestações das habilidades cognitivas investigativas dos estudantes, pois permitiu identificar o Nível 3 nas categorias de conceitualização, investigação e conclusão, descritas no instrumento analítico proposto por Zômpero, Laburú e Vilaça (2019).

No que tange a aprendizagem dos estudantes, os resultados apontam que a Sequência de Ensino Investigativo favoreceu a assimilação dos aspectos que envolvem a energia elétrica, bem como suas transformações e produção nas usinas hidrelétricas, que são considerados objetos de conhecimento, previstos na unidade temática “Matéria e Energia” da BNCC (BRASIL, 2018). Dessa forma, o Ensino de Ciências por meio da investigação foi capaz de oferecer subsídios a Educação Científica dos estudantes, permitindo que eles entendam e intervenham no mundo em que estão inseridos.

Os simuladores virtuais permitiram aos estudantes uma interação com o objeto que estava em estudo, tornando os conceitos menos abstratos, pois permitiram que eles testassem suas hipóteses ao exigir buscas pelas respostas durante os experimentos simulados. É importante destacar que as simulações virtuais não contemplam toda a complexidade de um experimento real, mas para fins didáticos permitiu a observação da modelagem dos fenômenos representados, demonstrando ser efetivo inclusive para o momento de pandemia da COVID-19, vivido durante a realização deste trabalho.

As simulações não devem ter como objetivo substituir as experimentações reais, mas se mostrou como uma ferramenta didática capaz de auxiliar na compreensão dos conceitos abstratos como os do eletromagnetismo. Além disso, tornou a aula mais dinâmica e interativa.

A autoavaliação e avaliação dos pares demonstraram que a Sequência de Ensino Investigativo parece ter favorecido o engajamento, a interação social e ampliação do espírito colaborativo entre os estudantes, bem como o desenvolvimento das competências socioemocionais, uma vez que ocorreu o diálogo, a empatia e o respeito entre os membros da equipe.

É importante destacar a necessidade de uma boa infraestrutura das escolas públicas, principalmente as que estão relacionadas as tecnologias e ao acesso à internet, para que todos possam aprender Ciências por investigação utilizando simuladores e ferramentas digitais. Contudo, é necessário um aporte para a inclusão digital, principalmente para os estudantes que não possuem ou não estão familiarizados com aparelhos eletrônicos com conexão à internet para a navegação e exploração de recursos tecnológicos, como é o caso de muitas crianças e adolescentes presentes nas escolas públicas brasileiras.

Em futuros estudos, é interessante explorar uma proposta didática com abordagem investigativa, em coerência com a Alfabetização Científica, para aprofundar as reflexões dos estudantes sobre os impactos sociais, como os problemas de saúde, a desapropriação das terras, o deslocamento da população ribeirinha e, até mesmo, a morte de culturas locais na construção de uma usina hidrelétrica, uma vez que os estudantes destacam mais aspectos naturalistas e não sociais.

Outra proposta para ampliar a sequência didática, é refletir o modo como cientistas, principalmente físicos, engenheiros e geógrafos, fazem ciência e investigação, já que na Alfabetização Científica também se reflete o processo da Ciência, de modo a contribuir para o interesse dos estudantes às carreiras científicas.

Como produto educacional, foi elaborado um guia didático para professores de Ciências do Ensino Fundamental dos Anos Finais para disponibilizar a Sequência de Ensino Investigativo, organizada e aplicada durante essa pesquisa.

A ideia do guia é apresentar o *software* educacional “*Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.1)*”, do projeto *PhET*, da Universidade do Colorado, bem como auxiliar os professores a trabalhar o tema “Energia e Eletromagnetismo” de forma investigativa, visando favorecer o processo de Alfabetização Científica nos estudantes. Além disso, ele apresenta modelos que permitem averiguar a presença de indicadores da Alfabetização Científica e classificar as habilidades cognitivas apresentada pelos estudantes.

O guia didático, produto educacional vinculado a esta dissertação, está disponível em formato de *e-book*, intitulado “Sequência de Ensino Investigativo: Eletromagnetismo e a geração de energia nas usinas hidrelétricas”.

Para além do título de Mestre, essa pesquisa, juntamente com todo o conhecimento adquirido e as experiências proporcionadas pelo curso de Mestrado Profissional, contribuíram para o meu crescimento profissional, como professor e pesquisador, e para satisfação pessoal de conquistar mais um sonho. Após essa jornada de estudo, trabalho e dedicação me sinto mais confiante e capaz para aprimorar, avaliar e mensurar os impactos que as práticas pedagógicas podem proporcionar aos estudantes.

A conclusão do Mestrado Profissional foi uma conquista pessoal e profissional. Além do título, o curso me proporcionou conhecimento, experiência e confiança para aprimorar, avaliar e mensurar os impactos que as práticas pedagógicas podem proporcionar aos estudantes. Como professor, estou mais preparado para desenvolver estratégias de ensino que possam atingir os objetivos educacionais. Como pesquisador, mais capacitado para conduzir pesquisas e continuar minha jornada acadêmica na área da educação.

**REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, E. S.; NASCIMENTO, J. L. B.; SILVA, J. C.; BIM C. F. A. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1-25, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2875/1555>. Acesso em: 01 abr. 2023.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, Jaraguá do Sul, v. 25, p. 1-17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782020250036>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BRASIL. **OMS classifica coronavírus como pandemia — Português (Brasil)**. Governo brasileiro. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/03/oms-classifica-coronavirus-como-pandemia>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BRICCIA, Viviane. **Sobre a natureza da ciência e o ensino**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.18, n. 1, p. 123-146, jan-abr. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180107>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/116>. Acesso em: 01 abr. 2023.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação no Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, set/dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 01 abr. 2023.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo; Cengage Learning, 2010.

CHAGAS, José Jamerson Teles; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. Um diálogo sobre aprendizagem significativa, conhecimento prévio e ensino de ciências. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 4, n.3, p. 37-52, 2014. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID67/v4\\_n3\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID67/v4_n3_a2014.pdf). Acesso em: 01 abr. 2023.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 abr. 2023.

COELHO, A. E. F; MALHEIRO, J. M. S. Interações discursivas nas manifestações de habilidades cognitivas em clube de ciências. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 351-375, maio 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2020v13n1p351>. Acesso em: 01 abr. 2023.

COSTA, M.; CAMARGO, M. C.; PEREIRA Y. H.; BATISTA, I. L.; BRANCHER, J. D. Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 346-404, abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/72923/45750>. Acesso em: 01 abr. 2023.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. V.; VEIT, E. A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 99-122. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wxc7cSmsYZvLYCdmRRfNNjR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

FARAGO, G. **Ensino fundamental anos finais, Ciências: 8º ano**. Brasília: Edebê Brasil, 2020. (Coleção Rotas)

FERRARI, C. K. B. Como fazer pesquisas científicas na escola? Um guia para professores. **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues de Silveira (CAp-UERJ)**. v. 9, n. 20, jan.-abr. 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/emosaicos/article/view/45084/33130>. Acesso em: 01 abr. 2023.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GUILHERME, A. A.; CHERON, C. Sentidos e significados da Educação: transformações e desafios. **Educação por Escrito**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 1-4, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/36687/19485>. Acesso em: 01 abr. 2023.

HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 2, p. 965-1007, out. 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/85292>. Acesso em: 01 abr. 2023.

INEP. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Relatório Brasil no PISA 2018: versão preliminar**. Brasília – DF. 2019. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf). Acesso em: 01 abr. 2023.

LIMA; G. S.; RABONI, P. C. A. Padrões de interação verbal em uma aula de física com uso de atividades experimentais. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 29, n. 2, p.224-242, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/5245>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 1. **Microsoft Teams**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-teams/log-in>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 2. **WhatsApp**. Disponível em: [https://www.whatsapp.com/?lang=pt\\_br](https://www.whatsapp.com/?lang=pt_br). Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 3. **Microsoft Forms**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 4. **Use gratuitamente os aplicativos Word, Excel, PowerPoint e muito mais com o Office na Web**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/free-office-online-for-the-web>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 5, 2017. Desvendando Indução Magnética e superando dificuldades com Física. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=fHATn0Wzl\\_k](https://www.youtube.com/watch?v=fHATn0Wzl_k). Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 6, 2016. Física Universitária. **Tema 14 - Indução Eletromagnética | Experimento - Lei de Faraday: pêndulo eletromagnético**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rba9EdXO368>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 7, 2012. **Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.01)**. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt_BR). Acesso em: 01 abr. 2023.

LINK 8, 2018. **A Física da Hidrelétrica**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iYGBEdCA2iE&t=155s>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, jun. 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129517973004.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MARQUES, R.; XAVIER, C. R. Alfabetização científica no ensino de ciências: numa sequência didática sobre a pegada ecológica do lixo. *Revista de Ensino de Matemática e Ciências (REnCiMa)*, São Paulo, edição Especial, v. 11, n. 2, p. 84-106, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2504/1243>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MASSONI, N. T.; BARP, J.; DANTAS, C. R. S. O ensino de Física na disciplina de ciências no nível fundamental: reflexões e viabilidade de uma experiência de ensino por projetos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, n. 1, p. 235-261, abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p235/36141>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. A visão etnográfica de Bruno Latour da ciência moderna e a antropologia simétrica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 61-80, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/3776>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MATOS, J. A.; MASSONI, N. T. Uma estratégia para introduzir conceitos de física no Ensino Fundamental: o uso dos paradigmas kuhnianos. **Revista Thema**, v.16, n. 2, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.V16.2019.267-283.1179>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MATURANA, R. H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Org. e tradução Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MICROSOFT. **Microsoft Teams: Sala de aula remota e online | Microsoft Educação**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-teams/group-chat-software>. Acesso em: 01 abr. 2023a.

MICROSOFT. **PowerPoint - Microsoft Store pt-BR**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/p/powerpoint/cfq7ttc0k7c6>. Acesso em: 01 abr. 2023b.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)**, v. 13, n. 5, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.09, n.01, p.89-111, jan-jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MUSSOI, Fernando L. R. **Fundamentos de Eletromagnetismo**. 5.ed. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), 2016. 145 p.

NEIDE, I. G; MAMAN, A. S.; DULLIUS, M. M.; BERGMANN, A. B.; QUARTIERI, M. T. Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 567-588, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p567/40742>. Acesso em: 01 abr. 2023.

OLIVEIRA, D. C. de O.; AMORIM, S. I. F. de A.; TAUCEDA, K. C. T.; CÂNDIDO MOREIRA, M. R. Metodologias ativas no ensino de ciências da natureza: significados e formas de aplicação na prática docente. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4333>. Acesso em: 1 abr. 2023.

PAIVA, J. R. **Múltiplas representações na construção do conhecimento científico escolar**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) —São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015

PAULA, H. F. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 75-103, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4476/2964>. Acesso em: 01 abr. 2023.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; VAN RISIEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61. 2015.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Acesso em: 01 abr. 2023

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. ISBN 978-85-7717-158-3.

QUINQUIOLO, N. C. R. **Metodologia científica (livro eletrônico): um guia prático erápido para elaborar um projeto de pesquisa**. 1.ed. Taubaté: Ed. Da Autora, 2020. Disponível em: <https://www.nataliaquiquiolo.com.br/apostila-pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

REIS, G. A.; CAVALCANTE, L. V. S.; OLIVEIRA, E. C. O conceito de Alfabetização Científica e a possibilidade de interações entre cinco competências gerais da Base Nacional Comum Curricular BNCC. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v 9, n.8, p.1-13, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6507/5904>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p.357-368, 2007. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/465/269>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17, n. especial. p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. p. 265. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso: 01 abr. 2023.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, jan-jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486/24551>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR. J.W. **Physics for Scientists and Engineers**. 6th ed. ISBN-13 9780534409562. Pacific Grove: Brooks/Cole, 2003.

EPE/BEN 2020. SOARES, F. K.; LOUREIRO, M. H. C. **Balço Energético Nacional - BEN 2020 | Relatório Síntese| ano base 2019**. p. 73, 2020.

Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019\\_Final.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf). Acesso em: 01 abr. 2023.

SOARES, M. **Letramento**: um tema em três gêneros. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017a.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**. 7. ed. 1. reimp. São Paulo: Contexto, 2017b.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. 5. ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

TEIXEIRA, A. C., BRANDÃO, E. J. R Software educacional: o difícil começo. **Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE**, Porto Alegre, v.1, n. 1, fev. 2003. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/eventos/cicloartigosfev2003/adrianoS.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. **PhET Interactive Simulations**. 2012. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

VASSALLO, R. **Vai faltar energia? Entenda os riscos do baixo nível dos reservatórios**. Disponível em: <https://exame.com/economia/crise-no-setor-eletrico-brasil-corre-risco-de-falta-de-energia/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

VIDEIRA, A. A. P.; FRANCISQUINI, M. F. B. A instituição da “Física de Partículas Elementares” como disciplina científica e sua relação com a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 81-96, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p81>. Acesso em: 01 abr. 2023.

WHATSAPP LLC. **Sobre o WhatsApp**. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/about/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. O Ensino de Ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades concepções alternativas no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1469-1495, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74907/45152>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZÔMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-436, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020009>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129521755005.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C; VILAÇA, T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 200-211, 2019. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1371>. Acesso em: 01 abr. 2023.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário final

#### Autoavaliação e avaliação dos pares.

Sua opinião é muito importante, marque as afirmações a seguir, considerando uma escala de 1 a 5, sendo “1” para discordo totalmente e “5” para concordo totalmente.

	1	2	3	4	5
1) Ocorreu colaboração entre os membros do meu grupo na execução das atividades.					
2) Colaborei nas discussões e ajudei na tomada de decisões do meu grupo.					
3) O trabalho favoreceu o diálogo, a empatia e o respeito entre os membros do meu grupo.					
4) Gostei e me senti desafiado a buscar respostas para os questionamentos propostos pela professora.					
5) O simulador tornou a aprendizagem mais prazerosa.					
6) O simulador me ajudou a visualizar e compreender melhor o conteúdo.					

#### Avaliação da aprendizagem e assimilação dos conteúdos

Leia o trecho da notícia abaixo, observe as imagens e responda as questões.

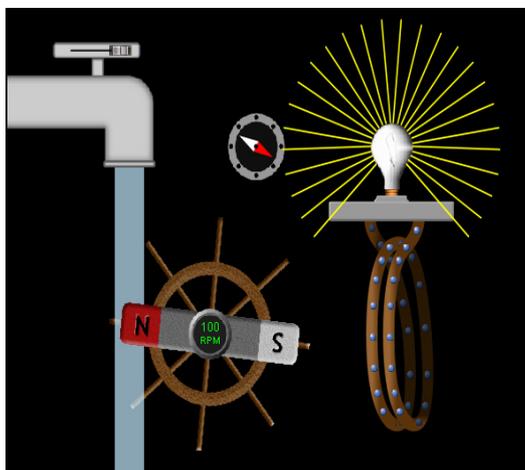
A notícia demonstra o agravamento da crise hídrica, enfrentada pelo nosso país, devido ao longo período de seca neste ano de 2021, e a preocupação do governo com o abastecimento de energia elétrica para os brasileiros. Nesse contexto, novas medidas foram recomendadas, como podemos observar na notícia abaixo.

*“O governo recomendou a adoção de novas medidas para reter mais água nos reservatórios de hidrelétricas do Sudeste e Centro-Oeste devido à crise hídrica que o País enfrenta, a maior dos últimos 91 anos. A decisão reforça a necessidade de manter o acionamento de mais usinas termelétricas e a importação de energia elétrica da Argentina e do Uruguai, o que vai encarecer o custo de energia para todos os consumidores”.*

Portal Uol Economia. Por Malla Sabino. Acesso em 04/08/2021. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2021/07/07/governo-recomenda-reter-mais-agua-em-reservatorios-de-hidreletricas.htm>

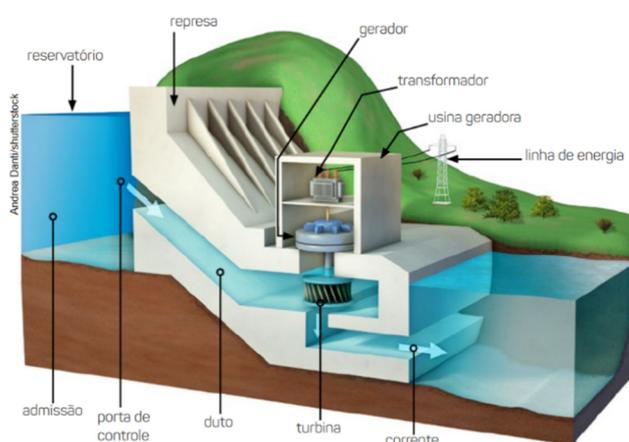
A Figura A, retirada do simulador interativo *PhET*, apresenta o processo de indução eletromagnética para gerar energia elétrica e acender a lâmpada. Podemos comparar o processo apresentado na imagem do simulador, com o que acontece em uma usina hidrelétrica ao observar a Figura B.

Figura A



Fonte: Universidade do Colorado, 2012.

Figura B



Fonte: Farago, 2020.

- 1) Qual a necessidade de reter mais água nos reservatórios das usinas hidrelétricas? Justifique explicando o funcionamento de uma hidrelétrica.
- 2) Você acredita que reter mais água nos reservatórios pode causar impactos ambientais? Justifique sua resposta.
- 3) O acionamento de mais usinas **TERMELÉTRICAS** encarece o custo de energia para os consumidores, cite mais um problema além desse. Quais os impactos desse problema para a sociedade?
- 4) Essa é a melhor solução para a falta de energia elétrica no Brasil? Se você fosse o governo, como solucionaria o problema de desabastecimento de energia elétrica causado pelas usinas hidrelétricas?
- 5) Como você e a população em geral podem contribuir para minimizar esse problema?

# INSTRUÇÕES PARA OS EXPERIMENTOS NO SIMULADOR DO LABORATÓRIO DE ELETROMAGNETISMO DE FARADAY

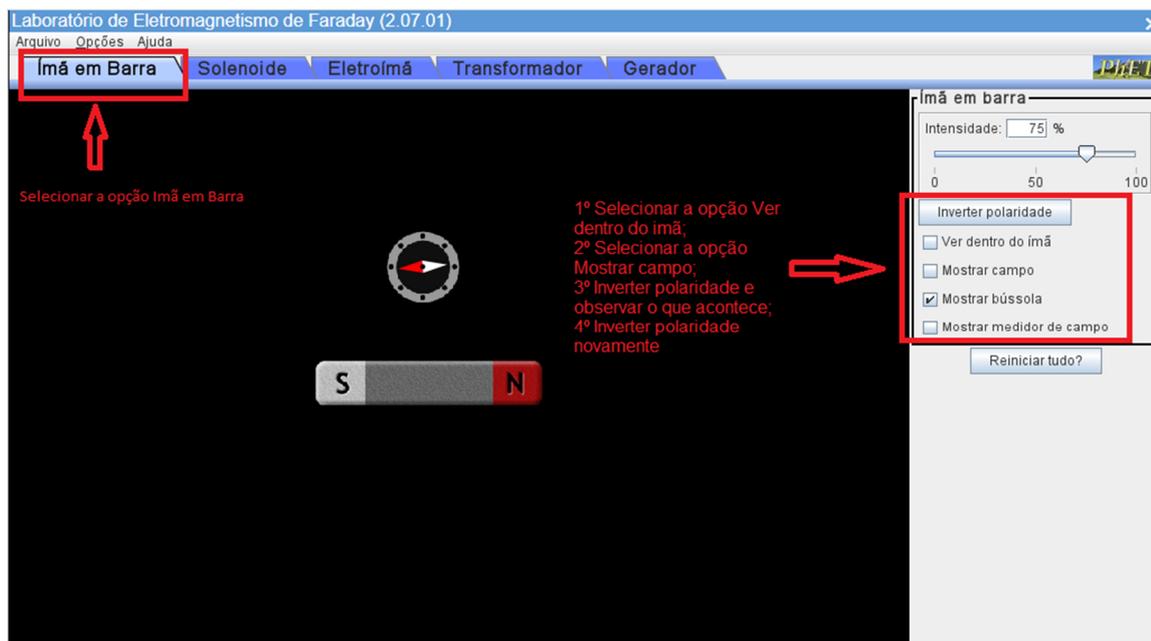
*PHET*



Imagens adaptadas e retiradas de [www.slidescarnival.com/help-use-presentation-template](http://www.slidescarnival.com/help-use-presentation-template)

**1º Experimento:** selecionar a aba “Ímã em Barra” na parte superior do lado esquerdo da tela e marcar as opções “Ver dentro do ímã” e “Mostrar campo”, logo após, com as duas opções selecionadas, clicar em “Inverter polaridade” e observar o que acontece, em seguida, repetir a inversão de polaridade. Você também pode clicar em cima do ímã e arrastá-lo, colocando primeiramente ao lado direito e depois ao lado esquerdo da bússola. Ver instruções na Figura 1.

Figura 1 – Instrução para o experimento no ambiente ímã de barra do simulador

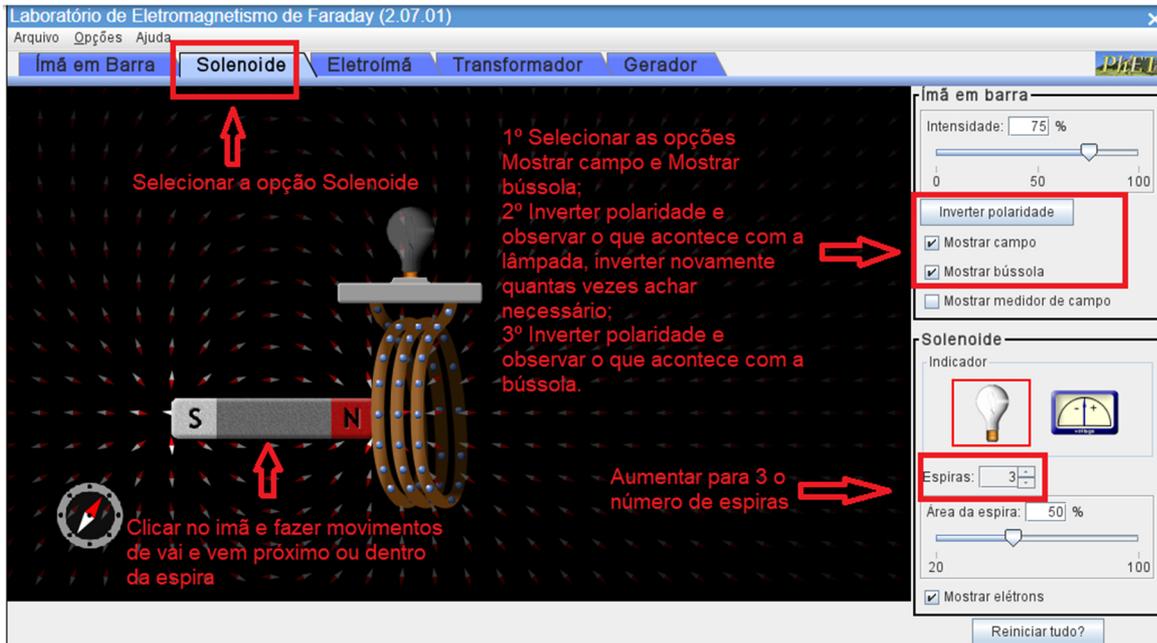


Fonte: Adaptado de Universidade do Colorado (2012).

Para resolver o 1º questionamento, escrever os passos que realizaram para obter os resultados e confirmar ou refutar suas hipóteses, ao fazer isso, vocês precisam justificar embasados no experimento, em pesquisa no livro didático e em uma fonte confiável na internet, revista ou outro livro.

**2º Experimento:** selecionar a aba “Solenoide” na parte superior do lado esquerdo da tela e em seguida marcar as opções “Mostrar campo” e “Mostrar bússola”, logo após, com as duas opções selecionadas, clicar em “Inverter polaridade” e observar o que acontece com a lâmpada, inverter novamente quantas vezes achar necessário, repetir a inversão de polaridade e observar o que acontece com a bússola. Por fim, clicar no ímã e fazer movimentos de vai e vem próximo ou dentro da espira. Ver instruções na Figura 2.

Figura 2 – Instrução para o experimento no ambiente solenoide do simulador



Fonte: Adaptado de Universidade do Colorado (2012).

Para responder o 2º questionamento, escrever os passos que realizaram para obter os resultados e confirmar ou refutar suas hipóteses, ao fazer isso, vocês precisam justificar embasados no experimento, em pesquisa no livro didático e em uma fonte confiável na internet, revista ou outro livro.

**3º Experimento:** Selecionar a aba “Eletroímã” na parte superior da tela, aproximar a bússola das espiras, certificar se as opções “Mostrar campo”, “Mostrar bússola” e “Mostrar elétrons” estão selecionadas, observar o movimento dos elétrons nas espiras e, em seguida, inverter o polo da pilha e observar novamente os elétrons. No segundo momento, trocar a fonte de corrente contínua (DC) para corrente alternada (AC) e observar novamente o movimento dos elétrons nas espiras. Ver instruções na Figura 3.

Figura 3 – Instrução para o experimento no ambiente eletroímã do simulador



Fonte: Adaptado de Universidade do Colorado (2012).

Para responder o 3º questionamento, escrever os passos que realizaram para obter os resultados e confirmar ou refutar suas hipóteses, ao fazer isso, vocês precisam justificar embasado no experimento, em pesquisa no livro didático e em uma fonte confiável na internet, revista ou outro livro.

**4º Experimento:** Selecionar a aba “Gerador” na parte superior da tela, verificar se as opções “Mostrar campo”, “Mostrar bússola” e “Mostrar elétrons” estão selecionadas. Pressionar o botão esquerdo do mouse sobre a barra de abrir e fechar o registro da torneira arrastando-a para direita até o meio, ou seja, até a roda d’água atingir 50 RPM, observar o fluxo de água e a luz gerada na lâmpada. Repita o processo arrastando a barra do registro até o final, atingindo 100 RPM, e faça as mesmas observações. Ver instruções na Figura 4.

Figura 4 – Instrução para o experimento no ambiente gerador do simulador



Fonte: Adaptado de Universidade do Colorado (2012).

Para coletar os dados do fluxo luminoso durante o experimento, crie uma escala, como por exemplo, ausente, baixo, médio ou alto, e preencha o quadro a seguir:

RPM na roda d'água	Fluxo Luminoso
0	
50	
100	

Para responder o 4º questionamento, escrever os passos que realizaram para obter os resultados e confirmar ou refutar suas hipóteses, ao fazer isso, vocês precisam justificar embasados no experimento, em pesquisa no livro didático e em uma fonte confiável na internet, revista ou outro livro.