

## **Simulações Virtuais de Eletromagnetismo no Ensino de Ciências para favorecer o processo de Alfabetização Científica<sup>+</sup>**

---

*Émerson dos Reis Pereira<sup>1</sup>*

Instituto Nossa Senhora Auxiliadora – Oratório

*Carlos Alberto Moreira dos Santos<sup>1</sup>*

Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo

Lorena – SP

### **Resumo**

*As modificações didáticas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências estão atreladas diretamente ao contexto histórico e ao avanço da Ciência e Tecnologia. O presente trabalho trata das contribuições dos simuladores virtuais e das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o processo de ensino e aprendizagem de Física com o tema “Energia e Eletromagnetismo” no Ensino Fundamental. O objetivo deste artigo é verificar e relatar como as atividades com abordagem investigativa, utilizando as simulações online do projeto PhET podem favorecer o processo de Alfabetização Científica em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. Trata-se de uma pesquisa qualitativa realizada com 27 estudantes de 13 a 14 anos de uma escola privada no interior do estado de São Paulo. Para analisar o processo de Alfabetização Científica, durante a aplicação da sequência didática, foram adotados os indicadores apresentados por Sasseron. Os resultados obtidos evidenciaram a presença dos indicadores organização e classificação de informações, raciocínio lógico e proporcional, levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação. A presença dos indicadores aponta que as atividades investigativas, utilizando simuladores virtuais, favorecem o processo de Alfabetização Científica dos estudantes, pois beneficiaram a aprendizagem dos procedimentos científicos para aprofundamento conceitual do tema eletromagnetismo por meio da pesquisa e da experimentação.*

---

<sup>+</sup> Virtual Simulations of Electromagnetism in Science Teaching to Favor the Scientific Literacy Process

<sup>\*</sup> Recebido: 6 de dezembro de 2022.

Aceito: 8 de setembro de 2023.

<sup>1</sup> E-mails: emersonrpereira8@gmail.com; cams-eel@usp.br

**Palavras-chave:** *Ensino de Física; Ensino por Investigação; Ensino Fundamental; Energia e Eletromagnetismo.*

### **Abstract**

*Didactic changes in the teaching and learning process of Science are directly connected to the historical context and the development of the Science and Technology. This work deals with the contributions of virtual simulators and Digital Information and Communication Technologies to the teaching and learning process of Physics with the theme "Energy and Electromagnetism" in the Middle School. The objective of this paper is to verify and report how activities with an investigative approach, using the online simulations of the PhET project, can favor the process of Scientific Literacy in 8th grade students of the Middle School. This is a qualitative research carried out with 27 students from 13 up to 14 years old of a private school in the interior of the São Paulo state. To analyze the Scientific Literacy process, during the application of the didactic sequence, the indicators suggested by Sasseron were used. The results obtained evidenced the presence of the indicators of organization and the classification of information, logical and proportional reasoning, survey and hypothesis test, justification, prediction and explanation. The presence of the indicators has shown that investigative activities, using virtual simulators, favor the Scientific Literacy process in the students, since it promoted the learning of scientific procedures developing the concepts of the electromagnetism through research and experimentation.*

**Keywords:** *Physics Teaching; Teaching by Research; Middle School; Energy and Electromagnetism.*

## **I. Introdução**

O Ensino de Ciências nas escolas passa por constantes transformações. Essas modificações didáticas no processo pedagógico estão atreladas diretamente com o contexto histórico e, principalmente, com o avanço da Ciência e Tecnologia, que estão cada vez mais presentes no cotidiano dos estudantes (CHAGAS; SOVIERZOSKI, 2014; GUILHERME; CHERON, 2019; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O acesso às informações e às interações sociais está sendo cada vez mais mediado pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (KENSKI, 2012). Desse modo, o processo de ensino e aprendizagem deve inserir práticas didáticas capazes de explorar

essas novas formas de interação, comunicação, produção e difusão do conhecimento (KENSKI, 2012; LÉVY 2000).

Atualmente, o Ensino de Ciências deve comprometer-se com a Alfabetização Científica dos estudantes, tornando-os capazes de compreender e transformar a natureza e a sociedade por meio do conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2018; SASSERON, 2015). O estudo de Brito e Fireman (2016) aponta que as práticas pedagógicas baseadas no ensino por investigação, quando desenvolvidas no Ensino Fundamental, podem favorecer de forma positiva o processo de Alfabetização Científica.

Nesse contexto, as simulações presentes nos laboratórios virtuais podem ser consideradas ferramentas capazes de proporcionar atividades experimentais aos estudantes, principalmente nos locais em que a experimentação real não é possível ou viável. Para Paula (2017), essa ferramenta, quando utilizada com uma abordagem investigativa, favorece o protagonismo dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, é necessário que professores e “*pesquisadores sejam estimulados a estudar, tanto os limites, quanto as potencialidades desses recursos em ambientes de ensino e aprendizagem orientados por uma abordagem investigativa*” (PAULA, 2017, p. 99).

A pandemia provocada pela COVID-19 acarretou grandes mudanças no processo de ensino e aprendizagem, sendo que as escolas de Educação Básica tiveram que adotar o ensino remoto e posteriormente o sistema de rodízio, intercalando grupos de alunos presentes na sala de aula e outros acompanhando de forma online. Essas condições inviabilizaram as atividades experimentais reais, principalmente aquelas que podiam colocar a segurança dos estudantes em risco. Diante do exposto, as TDIC fortaleceram-se como ferramentas facilitadoras para a realização de experimentos e investigações.

Portanto, o presente trabalho trata do uso de simulações interativas *online* do projeto *PhET*<sup>2</sup> para o ensino de física com o tema “Energia e Eletromagnetismo”, com o intuito de favorecer o processo de Alfabetização Científica em estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. O objetivo deste artigo é verificar e relatar, por meio dos indicadores propostos por Sasseron (2008), as contribuições das simulações *online* com abordagem investigativa para a Alfabetização Científica no cenário imposto pela COVID-19. Vale ressaltar que a verificação, por meio dos indicadores, ocorreu ao longo do processo de pesquisa e os principais resultados estão relatados neste documento.

## II. Alfabetização Científica e o Ensino por Investigação

Para Chassot (2003), a ciência pode ser considerada uma linguagem. Dessa forma, um ser alfabetizado cientificamente deve ser capaz de ler a natureza e interpretá-la. Nessa perspectiva, a Alfabetização Científica está relacionada com a habilidade do indivíduo em ler,

---

<sup>2</sup> Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.01). Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt_BR). Acesso em: 03 out. 2022.

interpretar e se posicionar fundamentado nos conhecimentos científicos (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

É por meio da Alfabetização Científica que a educação formal prepara seus estudantes para serem agentes de transformação da sociedade, pois o conhecimento científico, quando compreendido, é capaz de contribuir para tomada de decisões mais assertivas, principalmente, no ambiente cada vez mais dinâmico em que eles estão inseridos (BRASIL, 2018, LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Para Sasseron (2015), o conhecimento científico não é algo finalizado ou uma verdade absoluta, ele está em constante transformação e acompanha o avanço científico; por isso, o processo de Alfabetização Científica também deve estar sempre em construção e análise das novas situações durante o processo de ensino e aprendizagem. As novas situações, geradas por essa dinâmica e o surgimento de novos conhecimentos favorecem a “*construção de entendimento, de tomada de decisões e posicionamentos que evidenciam as relações entre as ciências, a sociedade e as distintas áreas de conhecimento*” (SASSERON, 2015, p.56).

Nessa perspectiva, verificar se o processo de Alfabetização Científica está sendo favorecido durante as práticas pedagógicas realizadas em sala não é uma tarefa simples. Para auxiliar os professores nessa tarefa, Sasseron (2008) propôs indicadores para identificar e avaliar o processo de Alfabetização Científica, conforme demonstrado 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 lembradas.
	Classificação de informações	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, 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.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) defende que o Ensino de Ciências deve priorizar as práticas pedagógicas que aproximam os estudantes dos procedimentos científicos por meio da investigação (BRASIL, 2018). Para Brito e Fireman (2016) as atividades que priorizam o ensino por investigação apresentam potencial para promover a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental.

Atualmente, o ensino por investigação não tem como objetivo gerar cientistas; as práticas pedagógicas investigativas devem ter como propósito “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 atividades investigativas se tornam capazes de ensinar, além dos conceitos científicos, os conteúdos procedimentais que circundam a ciência (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Para Carvalho (2018), ao ensinar o conteúdo programático, o professor deve pensar o ensino por investigação de modo a criar oportunidades que permitam aos estudantes pensarem, argumentarem, lerem com criticidade e exporem suas ideias.

## II.1 Eletromagnetismo e as simulações virtuais no Ensino Fundamental

De acordo com a BNCC, o tema eletromagnetismo é um dos objetos de conhecimento relacionados à Física e, nos Anos Finais do Ensino Fundamental, pertence ao componente curricular de Ciências (BRASIL, 2018). Dessa forma, os temas relacionados à Física e à Física Moderna devem ser trabalhados junto aos estudantes pelo professor de Ciências, que fica responsável por conduzir o processo de ensino e aprendizagem desse componente curricular (VIDEIRA; FRANCISQUINI, 2018).

O professor da área de Ciências da Natureza deve ir além da simples transmissão do conhecimento científico: ele precisa conhecer as práticas e procedimentos das ciências que resultam na construção do conhecimento científico, de modo a proporcionar uma aproximação dos estudantes aos processos de investigação científica (BRASIL, 2018; VIDEIRA; FRANCISQUINI, 2018).

Corroborando com esse pensamento, Rosa, Perez e Drum (2007) afirmam que adicionar conteúdos relacionados à Física nos materiais didáticos não é suficiente, uma vez que as práticas pedagógicas precisam promover a Alfabetização Científica. Dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem deve ser capaz de envolver os estudantes intelectualmente na construção do conhecimento (MASSONI; BARP; DANTAS, 2018).

No entanto, um dos maiores desafios para os professores que ensinam Física no Ensino Fundamental é inserir os conceitos dessa disciplina, principalmente os fenômenos abstratos e dinâmicos como os de eletromagnetismo, por meio de imagens fixas (MATOS; MASSONI, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2021). Perante essas dificuldades, as TDIC podem favorecer a visualização desses conceitos por meio de animações e simulações (ZANATTA; SAAVEDRA FILHO, 2020).

Na atualidade, a evolução das TDIC e a criação de laboratórios virtuais, contendo simulações interativas que abordam os conceitos científicos, permitem a reprodução e a manipulação dos experimentos pelos próprios estudantes em telas de aparelhos eletrônicos (PAULA, 2017). Nessa perspectiva, os *softwares* educacionais, por meio de simuladores que realizam experimentos virtuais, podem tornar os conceitos da Física mais interessantes e significativos para os estudantes (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2012; NEIDE *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2021).

Teixeira e Brandão (2003) definem como *softwares* educacionais todas as programações computacionais criadas e utilizadas como instrumento pedagógico, independentemente do nível de escolaridade ou área do conhecimento. Para Paula (2017) muitos *softwares* educacionais permitem que os estudantes possam interagir com o objeto que está em estudo, ou seja, eles podem manipular as variáveis e observar o comportamento dos fenômenos e as mudanças que ocorrem na tela dos aplicativos.

Vale ressaltar que as simulações virtuais não substituem um experimento, pois não retratam toda a complexidade de um ambiente real devido ao processo de modelagem necessário para a produção da simulação, como afirmam Heidemann, Araujo e Veit (2012, p. 972).

*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. Portanto, as simulações computacionais proporcionam ao*

*aluno a interação com uma natureza ideal, ou melhor, com uma representação do objeto ou fenômeno escolhido no processo de modelagem.*

No entanto, as simulações virtuais podem favorecer a aprendizagem quando utilizadas como ferramentas didáticas nas práticas pedagógicas (ARAÚJO *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2021). Além disso, a interatividade proporcionada pelas simulações virtuais pode despertar a curiosidade e a vontade de aprender dos estudantes, uma vez que a manipulação das variáveis favorece “*a visualização de características dos fenômenos físicos reais ou ideacionais e permite que o aprendiz modifique condições para melhor observação e análise*” (ARAÚJO *et al.*, 2021, p. 14).

Nesse contexto, inserir as simulações no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos abstratos e dinâmicos relacionados à Física pode tornar a aula mais dinâmica e significativa para os estudantes, além de favorecer o processo de Alfabetização Científica (ARAÚJO *et al.* 2021; PAULA, 2017).

### **III. Metodologia**

O presente trabalho, que é parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado, analisa a aplicação de uma sequência didática realizada com 27 estudantes, com idade de 13 e 14 anos, do 8º ano do Ensino Fundamental de uma instituição de ensino privada, localizada no interior do estado de São Paulo.

Este artigo possui uma abordagem qualitativa, pois buscou entender como os estudantes enfrentam as atividades de investigação e se elas favorecem o processo de Alfabetização Científica durante as aulas de Ciências. O foco dessa abordagem está na relação dinâmica e inseparável entre o sujeito e o seu mundo, ou seja, o contexto vivenciado por ele (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).

Devido à pandemia da COVID-19, que estava em curso no ano de aplicação da Sequência Didática, nas quatro etapas que serão apresentadas neste artigo, os estudantes participaram em sistema de rodízio, em que alguns deles estavam presenciais e outros *online* pela plataforma *Microsoft Teams*, aplicativo para criar, compartilhar conteúdos e recursos em uma sala de aula remota e *online* (MICROSOFT, 2021).

Para a realização das etapas previstas, foram formadas cinco equipes, sendo duas com seis estudantes e três com cinco. A comunicação entre os membros de 4 equipes aconteceu por meio do *WhatsApp* (WHATSAPP LLC, 2021), ferramenta digital que permite troca de mensagens, fotos e vídeos, além de realizar chamadas de voz e de vídeo, e uma equipe utilizou a plataforma *Microsoft Teams*. Durante as reuniões das equipes, um estudante ficava como “*escrivão*”, ou seja, responsável por registrar as discussões e escrever as hipóteses levantadas.

A coleta dos dados ocorreu por meio das gravações das aulas de Ciências da turma na própria plataforma *Microsoft Teams*, em que as falas dos estudantes presentes no ambiente presencial e virtual foram captadas em áudio pelo notebook utilizado pela professora na sala de aula, e dos vídeos confeccionados pelos estudantes durante a realização dos experimentos nos simuladores virtuais, bem como a observação direta do pesquisador junto à professora da disciplina.

Para analisar os dados coletados por meio dos vídeos e das gravações das aulas, as falas dos participantes foram transcritas e codificadas pelo pesquisador de forma manual. Devido aos direitos autorais e de imagens dos adolescentes, menores de 18 anos, os vídeos não estão disponibilizados. Para verificar se o processo de Alfabetização Científica foi favorecido durante as aulas previstas na Sequência Didática, foram empregados os indicadores propostos por Sasseron (2008).

### III.I Etapas da aplicação da sequência didática

A primeira etapa foi uma avaliação diagnóstica que teve duração de 55 minutos, com três questões sobre conteúdos já trabalhados em aulas anteriores e duas com os novos conceitos a serem estudados. Essa avaliação ocorreu de forma oral e os estudantes discutiram as questões em suas respectivas equipes. Ao final, a professora de Ciências da turma deixou cada equipe expor oralmente os resultados das discussões para todos da turma.

A segunda etapa foi desenvolvida em três aulas, com duração de 50 minutos cada. Para dar início à discussão sobre eletromagnetismo, abordado nas páginas 108 e 109 do livro didático (FARAGO, 2020) utilizado pelos estudantes, a professora explicou o campo magnético de um ímã e apresentou as Fig. 1(a) e (b).

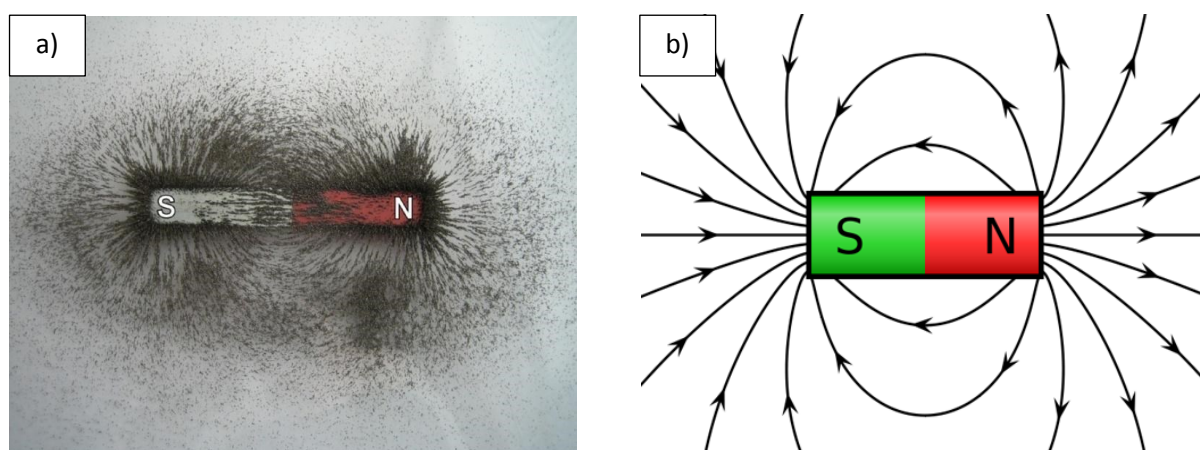


Fig. 1 – a) Campo magnético do ímã representado por limalha de ferro sobre uma folha de papel branco<sup>3</sup>; b) Campo magnético do ímã de barra representado visualmente por linhas imaginárias denominadas de Linhas de Campo Magnético<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Fonte: [https://fuches.files.wordpress.com/2009/02/campo\\_magnetico.jpg](https://fuches.files.wordpress.com/2009/02/campo_magnetico.jpg).



A segunda aula foi destinada para que os estudantes levantassem hipóteses, sem utilizar nenhuma fonte de informações, para 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?

Após as equipes levantarem as hipóteses, os estudantes foram pesquisar informações no livro didático (FARAGO, 2020) e na internet, com o objetivo de confirmar ou não suas hipóteses.

Para ajudar na assimilação do conceito de campo magnético do ímã, a professora passou o vídeo “*Desvendando Indução Magnética e superando dificuldades com Física*”<sup>5</sup> entre 6 minutos e 25 segundos até 10 minutos e 25 segundos. Apresentou também o vídeo “*Tema 14 - Indução Eletromagnética | Experimento - Lei de Faraday: pêndulo eletro-magnético*”<sup>6</sup> para reforçar o conceito de Indução Eletromagnética e da Lei de Faraday.

A terceira etapa foi a realização dos experimentos por meio das simulações interativas *online* no “*Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.1)*”<sup>7</sup> do projeto *PhET* da Universidade do Colorado, desenvolvido por Carl Wieman (UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2021).

Para os estudantes levantarem as hipóteses, a professora apresentou imagens capturadas do simulador (segunda coluna do Quadro 2) e lançou os questionamentos (primeira coluna do Quadro 2), sem disponibilizar o site do simulador e sem consultas ao livro didático. Para cada questionamento eles tiveram 10 minutos para discutir e registrar as hipóteses.

Após as equipes levantarem as hipóteses, foi disponibilizado um arquivo em PDF com as orientações para a realização dos experimentos no simulador, em que os estudantes confirmaram ou não as hipóteses.

Os experimentos de cada equipe foram gravados em vídeos, realizados como atividade extraclasse. Neles os estudantes narraram as interações e os conceitos envolvidos em cada experimento do simulador, e socializaram durante a aula da semana seguinte. Um vídeo foi selecionado e compartilhado nas redes sociais da escola.

---

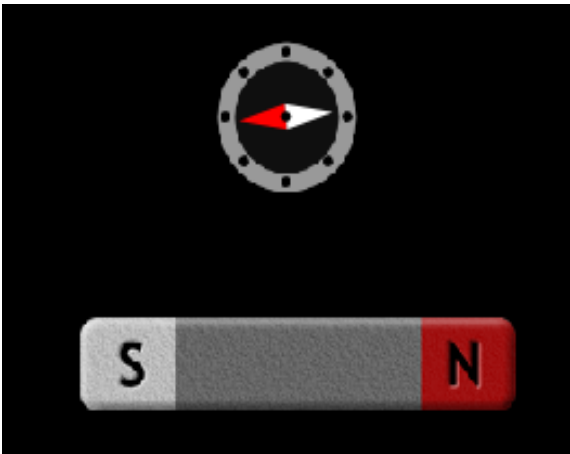
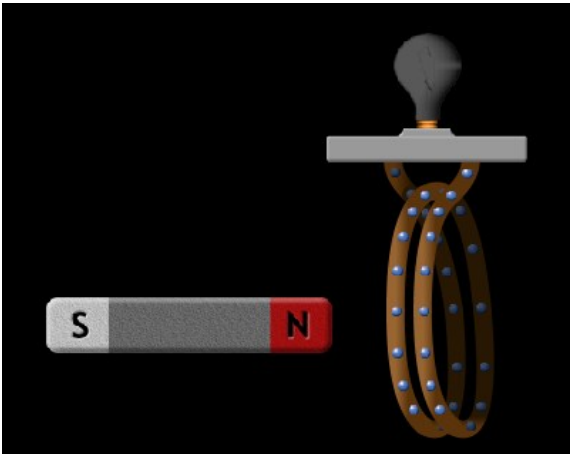
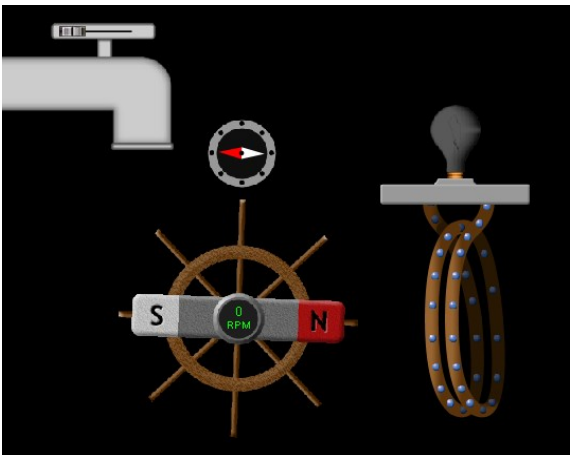
<sup>4</sup> Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mafnetic\\_field.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mafnetic_field.png)

<sup>5</sup> 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: 03 out. 2022.

<sup>6</sup> Tema 14 - Indução Eletromagnética | Experimento - Lei de Faraday: pêndulo eletromagnético. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rba9EdXO368>. Acesso em: 03 out. 2022.

<sup>7</sup> Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.01). Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt_BR). Acesso em 03 out. 2022.

Quadro 2 – Problemas a serem investigados durante os experimentos no simulador.

<p><i>i) Primeiro questionamento:</i></p> <p>O que vai acontecer com a bússola se o ímã virar e inverter os polos? Responda no <i>chat</i> da sua equipe.</p>	
<p><i>ii) Segundo questionamento:</i></p> <p>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?</p>	
<p><i>iii) Terceiro questionamento:</i></p> <p>Como gerar energia para acender a lâmpada da imagem? Quais as transformações de energia ocorrem no processo até chegar à energia luminosa?</p>	

A quarta etapa foi para os estudantes associarem o conteúdo abordado nos experimentos com os processos que ocorrem dentro de uma usina hidrelétrica. Para isso, a professora utilizou uma representação do processo interno de uma hidrelétrica<sup>8</sup>.

Após a apresentação do processo interno da hidrelétrica aos estudantes, a professora fez os seguintes questionamentos:

- a) Qual parte da hidrelétrica foi representada pela torneira no último experimento? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte?
- b) Qual parte da hidrelétrica foi representada pela roda d'água no último experimento? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte?
- c) Em qual parte da hidrelétrica ocorre a mudança de campo magnético gerado pela troca de polaridade do ímã, gerando corrente elétrica nas espiras, processo semelhante ao que ocorreu no último experimento? Quais os tipos de energia estão presentes nesse processo? Como ocorre a transformação de uma energia na outra?

#### IV. Resultados e discussão

Os resultados obtidos e apresentados neste artigo estão divididos em quatro subitens, que obedecem a ordem estabelecida pela sequência didática, descrita no item III.1. Desse modo, o primeiro subitem trata dos resultados e discussão da avaliação diagnóstica; o segundo daqueles obtidos durante a investigação dos estudantes sobre o conceito de eletromagnetismo; o terceiro, durante a realização dos experimentos nos simuladores virtuais do projeto *PhET*, e o quarto, durante a associação dos experimentos com o processo interno de uma usina hidrelétrica.

##### IV.1 Avaliação diagnóstica

Na primeira questão da avaliação diagnóstica, “*É possível criar ou destruir energia? Justifique.*”, verificou-se que os estudantes de quatro equipes possuíam conhecimentos prévios sobre o princípio da conservação de energia, como demonstra a fala de um membro da Equipe 1: “*A energia ela nunca é construída em si, ela é transformada de um outro tipo de energia. Por exemplo, como a energia só surge das marés que se transforma em energia elétrica e ela não pode ser destruída, ela vai ser transformada*”. Apenas a Equipe 5 falou que a energia pode ser destruída. No *feedback* dessa questão, a professora auxiliou reforçando o princípio de conservação da energia, que já havia sido estudado e lembrado nesse momento, afirmando que a energia não pode ser criada ou destruída, ela sempre vai ser transformada.

A segunda questão, “*De onde vem a maior parte da energia elétrica consumida no Brasil? Ela pode ser considerada renovável ou não renovável?*”, demonstrou que todas as

---

<sup>8</sup> ELETRÔNICA PRO. **Componentes de uma usina hidrelétrica**. Disponível em: <http://eletronicapro.blogspot.com/2010/11/componentes-de-uma-usina-hidreletrica.html>. Acesso em: 03 out. 2022.

equipes reconheceram que a maior parte da energia elétrica brasileira vem das usinas hidrelétricas, ou seja, que a principal matriz elétrica do país é a hidráulica (FARAGO, 2020; BRASIL, 2020). Além disso, souberam classificá-la como fonte renovável, como demonstra a fala da Equipe 2: *“A maior parte da energia elétrica consumida aqui do Brasil vem das usinas hidrelétricas. Ela pode ser considerada renovável, porque sempre estamos tendo chuvas, o que contribui para o enchimento de rios que geram movimento nas turbinas das usinas e geram a energia elétrica”*.

Na 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?”*, verificou-se que as quatro equipes que responderam foram capazes de classificar os equipamentos que necessitam de energia elétrica em suas residências e identificar as transformações da energia que ocorrem neles, como demonstra a fala da Equipe 1: *“sim, no caso do meu grupo são muitos equipamentos eletrônico, eles que transformam a energia elétrica em praticamente todo o tipo de energia. Como, por exemplo, o abajur transforma energia elétrica em energia luminosa ou como o fogão, que transforma energia elétrica em energia térmica e luminosa também pela luz da chama, tem o exemplo também 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 também o computador, que, por exemplo, transforma a energia elétrica em energia luminosa, térmica por causa do calor produzido e sonora pelos alto-falantes do computador, etc”*. Os estudantes da Equipe 4 não conseguiram discutir essa questão na chamada privada da Equipe, relatando problemas de comunicação.

Os conhecimentos prévios apresentados pelas equipes evidenciaram que os estudantes assimilaram os temas trabalhados em aulas anteriores, que estão previstos para a disciplina de Ciências na BNCC (BRASIL, 2018). Portanto, já existem ideias substanciais ancoradas para o processo de ensino e aprendizagem do tema eletromagnetismo, que também está determinado na BNCC, no objeto de conhecimento denominado de transformação de energia (BRASIL, 2018).

Desse modo, a Sequência Didática pode favorecer uma aprendizagem significativa para os estudantes, pois *“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).

As respostas para as questões 4, *“Você sabe a relação que o ímã tem com a geração de energia elétrica?”*, e 5, *“Você sabe o que é indução eletromagnética?”*, demonstraram que e os estudantes não tinham conhecimentos relevantes sobre a relação do ímã com a eletricidade e sobre o fenômeno da indução eletromagnética, como demonstraram as falas das Equipes 2 e 4 para as respectivas questões: *“não sabemos a relação entre um ímã e a geração de energia elétrica”* e *“não sabemos o que é indução eletromagnética”*.

Diante do exposto, a avaliação diagnóstica demonstrou a necessidade de trabalhar esse conteúdo de modo a tornar a aprendizagem significativa para os estudantes.

## IV.2 Investigação sobre a aprendizagem conceitual de eletromagnetismo dos estudantes

Para analisar os resultados das investigações, foram utilizados os indicadores estabelecidos por Sasseron (2008). Para identificar os responsáveis pelas falas, adotamos as letras “EE” para Estudante da Equipe, acompanhada do número de identificação da sua respectiva equipe, e a letra “P” para as da professora, como apresentado nos Quadros 3 e 4 com os resultados das investigações realizadas nessa etapa da Sequência Didática.

Quadro 3 – Falas da professora e dos estudantes após a investigação sobre o campo magnético e sua relação com a energia elétrica.

Fala dos participantes	Indicadores
<b>P:</b> 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, “EE 3”?	-
<b>EE 3:</b> Sim, nós achamos que sim, porque com a ajuda da corrente elétrica é gerado um campo magnético.	Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> Alguém colocou diferente?	-
<b>EE 2:</b> Ah, meu grupo colocou que quando uma corrente elétrica ela atravessa um fio condutor é criado um campo magnético.	Raciocínio Lógico Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> Então, vocês acreditam que o campo magnético é influenciado pela corrente elétrica e não o contrário? Será que o contrário também vale? O que vocês acham?	-
<b>EE 2:</b> Acho que pode ser.	-
<b>EE 4:</b> Quando um fio condutor percorrido pela corrente elétrica cria ou influencia um campo magnético.	Raciocínio Lógico Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> Vocês estão me falando que a corrente elétrica gera um campo magnético. Será que um campo magnético pode gerar corrente elétrica?	-
<b>EE 3:</b> Seria relativo?	Levantamento de hipótese
<b>P:</b> Será, vamos discutir gente. Como?	-
<b>EE 4:</b> Acho que sim, um afeta o outro, né.	Organização de informações
<b>P:</b> 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.	-
<b>EE 4:</b> É, tem que tá em movimento, né. Parado não faz.	Previsão
<b>P:</b> Sim, tem que estar em movimento.	-

Na transcrição das falas das Equipes 3, 2 e 4, indicadas pelo código EE3, EE2 e EE4, respectivamente, percebe-se que a **explicação** para o fenômeno em estudo foi acompanhada dos indicadores **justificativa**, ao relatarem que é possível gerar um campo magnético a partir de uma corrente elétrica, e a **previsão**, de que a corrente elétrica percorrida em um fio condutor (ação) vai criar um campo magnético (fenômeno). O **raciocínio lógico** aparece no modo como as Equipes 2 e 4 expõem suas ideias, demonstrando como o fenômeno acontece.

Nas linhas 9 e 11 do Quadro 3, com os códigos EE3 e EE4, respectivamente, o membro da Equipe 3 demonstrou o indicador **levantamento de hipóteses** ao lançar uma pergunta como ponto inicial para o debate. Enquanto o membro da Equipe 4 o indicador **organização de informações**, ao buscar uma ordenação para as informações apontadas durante a discussão.

A fala do membro da Equipe 4, transcrita no último código EE4, apresenta o indicador **previsão**, ao afirmar que é necessário ter o movimento do ímã (ação) para a geração de energia elétrica (fenômeno).

Percebe-se, nas falas dos estudantes durante a discussão transcritas no Quadro 3, que as investigações levaram as equipes a constatarem que a manipulação do campo magnético, por meio da movimentação de um ímã não uniforme, pode provocar corrente elétrica em um fio condutor. Além disso, assimilaram que o contrário também ocorre, ou seja, um campo magnético é criado por um fio condutor transportando corrente elétrica.

Quadro 4 – Falas da professora e dos estudantes após a investigação sobre indução eletromagnética.

Fala dos participantes	Indicadores
<b>P:</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>	-
<b>EE 2:</b> <i>A gente acha que dá pra gera energia elétrica através de um ímã meio que 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
<b>EE 5:</b> <i>Como a gente viu naquele vídeo, usando a energia potencial no ímã.</i>	Teste de hipóteses
<b>P:</b> <i>Isso mesmo! Um ímã parado próximo a uma espira pode gerar corrente elétrica?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>Não, é preciso de movimento do ímã.</i>	Explicação Previsão
<b>P:</b> <i>O que isso prova?</i>	-
<b>EE 2:</b> <i>Que a gente precisa do movimento, o ponto inicial.</i>	Explicação Previsão
<b>P:</b> <i>Legal! A energia gerada pelo ímã é criada ou transformada?</i>	-
<b>EE 3:</b> <i>Transformada.</i>	Teste de hipóteses
<b>Professora:</b> <i>Por quê?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>Porque inicia da transformação do movimento como ponto inicial.</i>	Explicação Justificativa Previsão
<b>P:</b> <i>Isso mesmo! Quais são as transformações da energia que ocorrem nesse processo?</i>	-

<b>EE 2:</b> <i>Acho que é a transformação da energia eletromagnética em energia elétrica.</i>	Teste de hipóteses Explicação
<b>P:</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>	-
<b>Estudante (não foi possível identificar a equipe):</b> <i>Acho que é no movimento.</i>	Teste de hipóteses
<b>P:</b> <i>Isso mesmo! No movimento. Qual energia é relacionada ao movimento?</i>	-
<b>Estudante (não foi possível identificar a equipe):</b> <i>Então, é energia cinética em energia elétrica.</i>	Teste de hipóteses Explicação
<b>P:</b> <i>Certo! A energia cinética é transformada em energia elétrica, pela indução eletromagnética.</i>	-

Percebe-se o indicador **teste de hipóteses**, identificados nas falas dos estudantes no Quadro 4, quando eles respondem os questionamentos da professora sobre a possibilidade de um ímã gerar energia elétrica, colocando à prova as suposições elaboradas pelas suas respectivas equipes durante a investigação.

Na primeira fala do membro da Equipe 2, com o código EE2, nota-se que ele emprega o **raciocínio lógico** para estabelecer conexões entre as informações levantadas sobre o eletromagnetismo em sua **explicação**, **justificando** suas afirmações e fazendo uma **previsão** de que um ímã tem a capacidade de gerar corrente elétrica em um condutor elétrico.

As falas de um dos membros das Equipes 2 e 4, transcritas nas linhas 5, 7 e 11 do Quadro 4, demonstram que o indicador **explicação** aparece com a **previsão** de que o movimento do ímã é o ponto inicial na geração de energia. A Equipe 2 ainda demonstra, na linha 11, o indicador da **justificativa** ao garantir que a transformação da eletricidade tem início no movimento realizado pelo ímã.

Um membro da Equipe 2 e um estudante cuja equipe não foi possível identificar deixam evidente em suas falas, transcritas nas linhas 13 e 17, que a **explicação** para a transformação em energia elétrica não foi acompanhada de justificativa; essa garantia foi complementada pela professora quando ela afirmou que a energia é transformada pela indução eletromagnética.

Nas falas dos estudantes, apresentadas no Quadro 4, percebe-se que as equipes conseguiram compreender o fenômeno da indução eletromagnética, pois associaram o movimento do ímã com a geração de energia elétrica, e o princípio da conservação de energia, ao afirmarem que a energia elétrica é resultado da transformação da energia cinética do movimento realizado pelo ímã.

A análise das falas das equipes, proferida durante as discussões conduzidas pela professora para verificar os resultados das investigações, evidenciou os seguintes indicadores da Alfabetização Científica: Organização de Informações (1); Levantamento de hipóteses (1); Teste de hipóteses (6); Justificativa (5); Previsão (8); Explicação (9); e Raciocínio Lógico (3).

### IV.3 Experimentos nos simuladores virtuais do projeto PhET

Para ilustrar os experimentos, apresentados nos vídeos confeccionados pelas próprias equipes, capturamos imagens e montamos uma sequência das experimentações. Para analisar as falas presentes nos vídeos das equipes, as transcrições foram fragmentadas e estão apresentadas por experimentos, sendo identificadas como Equipe 1 a 4. A Equipe 5 não apresentou o vídeo: dois integrantes relataram que realizaram os experimentos individuais e não confeccionaram o vídeo por dificuldade de comunicação com os demais membros da equipe.

O primeiro experimento está ilustrado na Fig. 2 e as falas dos estudantes durante a experimentação estão transcritas no Quadro 5.

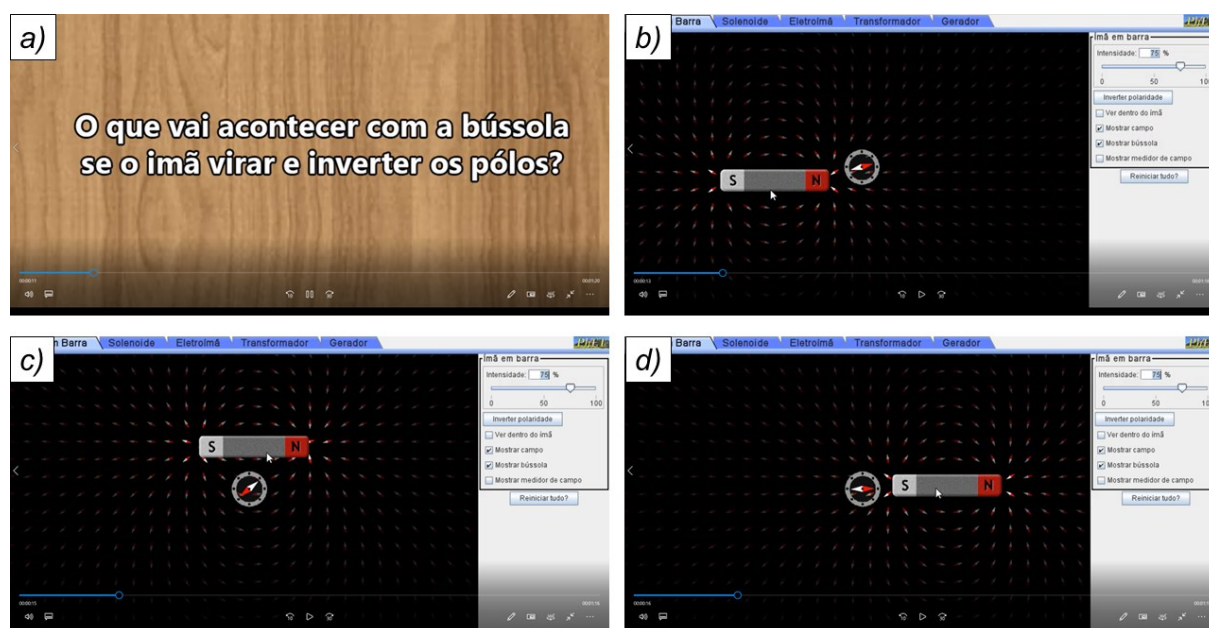


Fig. 2 – Primeiro experimento: a) problema proposto. As figuras b) a d) apresentam manipulações do ímã ao redor da bússola causando alteração do campo magnético, demonstrado pela movimentação da agulha da bússola.

Na análise das falas proferidas pelas Equipes 1 e 2 durante os vídeos, que estão transcritas no Quadro 5, ao realizarem o primeiro experimento no simulador, podemos observar o indicador **teste de hipóteses** quando eles confirmam e, no caso da Equipe 2, que reformulou uma explicação mais precisa após a manipulação do simulador. Percebe-se o indicador **raciocínio lógico** no modo como eles organizam e expõem as ideias, ao fazerem a **previsão** de que o ponteiro da bússola mudaria de direção, e forneceram uma **justificativa** embasada na alteração do campo magnético, tornando a **explicação** mais sólida e coerente.



Quadro 5 – Transcrição das falas durante o primeiro experimento.

Fala dos participantes	Indicadores
<b>Equipe 1:</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, por causa do magnetismo, ela vai mudar a direção do ponteiro da bússola.</i>	Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação Raciocínio Lógico
<b>Equipe 2:</b> <i>O que vai acontecer com a bússola se o ímã virar e inverter os polos?</i> <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> <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 N e S, norte e sul, a agulha da bússola é invertida, então se eu inverter aqui os polos norte e sul a agulha da bússola vai inverter também e os sentidos da linha de indução do campo magnético se inverte também, éé... O campo magnético é essas... esses ponteiros aqui de trás, aí se inverter, eles inverte juntos ó, tá vendo, inverteu.</i>	Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico
<b>Equipe 3:</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
<b>Equipe 4: Membro A</b> – <i>O que vai acontecer se o ímã virar e inverter os polos?</i> <b>Equipe 4: Membro B</b> – <i>A gente viu que a bússola vai inverter os polos dela por conta do campo magnético do ímã.</i>	Previsão Explicação

Na fala da Equipe 3, notam-se dois indicadores: o indicador de **organização de informações**, ao descrever e ordenar as informações obtidas durante a execução do experimento, e o indicador **explicação**. No entanto, é importante ressaltar que a **explicação** apresentada ainda está em fase de construção, pois não foi fornecida uma justificativa conceitual sólida para sustentar o que estava sendo exposto. Já a **explicação** da Equipe 4 contou com a **previsão** que a inversão dos polos do ímã resultaria na inversão dos polos da bússola devido a alteração dos polos magnéticos.

Nas transcrições das falas dos estudantes, apresentadas no Quadro 5, percebe-se que as equipes compreenderam a relação existente entre o campo magnético e o ímã, pois conseguiram perceber, durante o experimento, que o movimento do ímã causou alteração no campo magnético, uma vez que observaram e relataram a mudança de direção da agulha na bússola.

A análise das falas das Equipes 1 e 2 evidenciou a presença dos indicadores Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação e Raciocínio Lógico. Já a Equipe 3 apresentou os indicadores Organização de Informações e Explicação e a Equipe 4 os indicadores de Previsão e Explicação.

O segundo experimento está ilustrado na Fig. 3 e as falas dos estudantes durante a experimentação estão transcritas no Quadro 6.

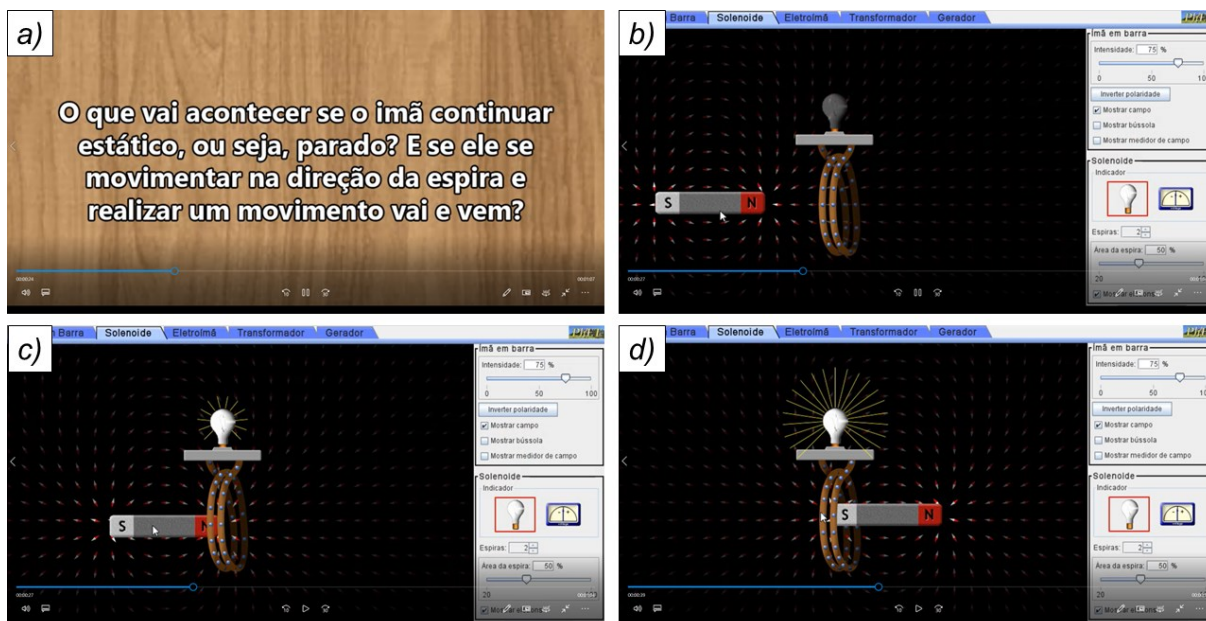


Fig. 3 – Segundo experimento: a) problema proposto; b) ímã parado e lâmpada apagada. Em c) e d) está apresentada a manipulação do ímã dentro da espira em movimento de vai e vem com a lâmpada acesa.

Quadro 6 – Transcrição das falas durante o segundo experimento.

Fala dos participantes	Indicadores
<p><b>Equipe 1:</b> <i>Se ele ficar parado não irá gerar o movimento, ou então, 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, olha.</i></p>	<p>Raciocínio Lógico Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação</p>
<p><b>Equipe 2:</b> <i>Bom gente, na pergunta 2 é... 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?</i> <i>A nossa resposta foi de..., 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, é... a nossa resposta a gente acha que tá 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, ó, vai gerar energia elétrica, então a gente acha que tá certa.</i></p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>
<p><b>Equipe 3:</b> <i>Nessa parte podemos observar que quando o ímã é movimentado ele acende a lâmpada.</i></p>	<p>Organização de Informações Explicação</p>

<p><b>Equipe 4: Membro A</b> – <i>O que vai acontecer se o ímã continuar estático, ou seja, parado?</i></p>	
<p><b>Equipe 4: Membro B</b> – <i>Se o ímã ficar parado não vai acontecer nada.</i></p>	
<p><b>Equipe 4: Membro A</b> – <i>E se ele se movimentar em direção a espira e realizar o movimento de vai e vem?</i></p>	<p>Previsão Teste de Hipóteses Explicação</p>
<p><b>Equipe 4: Membro B</b> – <i>Se ele realizar o movimento de vai e vem a luz vai ficar ligando e desligando, assim olha.</i></p>	

Na realização do segundo experimento, percebe-se que as Equipes 1 e 2 **testaram** e confirmaram suas **hipóteses**. Durante as **explicações**, eles incluíram a **previsão** de que era necessário movimentar o ímã para acender a lâmpada, bem como a **justificativa** de que o resultado foi capaz de gerar energia elétrica na espira. Esses elementos indicam o emprego do **raciocínio lógico** na estruturação e exposição dos pensamentos.

Notam-se, na fala da Equipe 3, os indicadores **organização de informações**, ao descrever e ordenar as informações obtidas durante a execução do experimento, e o indicador **explicação**, que não foi acompanhado de uma justificativa conceitual sólida como garantia para sustentar a ideia e o pensamento apresentado.

Ao manipular o experimento, a Equipe 4 realizou um **teste de hipóteses** e verificou que sua suposição estava correta. É possível observar, na transcrição do vídeo da Equipe, que o indicador **explicação** foi acompanhado da **previsão**, ao afirmar que o ímã parado não produziu nenhum efeito, mas seu movimento foi capaz de acender a lâmpada, porém sem uma garantia sólida para justificar esse fenômeno.

Percebe-se, nas transcrições apresentadas no Quadro 6, que o segundo experimento possibilitou às equipes entenderem o fenômeno da indução eletromagnética, pois elas demonstraram e explicaram que o ímã em movimento próximo à espira gerou corrente elétrica, responsável por fazer a lâmpada acender.

A análise das falas das equipes 1 e 2 evidenciaram a presença dos indicadores Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação e Raciocínio Lógico. Já a análise da fala da Equipe 3 apresentou os indicadores Organização de Informações e Explicação e a fala da Equipe 4 mostrou os indicadores da Previsão, Teste de Hipóteses e Explicação.

O terceiro experimento está ilustrado na Fig. 4 e as falas dos estudantes durante a experimentação estão transcritas no Quadro 7.

Nas narrações do terceiro experimento, transcritas no Quadro 7, é perceptível que as Equipes 1, 2 e 4 realizaram o **teste das hipóteses** formuladas durante a realização do experimento. Também é possível notar o indicador **raciocínio lógico** no modo como os estudantes estruturam as ideias e apresentam o conceito desenvolvido pelas equipes durante a atividade. Nas **explicações**, percebem-se os indicadores **previsão**, quando afirmam que a eletricidade necessária para manter a lâmpada acesa foi gerada pela queda de água e pelo movimento do ímã próximo à espira, e **justificativa**, quando relatam que os fenômenos observados durante o experimento foram resultados das transformações da energia. Já o indi-

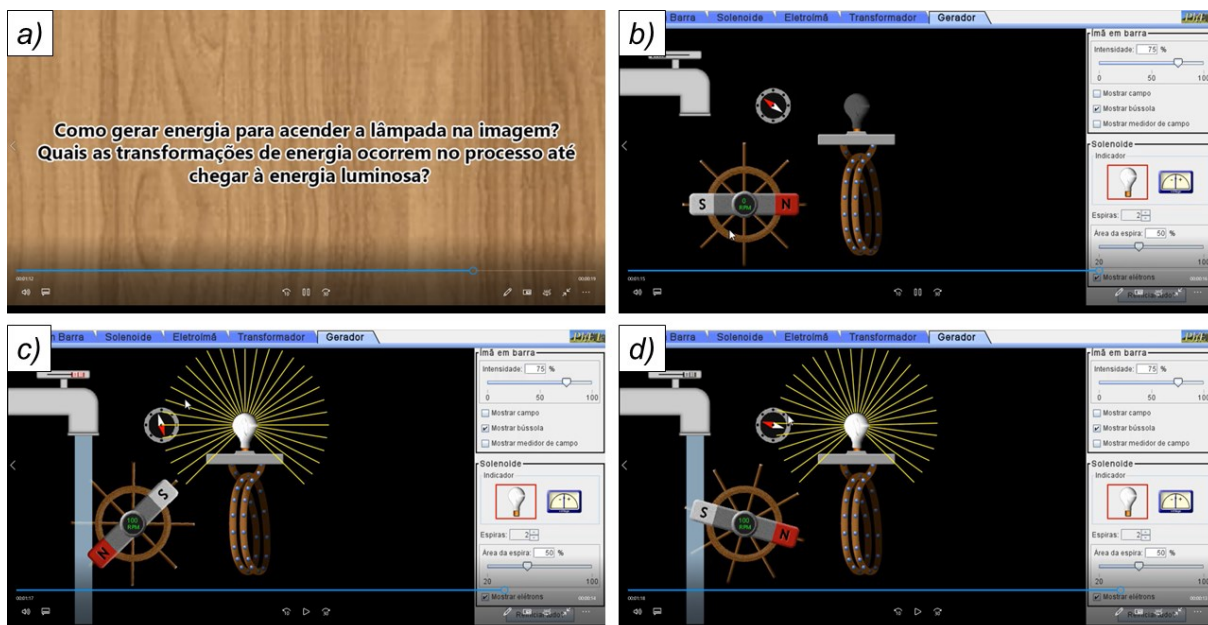


Fig. 4 – Terceiro experimento: a) problema proposto; b) ponto inicial, torneira fechada. Em c) e d) são mostradas a manipulação abrindo a torneira, a queda d'água rotacionando o ímã e a geração de energia na espira para acender a lâmpada.

Quadro 7 – Transcrição das falas durante o terceiro experimento.

Fala dos participantes	Indicadores
<p><b>Equipe 1:</b> 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), fazendo o ímã rodar, que irá mover a direção da bússola e aumentar a corrente elétrica em volta da lâmpada, gerando assim eletricidade suficiente para manter ela acesa.</p>	<p>Raciocínio Lógico Raciocínio proporcional Teste de Hipóteses Justificativa Previsão Explicação</p>
<p><b>Equipe 2:</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 nós temos que ligar a torneira que vai girar o ímã, que com a movimentação do ímã vai gerar energia elétrica que vai ligar a luz e a transformação vai ser de energia cinética em energia elétrica e da espira 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 aqui.</p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>
<p><b>Equipe 3:</b> Para conseguirmos deixar lâmpada acesa é só ligar a torneira, pois o leme (roda d'água) vai começar a girar e o ímã também, fornecendo energia que vai deixar a lâmpada acesa.</p>	<p>Organização de Informações Explicação Previsão</p>

<p><b>Equipe 4: Membro A</b> – <i>Como gerar energia para acender a lâmpada na imagem?</i></p> <p><b>Equipe 4: Membro C</b> – <i>Eles geram energia girando a roda d'água.</i></p> <p><b>Equipe 4 Membro A</b> – <i>Quais as transformações de energia ocorrem no processo até chegar à energia luminosa?</i></p> <p><b>Equipe 4 Membro C</b> – <i>É a energia cinética que muda para energia mecânica e depois vira energia eletromagnética que se transforma em energia elétrica e depois em energia luminosa quando acende a lâmpada.</i></p>	<p>Teste de Hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio Lógico</p>
--	---

cador **raciocínio proporcional** aparece na transcrição da Equipe 1, ao estabelecer uma relação entre a quantidade de água liberada pela torneira, a rotação da roda d'água, a corrente elétrica gerada e a iluminação resultante na lâmpada.

Percebe-se, na fala da Equipe 3, os indicadores **organização de informações**, ao descrever e ordenar as informações obtidas durante a execução do experimento, e o indicador **explicação**, que foi acompanhado da **previsão** que a queda da água movimentou o ímã para gerar a energia capaz de acender a lâmpada.

As falas das equipes, transcritas no Quadro 7, demonstram que os estudantes, ao realizarem o terceiro experimento tiveram contato com um processo muito semelhante ao que acontece na maioria das usinas hidrelétricas, visto que conseguiram associar a queda d'água, ao abrir a torneira, com a geração de energia elétrica, por meio da transformação da energia cinética provocada pela rotação do ímã próximo à espira em eletricidade por indução eletromagnética, que, por sua vez, foi responsável por acender a lâmpada durante o experimento.

A análise da fala da Equipe 1 evidenciou a presença dos indicadores Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação, Raciocínio Lógico e Raciocínio Proporcional. Já as Equipes 2 e 4 mostraram a presença dos indicadores Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação, Raciocínio Lógico e a Equipe 3 os indicadores Organização de Informações, Previsão e Explicação.

A Equipe 3 apenas narrou os experimentos, sem apresentar as hipóteses levantadas e os conceitos trabalhados. O fato de o experimento ter sido realizado como tarefa extraclasse, sem o acompanhamento da professora, pode ter gerado falta de entendimento da proposta, pois um integrante relatou que eles realizaram o levantamento das hipóteses e discutiram os conceitos, mas acharam que não era necessário colocar no vídeo.

#### IV.4 Os experimentos e os processos internos das usinas hidrelétricas

As falas da professora, ao apresentar os questionamentos comparando a Figura 2 com o terceiro experimento, e as dos estudantes ao relatarem as discussões das equipes, estão apresentadas nos Quadros 8 a 10, nos seguintes itens:

**i) Primeiro questionamento:**

Quadro 8 – Transcrição das falas durante o primeiro questionamento.

Fala dos participantes	Indicadores
<p><b>P:</b> <i>Vamos associar os experimentos com o funcionamento de uma usina hidrelétrica. Vou ler a pergunta e por ordem dos grupos vamos discutindo os resultados. A primeira pergunta é: Qual parte da hidrelétrica foi representada pela torneira? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte? Vamos lá Grupo 1, o que vocês colocaram?</i></p>	-
<p><b>EE 1:</b> <i>Então... a parte representada seria o reservatório e a porta de controle e a gente acha que é a energia seria a gravitacional e a cinética.</i></p>	Classificação de informações Teste de hipóteses
<p><b>P:</b> <i>Grupo 2?</i></p>	-
<p><b>EE 2:</b> <i>Nosso grupo colocou que a torneira representa a porta de controle, acho que é ela que solta a água do reservatório, igual a torneira, e a energia que tá presente nessa parte é a hidrelétrica.</i></p>	Classificação de informações Justificativa Explicação
<p><b>P:</b> <i>Hidrelétrica é um tipo de energia? Não vou ditar as respostas, vou lançar questionamentos, ok. Hidrelétrica é um tipo de energia?</i></p>	-
<p><b>EE 2:</b> <i>Sim, porque é a energia que é transformada pelo movimento da água.</i></p>	Levantamento de hipóteses Explicação
<p><b>P:</b> <i>Então, mas que tipo de energia foi formado com o movimento da água?</i></p>	-
<p><b>EE 2:</b> <i>A elétrica. Ah, é verdade, é a hidrelétrica que faz a energia elétrica. Então o tipo de energia é a elétrica.</i></p>	Raciocínio lógico Justificativa Explicação
<p><b>P:</b> <i>Isso mesmo! Vamos lá, Grupo 3?</i></p>	-
<p><b>EE 3:</b> <i>Achamos que é a porta de controle. A gente acha que a energia é a cinética.</i></p>	Classificação de informações Teste de hipóteses
<p><b>P:</b> <i>Grupo 4?</i></p>	-
<p><b>EE 4:</b> <i>Nosso grupo colocou que é a torneira que representa a porta de controle, porque é ela que controla a água, e a energia é energia potencial gravitacional, porque é a força da gravidade que vai fazer a água cair para gerar a energia lá.</i></p>	Classificação de informações Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Justificativa Previsão Explicação
<p><b>P:</b> <i>Grupo 5?</i></p>	-
<p><b>EE 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, porque a água tá com pressão da gravidade.</i></p>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
<p><b>P:</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></p>	-

<b>EE 2:</b> <i>Da água, é o reservatório e a represa, que estão sendo controlados pela porta de controle.</i>	Organização de informações Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
<b>P:</b> <i>Isso mesmo! Então, qual é o tipo de energia que está presente nessa parte, seja na porta de controle, no reservatório ou na represa?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>Energia cinética por causa do movimento da água caindo.</i>	Teste de hipóteses Justificativa Explicação
<b>P:</b> <i>Mas que tipo de energia agiu sobre a água para que ela caísse?</i>	-
<b>EE 2:</b> <i>Energia da gravidade, porque é a força da gravidade que faz a água cair. Tem um nome específico ou é energia da gravidade mesmo?</i>	Teste de hipóteses Justificativa Previsão Explicação
<b>EE 5:</b> <i>Nosso grupo colocou que é energia gravitacional.</i>	-

Na fala da Equipe 1, transcrita no Quadro 8, foi possível identificar o indicador de **classificação de informações**, pois estabeleceram a relação existente entre a torneira do simulador, o reservatório e a porta de controle representados na usina hidrelétrica. Além disso, pode-se observar o indicador de **teste de hipóteses**, pois o estudante afirmou que os tipos de energia envolvidos nessa parte são a gravitacional e a cinética, colocando à prova a suposição levantada pela equipe com base nos conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores.

Na primeira fala da Equipe 2 é possível identificar o indicador de **classificação de informações**. O estudante estabeleceu relações entre os elementos do experimento e aqueles representados na hidrelétrica. A **explicação** fornecida para a associação da torneira com a porta de controle foi acompanhada de uma **justificativa**, destacando que nos dois casos ocorre a liberação de água para a geração de energia.

Em relação ao tipo de energia representado nessa parte, a professora teve que direcionar a equipe por meio de novos questionamentos, conforme descrito na quinta linha do quadro, uma vez que a resposta do estudante estava equivocada. Um dos membros da Equipe 2, com a fala transcrita na sexta linha, apresentou uma hipótese a ser confirmada ou refutada, mostrando assim o indicador de **levantamento de hipóteses**. Por sua vez, a terceira resposta, transcrita na oitava linha, utilizou o **raciocínio lógico** para **explicar** o fenômeno, acompanhado de uma **justificativa** que afirmava que a energia produzida na hidrelétrica é a energia elétrica.

A Equipe 3 demonstrou o indicador **classificação de informações** em sua fala, uma vez que o estudante estabeleceu relações entre os elementos do experimento e os elementos de uma hidrelétrica. Ao afirmar que a energia envolvida nessa parte específica é a energia cinética, ele submeteu o resultado da equipe ao **teste de hipóteses**, buscando verificar a suposição formulada.

Na fala registrada na décima segunda linha, é perceptível que o membro da Equipe 4 utilizou a **classificação de informações** ao estabelecer conexões entre a torneira do experimento e a porta de controle. A exposição do pensamento demonstrou a presença de **raciocínio lógico** e **raciocínio proporcional**, uma vez que a **explicação** incluiu uma **justificativa** e uma **previsão** de que ambos os itens mencionados têm influência sobre a quantidade de água e o fluxo, devido à força da gravidade (energia potencial gravitacional), para gerar energia.

Na fala do membro da Equipe 5, transcrita na décima quarta linha, foi possível perceber o indicador **classificação de informações**, uma vez que ele estabeleceu conexões entre a torneira do experimento, o reservatório e a porta de controle. A **explicação** fornecida, ao mencionar que a energia envolvida é a energia potencial gravitacional, demonstrou o uso do **raciocínio lógico**. Percebe-se o indicador **justificativa**, quando ele afirma que a pressão exercida sobre a água no reservatório ocorre devido à força da gravidade.

A resposta fornecida por um membro da Equipe 2, na décima sexta linha, deixa perceptível que o estudante apresentou um arranjo dos dados obtidos anteriormente e estabeleceu relações entre eles, indicando as características dos indicadores de **organização** e **classificação de informações**. Além disso, a **explicação** e **justificativa** fornecidas para a representação da torneira como a porta de controle, devido à sua função em controlar a vazão do reservatório e da represa, nos permitem identificar o indicador de **raciocínio lógico**.

É possível notar que o estudante da Equipe 4, em sua fala transcrita na décima oitava linha, aplicou o pensamento e recorreu aos conhecimentos adquiridos para fornecer uma resposta, revelando o indicador de **teste de hipóteses**. A **explicação** dada para o tipo de energia ser a energia cinética ganhou respaldo quando o estudante **justificou** que a água realiza movimento ao passar pela porta de controle.

A fala da Equipe 2, transcrita na vigésima linha, revela que a hipótese inicialmente levantada pela equipe foi refutada, mas eles conseguiram chegar à resposta correta com base nas discussões ocorridas na aula. Isso demonstra o indicador de **teste de hipóteses**. Ao afirmar que o tipo de energia envolvida é a energia gravitacional, o estudante buscou **justificar** e fazer uma **previsão** relacionada à força da gravidade exercida sobre a água, que resultaria em sua queda. Essa abordagem permitiu a relação entre as informações e deu garantia à **explicação** fornecida.

O primeiro questionamento, apresentado pela professora no Quadro 8, buscou levar os estudantes a estabelecerem relações entre a torneira do experimento com o reservatório e a porta de controle de uma usina hidrelétrica, assim como o tipo de energia envolvida naquela parte.

Percebe-se, a partir da transcrição das falas dos estudantes, que eles compreenderam os tipos de energias envolvidos naquele momento, pois relataram a energia potencial gravitacional, na ação da gravidade como responsável pela queda d'água, e a energia cinética,



como resultado do movimento da água, que aconteceu durante o experimento ao abrir a torneira e associaram com o funcionamento da porta de controle da usina hidrelétrica.

A análise deste fragmento demonstrou a presença dos seguintes indicadores da Alfabetização Científica: Classificação de Informações (6); Organização de Informações (1); Levantamento de hipóteses (1); Teste de hipóteses (4); Justificativa (7); Previsão (2); Explicação (8); Raciocínio Lógico (4); e Raciocínio Proporcional (1).

## ii) Segundo questionamento:

Quadro 9 – Transcrição das falas durante o segundo questionamento.

Fala dos participantes	Indicadores
<b>P:</b> <i>Agora vamos para questão 2. Qual parte da hidrelétrica foi representada pela roda d'água? Qual é o tipo de energia que está presente nessa parte? Grupo 1?</i>	-
<b>EE 1:</b> <i>Bom, eu acho que a parte que representa seria a turbina e a energia nessa parte é a cinética também.</i>	Classificação de informações
<b>P:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
<b>EE 2:</b> <i>A mesma coisa, colocamos que a parte é a turbina e a energia é a cinética.</i>	Classificação de informações
<b>P:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
<b>EE 3:</b> <i>Turbina e energia cinética também.</i>	Classificação de informações
<b>P:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>A gente colocou que é a turbina e a energia cinética, por causa do movimento, que ela está girando.</i>	Classificação de informações Raciocínio lógico Justificativa Explicação
<b>P:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
<b>EE 5:</b> <i>A turbina e energia cinética também.</i>	Classificação de informações

As falas das equipes 1, 2, 3, 4 e 5, transcritas no Quadro 9, revelam a presença do indicador **classificação de informações**. Isso pode ser observado quando essas equipes comparam e estabelecem relações entre o movimento da roda d'água no simulador e a turbina, além de relatar que é a energia cinética que está presente nessa parte da usina hidrelétrica.

O membro da equipe 4 apresentou seu pensamento por meio de uma **explicação** acompanhada de **justificativa**, ressaltando que o movimento de rotação da roda d'água e da turbina é a energia cinética. Essa abordagem clara e lógica reflete a presença do indicador de **raciocínio lógico** em sua argumentação.

Nas transcrições das falas, apresentadas no Quadro 9, percebe-se que objetivo de levar as equipes a comparar a turbina de uma usina hidrelétrica com a roda d'água presente no experimento foi atingido, uma vez que fizeram essa comparação de forma correta e

identificaram que o tipo de energia presente naquela parte era a energia cinética, gerada pelo movimento realizado por elas.

Ficou evidente, na análise deste fragmento, a presença dos seguintes indicadores da Alfabetização Científica: Classificação de Informações (5); Justificativa (1); Explicação (1); e Raciocínio Lógico (1).

### iii) Terceiro questionamento:

Quadro 10 – Transcrição das falas durante o terceiro questionamento.

Fala dos participantes	Indicadores
<b>P:</b> <i>Vamos para a questão 3. Em qual parte da hidrelétrica ocorre a 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>	-
<b>EE 1:</b> <i>Eu acho que isso seria no gerador e na turbina, porque o gerador teria as espiras e na turbina tem o ímã, então, a gente acha que o movimento dessa turbina que vai gerar energia no gerador.</i>	Classificação de Informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> <i>Grupo 2?</i>	-
<b>EE 2:</b> <i>Colocamos que é no gerador e no transformador, porque o movimento do ímã próximo a espira vai ocorrer a... a indução eletromagnética, que vai ser transformada em energia elétrica.</i>	Classificação de Informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> <i>Grupo 3?</i>	-
<b>EE 3:</b> <i>O gerador e o transformador.</i>	Classificação de Informações
<b>P:</b> <i>Por quê?</i>	-
<b>EE 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
<b>P:</b> <i>Grupo 4?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>Isso acontece na usina geradora.</i>	Classificação de Informações
<b>P:</b> <i>Qual a diferença entre a usina geradora e o transformador?</i>	-
<b>EE 4:</b> <i>É porque a usina geradora parece agrupar as 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 vai transformar em elétrica.</i>	Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
<b>P:</b> <i>Grupo 5?</i>	-
<b>EE 5:</b> <i>Nosso grupo achou que é o gerador, o transformador e as linhas de energia.</i>	Classificação de Informações
<b>P:</b> <i>A linha de energia não seria a parte de transmissão? Será que ela faz parte da transformação?</i>	-

<b>EE 5:</b> <i>Verdade, só transmite.</i>	Teste de hipóteses
<b>Outro EE 5:</b> <i>Então, é na usina geradora, né. Vendo aqui 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

Nas transcrições das falas das Equipes 1, 2, 3 e 4, apresentadas no Quadro 10, foi possível identificar o indicador de **classificação de informações**, pois classificaram e estabeleceram relações entre os elementos abordados no contexto. Além disso, a **justificativa** apresentada para a transformação da energia cinética em energia elétrica incluiu uma **previsão**, descrevendo que o movimento das turbinas seria responsável pela indução magnética para a geração de energia, que posteriormente seria transformada em eletricidade pelo transformador. Essa **explicação** estruturada e a forma como o pensamento foi exposto revelam o indicador de **raciocínio lógico**.

Na primeira fala da Equipe 5, foi possível identificar o indicador de **classificação de informações**, pois classificaram e estabeleceram relações entre os elementos abordados no contexto. A segunda fala revelou que, após a intervenção da professora, a equipe reconheceu que havia respondido incorretamente sobre as linhas de energia inicialmente. No entanto, eles compreenderam que essas linhas não participam da transformação da energia, mas sim desempenham o papel de transmissão, fato que indica a presença do indicador de **teste de hipóteses**, em que a equipe revisou e corrigiu sua suposição inicial com base nas informações apresentadas pela professora.

Na última fala do membro da equipe 5 é possível observar a presença do indicador de **organização de informações**, pois ele buscou estruturar as informações discutidas durante as falas dos colegas das outras equipes para formular sua resposta. Além disso, o modo como o pensamento foi apresentado revela a presença do **raciocínio lógico**. Sua **explicação** inclui uma **justificativa** e uma **previsão**, enfatizando que a energia cinética gerada pelo movimento da turbina é capaz de ser transformada em energia elétrica pelo gerador através da indução eletromagnética. Essa abordagem demonstra uma explicação mais segura e embasada.

As falas das equipes, transcritas no Quadro 10, demonstram que os estudantes, durante a realização dos experimentos nas simulações *online*, relacionaram os fundamentos do eletromagnetismo com a geração de energia elétrica, pois foram capazes de entender as transformações de energia que ocorrem, por meio da indução eletromagnética, no processo de produção de uma usina hidrelétrica.

A análise deste fragmento demonstrou a presença dos seguintes indicadores da Alfabetização Científica: Classificação de Informações (5); Organização de Informações (1); Teste de hipóteses (1); Justificativa (5); Previsão (5); Explicação (5); e Raciocínio Lógico (5).

As evidências dos indicadores da Alfabetização Científica, observadas e relatadas durante todas as atividades propostas na Sequência de Ensino Investigativo, descritas neste trabalho, estão organizadas e separadas por equipe na Tabela 1.

Tabela 1 – Evidências dos indicadores da Alfabetização Científica observadas em cada Equipe.

Grupo de indicadores	Indicadores da Alfabetização Científica	Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
1	Organização de Informações	0	1	3	1	1
	Classificação de Informações	3	4	3	3	3
2	Raciocínio Lógico	3	7	1	5	2
	Raciocínio Proporcional	0	0	0	1	0
3	Levantamento de Hipóteses	0	1	1	0	0
	Teste de Hipóteses	4	6	2	4	1
	Justificativa	4	10	2	7	2
	Previsão	4	8	3	9	1
	Explicação	4	13	5	10	2

Percebe-se na tabela acima, baseada na análise das falas dos estudantes proferidas durante a Sequência Didática e transcritas nos fragmentos apresentados neste trabalho, que o processo de Alfabetização Científica foi favorecido, pois o modo como as equipes organizaram e classificaram as informações obtidas durante as atividades investigativas demonstraram a presença do primeiro grupo de indicadores propostos por Sasseron (2008). A estruturação do pensamento, o modo como as ideias foram apresentadas e a lógica ao interpretar o comportamento dos fenômenos naturais demonstraram a presença dos indicadores do segundo grupo. Já o terceiro grupo, pode ser notado pela capacidade que as equipes tiveram para estabelecer relações entre os fenômenos estudados no referido contexto.

Apesar dos três grupos de indicadores aparecerem nas falas de todas as equipes durante a Sequência de Ensino Investigativo, eles não aparecem com a mesma frequência entre as equipes. Esse fato corrobora com o estudo de Sasseron (2015), ao afirmar que a Alfabetização Científica é um processo contínuo e não tem um ponto final ou encerramento. Assim como o conhecimento científico e o avanço da ciência, ele deve estar em constante construção, por meio da análise de novas situações.

Nesse contexto, a diferença entre a frequência dos indicadores retrata a realidade, na qual os estudantes se desenvolvem de forma heterogênea, uma vez que são influenciados por fatores individuais e pelo ambiente em que estão inseridos, incluindo a interação com os colegas e professores em sala de aula (VYGOTSKY, 1978).

## V. Considerações finais

Este trabalho teve o objetivo de compreender e relatar como as atividades com abordagem investigativa, utilizando as simulações *online* do projeto *PhET*, podem favorecer o processo de Alfabetização Científica em estudantes do Ensino Fundamental, por meio dos indicadores propostos por Sasseron (2008).

A presença dos três grupos de indicadores da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron (2008), demonstra que as simulações *online* do Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday (2.07.01) do projeto *PhET*, quando utilizadas com abordagens investigativas em sequências didáticas, podem ser considerados ferramentas capazes de proporcionar a experimentação aos estudantes, principalmente nos locais em que o experimento real é menos viável.

Vale ressaltar que o número restrito de participantes, limita nossa capacidade de estabelecer conclusões mais incisivas sobre a relação entre atividades investigativas e a Alfabetização Científica. No entanto, diante dos resultados obtidos, entende-se que as simulações interativas *online*, utilizadas como ferramenta pedagógica em uma sequência didática investigativa, favoreceu o processo de Alfabetização Científica para este grupo de estudantes do Ensino Fundamental, mesmo no cenário imposto pela COVID-19.

Por fim, é importante destacar que o acompanhamento das discussões durante as reuniões entre os estudantes em suas respectivas equipes deve ser melhor explorado, uma vez que elas aconteciam de forma remota; devendo ser objeto de trabalho futuro. A análise feita neste estudo permite inferir informações sobre o desenvolvimento das equipes, mas oferece poucas percepções individuais. Esse fato também limita o apontamento de possíveis indicadores da Alfabetização Científica, principalmente o de levantamento de hipóteses e o de seriação de informações, que podem ter ocorrido nas chamadas de vídeo paralelas a sala de aula presencial e *online* na plataforma *Microsoft Teams*.

Em relação à aprendizagem das equipes do 8º ano do Ensino Fundamental, os resultados apontam que o uso das simulações interativas *online* do projeto *PhET* e as interações mediadas pelas TDIC, utilizadas na sequência didática descrita neste artigo, contribuíram de forma positiva para o processo de ensino e aprendizagem de fenômenos abstratos da Física, como é o tema “Energia e Eletromagnetismo”, uma vez que elas conseguiram relacionar os fundamentos do eletromagnetismo com a geração de energia elétrica nas usinas hidrelétricas.

## Referências bibliográficas

ARAÚJO, E. S. *et al.* 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.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 03 out. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia / Empresa de Pesquisa Energética - EPE/BEN. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2020 – ano base 2019 (BEN 2020).** Rio de Janeiro, 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: 03 out. 2022.

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.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n3, p. 765-794, set/dez. 2018.

CHAGAS, J. J. T.; SOVIERZOSKI, H. H. 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.

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.

COSTA, M. *et al.* 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.

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.

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

GUILHERME, A. A.; CHERON, C. Sentidos e significados da Educação: transformações e desafios. **Educação por Escrito**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, jan./jun. 2019.

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.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2000.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-17, jun. 2001.

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**, Florianópolis, v. 35, n. 1, p. 235-261, abr. 2018.

MATOS, J. A.; MASSONI, N. T. Uma estratégia para introduzir conceitos de física no Ensino Fundamental: o uso dos paradigmas kuhnianos. **Revista Thema**, Pelotas, v. 16, n. 2, p. 267-283, 2019.

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: 02 out. 2022.

NEIDE, I. *et al.* 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.

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.

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.

QUINQUIOLO, N. C. R. **Metodologia científica (livro eletrônico)**: um guia prático e rápido para elaborar um projeto de pesquisa. 1. ed. Taubaté: Ed. Da Autora, 2020. Disponível em: <https://www.nataliaquinqiolo.com.br/apostila-pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 357-368. 2007.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

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.

TEIXEIRA, A. C.; BRANDÃO, E. J. R. Software educacional: o difícil começo. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.1, n. 1, fev. 2003.

UNIVERSIDADE DO COLORADO. **PhET Interactive Simulations**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 02 out. 2022.

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.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WHATSAPP LLC. **Sobre o WhatsApp**. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/about/>. Acesso em: 02 out. 2022.

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**, Florianópolis, v. 37, n. 3, p. 1469-1495. 2020.



ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80. 2011.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).