

RECURSOS HEURÍSTICOS APLICADOS EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Lucas Antônio Xavier¹, Josiane Rodrigues de Melo¹, Carla Sardinha de Oliveira¹, José Augusto Macedo Carvalho¹, Adriana Tiago Lopes¹, Robson José Machado Bazani¹

*¹Secretaria de Estado da Educação do Espírito, Piúma, Brasil
(lucas.perobas@gmail.com)*

Resumo: Este trabalho analisou o uso do experimento histórico de Faraday aliado aos modelos heurísticos de Toulmin e Gowin em atividade experimental. A pesquisa qualitativa, conduzida por meio de oficinas pedagógicas, buscou preparar alunos para eventos científicos. Os resultados indicam que a articulação entre história da ciência e recursos heurísticos favoreceu a compreensão do conteúdo de eletromagnetismo e o desenvolvimento da argumentação científica.

Palavras-chave: Física; História da Ciência; Diagrama de Gowin; Modelo de Argumentação de Toulmin; Atividade Experimental

INTRODUÇÃO

Freire (1996, p. 26) afirma que “ensinar requer rigor metodológico”. Nesse sentido, para assegurar uma educação de qualidade, é fundamental implementar metodologias eficazes que contribuam para o aprimoramento da prática docente. Isso implica conduzir o educando ao desenvolvimento de uma postura crítica, aproximando-o dos objetos de conhecimento.

Eventos científicos, como as Feiras de Ciências, constituem ambientes privilegiados para a promoção da criticidade, favorecendo o desenvolvimento de habilidades de argumentação e a compreensão do método científico. Nesse contexto, é papel da instituição escolar “[...] estimular e apoiar a realização de eventos de natureza de divulgação científica, como feiras e mostras de ciências, que tenham como protagonistas estudantes e professores da educação básica” (Brasil, 2006, p. 7), contribuindo, assim, para uma formação mais completa dos educandos.

Sob essa perspectiva, as atividades experimentais emergem como um caminho relevante para a compreensão dos fenômenos científicos e, paralelamente, “podem ser um caminho promissor para estimular o interesse de jovens para seguir carreiras científicas” (Silva, 2023). Diante disso, foi suscitada a seguinte questão: o uso de recursos epistêmicos potencializa o desempenho dos estudantes em eventos científicos?

Essa indagação nos leva a refletir sobre a importância das atividades experimentais como estratégia metodológica no ensino de Física. Nesse sentido, Almeida e Silva (2015) destacam que:

Enquanto espaços de educação formal, como salas de aulas, muitas vezes, prezam pelo formalismo e, em sua grande maioria, não conseguem apresentar ludicamente os conceitos científicos, espaços de educação não formal permitem ao visitante a oportunidade de compreender, seguindo seu próprio tempo, os assuntos explorados nas atividades (Almeida; Silva, 2015).

Nosso objetivo é apresentar a aplicação dos modelos heurísticos de Toulmin e Gowin no contexto da participação estudantil em Feira de Ciências. O Modelo de Toulmin tem se mostrado eficaz para o desenvolvimento da competência argumentativa, pois “oferece uma estrutura metódica para construir argumentos” (Dharmawan *et al.*, 2023).

Desenvolver essa competência é essencial para os alunos, uma vez que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que competência consiste em:

mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da

vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 8).

Argumentar consiste em direcionar o raciocínio ao interlocutor com o objetivo de convencê-lo a aceitar uma determinada alegação e, idealmente, sensibilizá-lo a adotar ações coerentes com essa aceitação (Plantin, 2009, p. 39). No contexto dos eventos

científicos, é fundamental que os estudantes desenvolvam a competência argumentativa, sustentando suas exposições, orais ou escritas, com evidências capazes de persuadir o público.

Essa competência pode ser estruturada e aprimorada por meio do Modelo de Argumentação de Toulmin (Figura 1).

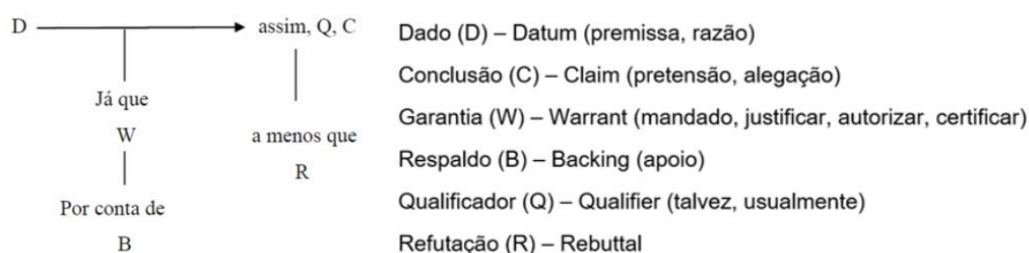


Figura 1 - Layout completo de argumento de Toulmin. Adaptado de Toulmin (2006, p.150)

Nesse modelo, para que o estudante possa formular uma alegação (C), é necessário que ele parta de premissas fundamentadas (D). Conforme destaca Toulmin (2006), entre as premissas e a alegação há os mandados (G), que são respaldados por um suporte (B), geralmente oriundo da literatura científica. O autor também inclui o qualificador modal (Q), representado por conectivos que indicam o grau de certeza, e as condições de refutação (R), que apontam possíveis exceções ou limites ao argumento.

Essa heurística contribui tanto para as ações da prática docente quanto para o desenvolvimento da competência geral número sete da BNCC com os alunos, que estabelece:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9).

Mulyani, Hartono e Subali (2024) realizaram uma revisão de literatura com enfoque bibliométrico sobre a argumentação no ensino de ciências, analisando publicações entre os anos de 2015 e 2023. O objetivo do estudo foi mapear tendências e identificar lacunas na produção científica da área. Os autores concluíram que o desenvolvimento de habilidades argumentativas torna a educação científica mais eficaz, destacando a importância de considerar os diferentes tipos de argumentação em relação aos materiais didáticos, às estratégias de ensino e às formas de avaliação. O estudo reforça a necessidade de aprofundar pesquisas

que articulem teoria e prática no uso da argumentação como ferramenta pedagógica.

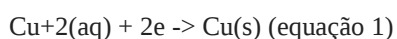
Nesse mesmo campo de investigação, Guimarães e Massoni (2020) conduziram um estudo de caso com abordagem qualitativa, a fim de analisar a eficácia do ensino por meio da argumentação em temas interdisciplinares de Física, utilizando o Modelo de Argumentação de Toulmin. A pesquisa foi realizada com alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública do Rio Grande do Sul. O modelo permitiu o desenvolvimento do pensamento crítico por meio da construção estruturada de argumentos. Os temas abordados incluíram Astronomia e questões socioambientais. Os resultados indicaram avanços na autonomia dos estudantes e na qualidade das justificativas apresentadas. Os autores recomendam a ampliação do uso do modelo para outras áreas do conhecimento e níveis de ensino, além de defenderem investimentos na formação continuada de professores e na utilização de tecnologias para apoiar práticas argumentativas.

Em outra pesquisa intitulada *Enfoque histórico en la enseñanza del campo electromagnético*, Tobaja e Gil (2018) analisaram os resultados de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre indução magnética, fundamentada em seu desenvolvimento histórico no início do século XIX. A pesquisa foi conduzida com alunos espanhóis, organizados em grupos controle e experimental. Uma das atividades propunha a associação entre cientistas e suas respectivas invenções. De modo geral, o desempenho foi considerado baixo: Ampère foi o cientista menos reconhecido, seguido por Faraday e Tesla, sendo Oersted o mais negligenciado pelos estudantes.

Faraday deixou contribuições à Física, notadamente no campo eletromagnético, e à Química, por meio de seus estudos pioneiros sobre os fenômenos da



eletrólise e parceria com o químico Humphry Davy. De acordo com Atkins e Jones (2011), na eletrólise, Michael Faraday colaborou na obtenção do cálculo da quantidade de produto formado após a reação, constatando que uma corrente elétrica irá produzir uma quantidade de mols de produto estequiometricamente proporcional ao número de mols de elétrons que foram fornecidos para a ocorrência da reação (equação 1), possibilitando, a partir disso, a determinação da massa de produtos obtidos após a reação eletroquímica.



Ou seja, observando a semi-reação de redução do cobre, percebe-se que são necessários 2 mols de elétrons para se obter 1 mol de cobre metálico, respeitando a estequiometria da reação. Sendo assim, caso se desconheça o número de mols de elétrons fornecidos, é possível aplicar a equação 2:

$$n(\text{e}) = I \cdot t / F \text{ (equação 2)}$$

Nela, é calculado o número de mols de elétrons fornecidos a partir do produto da corrente elétrica (I) pelo tempo (t) que ela flui na célula, dividido pela constante de Faraday (F), que consiste na quantidade de carga por mol de elétrons. Analogamente, se o número de elétrons é estequiometricamente equivalente ao número de mols produzidos na reação, é possível encontrar a quantidade de mols do produto da eletrólise, e com isso, também a sua massa.

A avaliação dos elementos constitutivos do modelo epistêmico de Toulmin pode ser realizada com base em critérios propostos por diversos autores, como Erduran, Simon e Osborne (2004), Sadler e Donnelly (2006) e Aldağ (2006), que apresentam parâmetros específicos para análise da qualidade argumentativa.

Paralelamente, o Diagrama de Gowin, também considerado um recurso epistêmico, pode ser interpretado como uma representação estruturada do método científico. Esse instrumento (Figura 2) contribui diretamente para o desenvolvimento da competência geral número dois da BNCC, que estabelece que o educando deve:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

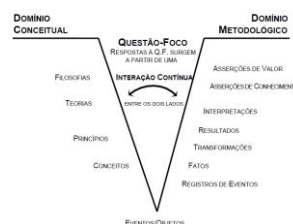


Figura 2: Representação do Diagrama de Gowin (Novak; Gowin, 1984, p. 3)

O diagrama epistêmico de Gowin apresenta elementos constitutivos que simbolizam o procedimento metodológico da ciência. Pode ser compreendido como um instrumento metodológico que orienta tanto o processo de investigação quanto a análise, interpretação e avaliação de dados de um estudo (Ferracioli, 2005). A literatura educacional evidencia a aplicação desse instrumento em diversos componentes curriculares da educação básica, especialmente nas disciplinas da área de ciências da natureza.

Esse diagrama auxilia na organização, execução e apresentação de atividades experimentais, favorecendo a articulação entre o “pensar”, representado pelo lado esquerdo, e o “fazer”, expresso no lado direito. A estrutura do diagrama parte de um evento central, a partir do qual se formula uma pergunta-foco localizada na região central do esquema. Cada componente do diagrama exerce um papel específico no processo de construção do conhecimento científico. A teoria fornece a base explicativa da atividade; os princípios contribuem para a interpretação dos fenômenos observados; e os conceitos auxiliam na compreensão do experimento proposto. O evento ou objeto, por sua vez, orienta o delineamento metodológico da atividade experimental.

O lado direito, correspondente ao domínio metodológico, contempla elementos como os registros, responsáveis pela organização das observações, os quais se convertem em fatos, isto é, dados empíricos utilizados para responder à questão-foco. As transformações dizem respeito aos resultados obtidos a partir das ações realizadas e observadas. Esses resultados devem ser interpretados, originando duas formas de asserções. A primeira, asserção de conhecimento, expressa o valor do conhecimento produzido para a ciência. E a segunda, asserção de valor, que revela o significado mais amplo da resposta à pergunta inicial, podendo ainda indicar novas questões e direções investigativas.

Prado e Ferracioli (2017) empregaram o Diagrama de Gowin em uma pesquisa voltada ao ensino de Física, com foco em conteúdo de eletromagnetismo. O instrumento foi utilizado como recurso para orientar atividades experimentais. A análise dos resultados permitiu identificar dificuldades por parte dos



estudantes em relação à compreensão de conceitos, leis e teorias da eletrodinâmica. Em consonância com Cappelletto (2009), entende-se que o Diagrama de Gowin constitui uma “forma de educar a mente para pensar e examinar criticamente a estrutura do conhecimento de um trabalho” (2009, p. 52).

Os elementos constitutivos do diagrama são avaliados com base em critérios estabelecidos por Gowin e Alvarez (2005), na obra *The Art of Educating with V Diagrams*, na qual são apresentados parâmetros específicos para sua aplicação educacional.

Dessa forma, é fundamental que os estudantes se apropriem dos conceitos e princípios das teorias científicas, a fim de aperfeiçoar o raciocínio baseado em evidências. O Diagrama de Gowin revela-se, nesse contexto, uma ferramenta eficaz para essa apropriação, enquanto o Modelo Argumentativo de Toulmin fortalece o desenvolvimento das habilidades de argumentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo deste trabalho, adotou-se o estudo de caso como procedimento metodológico da investigação. Segundo Creswell (2007, p. 38), Campoy Aranda (2016, p. 264) e Yin (2001), essa estratégia permite ao pesquisador explorar em profundidade um evento específico. A abordagem escolhida foi qualitativa, cujo “principal propósito é fornecer informações para orientar a tomada de decisões” (Sampieri; Collado; Lúcio, 2006, p. 706).

Quadro 1: Elementos e questões para desenvolver hábitos de argumentação. Fonte: Adaptado de Toulmin (2006, p. 135-150) e Aldağ (2006).

Elementos	Questões
Dado (D)	Quais são os fatos apresentados?
Conclusão (C)	Qual é a afirmação do argumento?
Garantia (W)	Qual o princípio que conecta os dados à conclusão?
Apoio (B)	Quais são os apoios que suportam a garantia?
Qualificador (Q)	Qual o termo (conectivos) que indicam a força da conclusão (ex.: “assim”, “provavelmente”, “certamente”)?
Refutação (R)	Qual a condição ou exceção que limita a validade da conclusão?

Dessa forma, o estudante torna-se capaz de identificar os elementos essenciais para a construção da argumentação relacionada à atividade experimental.

O delineamento da pesquisa foi estruturado em etapas investigativas, com o objetivo de conectar os dados empíricos à pergunta de pesquisa e às conclusões, conforme orienta Yin (2001, p. 41).

A primeira etapa consistiu na análise das contribuições teóricas dos filósofos Stephen Toulmin (1922–2009) e

Como instrumentos de coleta de dados, utilizaram-se fichas baseadas no Modelo de Argumentação de Toulmin e no Diagrama de Gowin, como rota de “múltiplas fontes de dados” (Campoy Aranda, 2016, p. 268). Para a análise dos dados, foram aplicados os critérios estabelecidos por Gowin e Alvarez (2005), bem como uma adaptação dos parâmetros propostos por Erduran, Simon e Osborne (2004), Sadler e Donnelly (2006) e Aldağ (2006).

A população da pesquisa corresponde a uma turma da terceira série do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, localizada em Piúma, Estado do Espírito Santo, Brasil. A amostra, definida como “um subgrupo da população, a partir do qual são recolhidos os dados” (Sampieri; Collado; Lúcio, 2006, p. 236), foi composta por estudantes dessa turma, com os quais se desenvolveu o estudo de caso.

O recorte da investigação consistiu na análise de um projeto escolar que utilizou recursos heurísticos com o objetivo de integrar conteúdos de Física, Ciência e História, promovendo o desenvolvimento do pensamento científico e crítico dos alunos.

Dentre os recursos empregados, destaca-se o Modelo de Toulmin. Para construir uma argumentação consistente, os estudantes foram orientados a considerar elementos fundamentais desse modelo, conforme sintetizado no Quadro 1.

Bob Gowin (1925–2016), estabelecendo um diálogo entre o referencial teórico e a aplicação prática da investigação.

A segunda etapa envolveu a realização de oficinas pedagógicas, organizadas em três momentos distintos. Esses momentos consistiram em aulas de duração de cinquenta minutos, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Planejamento da segunda etapa da proposta de trabalho.

Momentos	Descrição	Atividades
1º (2 aulas)	Objetivo	1ª Oficina: apresentação do Método Científico, suas abordagens, limites, possibilidades e pensamento metodológico
	Duração	Hora/Aula: 50 minutos
	Formato	- Exposição oral com <i>Power Point</i> - Vídeo sobre o Método Científico
	Descrição	Explicitação do Método Científico
2º (2 aulas)	Objetivo	2ª Oficina: Apresentação do Diagrama de <u>Gowin</u>
	Duração	Hora/Aula: 50 minutos
	Formato	- Exposição oral com <i>Power Point</i> - Preenchimento de ficha do Diagrama de <u>Gowin</u> com questões do Enem
	Descrição	- Explicitação do Diagrama de <u>Gowin</u> e de seus elementos constitutivos
3º (1 aula)	Objetivo	3ª Oficina: Apresentação do Modelo de Argumentação de Toulmin
	Duração	Hora/Aula: 50 minutos
	Formato	- Sistematização de conceitos com exposição oral com <i>Power Point</i> - Construção de fragmento por meio do Modelo de Toulmin com questão <u>sociocientífica</u> do Enem
	Descrição	Orientação para o uso do Modelo de Argumentação de Toulmin

A terceira etapa consistiu na elaboração das propostas das atividades experimentais. Em seguida, a quarta etapa envolveu a aplicação da pesquisa no contexto do trabalho de campo. Por fim, a quinta etapa correspondeu à organização e sistematização das ações desenvolvidas, com foco na análise dos dois instrumentos epistêmicos utilizados, fundamentada nas abordagens conceituais de Toulmin e Gowin.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento histórico conhecido como “Motor de Faraday”, desenvolvido em 1821 pelo físico e químico britânico Michael Faraday (1791–1867), teve como objetivo demonstrar o fenômeno da indução eletromagnética. No contexto da Feira de Ciências, um grupo de estudantes reconstruiu esse experimento e, como parte das atividades, preencheu dois instrumentos epistêmicos, a saber, o Diagrama de Gowin e a ficha do Modelo de Argumentação de Toulmin.

As fichas elaboradas pelos alunos foram analisadas e avaliadas com base em critérios específicos, referentes aos elementos constitutivos das heurísticas de Gowin e de Toulmin. Neste trabalho, será explorado exclusivamente o experimento do Motor de Faraday como estudo de caso.

Experimentos históricos no Modelo de Argumento de Toulmin

A pontuação obtida pelo grupo na elaboração do argumento relacionado ao experimento do Motor de Faraday foi considerada plenamente satisfatória, conforme apresentado no Quadro 3. O grupo alcançou a pontuação máxima, totalizando 18 pontos em um universo de 18 possíveis.

De modo geral, um argumento “é uma apresentação de razões ou evidências em apoio a alguma afirmação. Trata-se de uma tentativa de construir um caso em favor de uma conclusão” (Woods, Irvine e Walton, 2004, p. 2, tradução nossa).

Quadro 3: Notas das avaliações dos experimentos históricos dos critérios de Erduran; Simon; Osborne (2004); Sadler; Donnelly (2006); Aldağ (2006).

Parâmetros de avaliação – Modelo de Toulmin	Motor de Faraday
Critério de avaliação dos dados (D)	3
Critério de avaliação da conclusão (C)	3
Critério de avaliação da garantia (W)	3
Critério de avaliação do apoio (B)	3
Critério de avaliação do qualificador (Q)	3
Critério de avaliação da refutação (R)	3
Pontuação (Total = a 18 pontos)	18/18

Experimentos históricos no Diagrama de Gowin

Conforme avaliação apresentada no Quadro 4, a pontuação obtida foi satisfatória, totalizando 19 pontos de um máximo de 22. No entanto, o grupo não conseguiu definir adequadamente o item “conceito”, resultando em nota zero para esse critério. Quanto ao item “O resultado encontrado coincide com o que você esperava?”, a pontuação foi de 1 ponto em um total de 2, pois o resultado não foi claramente relacionado à “questão-foco” ou ao “evento”.

É importante destacar que o conhecimento consolidado deve contemplar todos os elementos constitutivos da heurística de Gowin, articulando-os de forma coerente, abrangente e significativa (Novak; Gowin, 1984, p. 125).

Quadro 4: Notas das avaliações de três experimentos históricos à luz dos critérios de Gowin-Alvarez

Parâmetros de avaliação – Diagrama de Gowin (critérios)	Motor de Faraday
Questão-foco	3
Teoria	2
Princípios	1
Conceitos	0
O que você espera como resultado deste experimento?	2
Evento	2
Registros/Dados	2
Transformações	2
Conclusões e Justificativas	4
O resultado encontrado coincide com o que você esperava?	1
Pontuação (Total = a 18 pontos)	19/22

O experimento conhecido como Motor de Faraday foi inicialmente apresentado no evento científico da escola, a Feira de Ciências Carcília de Matos Rezende. Posteriormente, foi exibido em um evento externo, a Feira de Ciências Sul Capixaba (FECISC), de caráter intermunicipal, promovido pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus Piúma, realizada em 2024, na cidade de Anchieta/ES, na escola Centro Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral Paulo Freire.

O campo do eletromagnetismo passou por importantes avanços desde a contribuição de Hans Christian Oersted, em 1820, ao identificar a relação entre eletricidade e magnetismo. A partir dessa descoberta, Michael Faraday aprofundou o entendimento sobre a rotação eletromagnética e a indução de corrente elétrica, consolidando conceitos fundamentais da eletrodinâmica.

Explicar o contexto do trabalho de Faraday também se mostrou necessário para a realização do experimento. É importante frisar que suas descobertas integram um período intenso de investigação e avanços científicos (século XIX), o qual resultou em diversas aplicações práticas e contribuições significativas, especialmente para as áreas da Física e da Química. Seus estudos

colaboraram de forma expressiva para o progresso da ciência, destacando-se nos campos do eletromagnetismo e da eletroquímica, além da identificação de compostos químicos, como o benzeno, da formulação do conceito de indução eletromagnética e das noções de campos elétricos e magnéticos (Fernandes; Piedade, 2024, p. 163-183).

Diante dessa perspectiva, compreendemos que, ao apresentar o contexto histórico, inserimos o estudante em uma visão mais ampla da ciência, buscando desconstruir a imagem idealizada e, muitas vezes, distorcida do cientista. Simultaneamente, aproximamos o estudante do processo de produção científica, favorecendo a compreensão da ciência como uma ferramenta útil para o diálogo com o mundo e com sua possível transformação.

Com base nesse contexto histórico, os alunos reconstruíram o experimento e realizaram sua apresentação ao público da FECISC, explicando os princípios envolvidos e demonstrando o funcionamento do Motor de Faraday, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.



Figura 3: Integrantes do grupo calibrando o experimento



Figura 4: Explicação do experimento para o público da FECISC

O funcionamento da atividade experimental fundamenta-se na interação entre corrente elétrica e campos magnéticos. Durante sua execução (Figura 5), observou-se que o líquido ionizado, uma solução de água com sal utilizada pelos alunos, facilitou a movimentação das cargas elétricas nos fios de cobre, permitindo o estabelecimento de corrente elétrica no circuito.

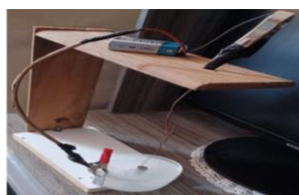


Figura 5: Motor de Faraday.

O fenômeno ilustrado na Figura 6 ocorre devido à “força magnética perpendicular à corrente (no fio móvel) e ao campo magnético, o que gera um torque sobre o fio, colocando-o em um movimento circular contínuo ao redor do ímã” (Peruzzo, 2013, p. 197).

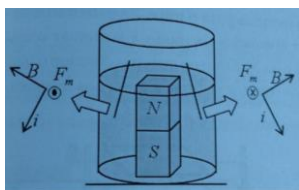


Figura 6: Forças nas extremidades do fio móvel (Peruzzo, 2013, p. 197).

A análise do experimento histórico, apresentado em um evento científico externo ao ambiente escolar, evidenciou uma evolução significativa na elaboração escrita do trabalho, na construção do aparato experimental e na apresentação oral. Os instrumentos heurísticos utilizados demonstraram-se eficazes na preparação dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de competências científicas e comunicativas.

CONCLUSÃO

Os recursos epistêmicos utilizados na atividade experimental demonstraram-se eficazes como estratégias para promover, compreender e reter o conhecimento, proporcionando uma aprendizagem contextualizada, significativa e adequada aos objetivos educacionais.

No que se refere à questão norteadora, os recursos epistêmicos potencializam o desempenho dos alunos em eventos científicos?, os resultados analisados indicam que os estudantes são capazes de superar dificuldades argumentativas em Feiras de Ciências. Além dos instrumentos heurísticos, a inserção da História da Ciência nas atividades experimentais contribui para colocar o educando em melhores condições de alcançar um desempenho mais qualificado em contextos educacionais.

Quanto ao objetivo proposto, apresentar a aplicação dos modelos heurísticos de Toulmin e Gowin na preparação para eventos científicos, conclui-se que sua utilização em atividades experimentais, aliada à abordagem histórica da Física, constitui uma estratégia eficaz para o aprimoramento do ensino dos conteúdos de eletromagnetismo.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo, pelo apoio e incentivo à pós-graduação (Pró-Docência Stricto sensu). Aos organizadores e avaliadores do VI Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia por darem contribuições valiosas para a qualidade da divulgação do conhecimento científico interdisciplinar que envolvem ciência e tecnologia.

REFERÊNCIAS

- ALDAĞ, Öğr Gör Dr Habibe. TOULMIN TARTIŞMA MODELİ. **Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, v. 15, n. 1, p. 13-33, 2006. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/cusosbil/issue/4373/59852>. Acesso em 27 de set. 2024.
- ALMEIDA, Bruno Seixas Gomes de; SILVA, Robson Coutinho. Aerodinâmica de bolas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 3505-1-3505-9, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173731789>
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª ed, Bookman Companhia, 2011.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica: FENACEB. **Brasília: MEC/SEB**, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em fev. 2024.
- CAPPELLETTO, Eliane. O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em física geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo. Porto Alegre, 297 p., 2009. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CAMPOY ARANDA, Tomás Jesús. **Metodologia de la Investigación científica**. Ciudad del Este: Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Este, 2016.
- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto** / John W. Creswell; tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DHARMAWAN, Yanuarius Yanu; ALL, Helena Verusha; PRASATYO, Bayu Andika; AMALIAH, Amaliah. Comparing The Argumentative Essay Formats of Indonesian and



- Korean Students Using the Toulmin Model. **Jurnal Onoma: Pendidikan, Bahasa, dan Sastra**, v. 9, n. 2, p. 1099-1114, 2023. Doi: <https://doi.org/10.30605/onoma.v9i2.2922>
- ERDURAN, Sibel; SIMON, Shirley; OSBORNE, Jonathan. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- FERNANDES, Carlos; PIEDADE, Moisés. *Michael Faraday: 1791–1867*. In: VAZ, Francisco; OLIVEIRA, Pedro Guedes de (coords.). **Vultos da eletrotécnica e da computação: uma viagem histórica do século XVIII ao século XXI**. Lisboa: IST Press, 2024. p. 163–183. Disponível em: <https://museufaraday.tecnico.ulisboa.pt/~museufaraday.daemon/Bibliographies/Faraday%20em%20Vultos%20da%20Eletrotécnica.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- FERRACIOLI, Laércio. O “V” Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação. *Didática Sistemática*, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, v.1, p.106-125. 2005.
- FREIRE, Paulo, **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.
- GUIMARÃES, Ricardo Rangel; MASSONI, Neusa Teresinha. O uso do modelo padrão de argumentação de Stephen Toulmin no ensino de ciências no âmbito da disciplina de física: alguns resultados de pesquisa e reflexões a partir de debates em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, (2020), 487, 25 (3). Doi: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p487>. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2083>. Acesso em: 4 set. 2024.
- GOWIN, Dixie Bob., ALVAREZ, Marino. **The Art Educating with V Diagrams**. New York: Cambridge University Press, 2005.
- MULYANI, Asep; HARTONO, Hartono; SUBALI, Bambang. Literature Review: A Snapshot of Research on the Argumentation of Bibliometric Analysis in the Period 2015-2023. **International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education**, v. 12, n. 2, p. 451-465, 2024. Doi: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2024-12-2-451-465>
- NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.
- PERUZZO, Jucimar. **Experimentos de física básica: eletromagnetismo, física moderna e ciências espaciais** / Jucimar Peruzzo. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.
- PLANTIN, Christian. **La argumentación**. Barcelona: Ariel, 2009.
- PRADO, Ramon Teodoro; FERRACIOLI, Laercio. Utilização do Diagrama V em atividades experimentais de magnetismo em sala de aula de ensino médio. **Revista do professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2017.
- SADLER, Troy D.; DONNELLY, Lisa A. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. **International Journal of science education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- SAMPIERI, Hernandez Roberto; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa** (4ªed.) México: McGraw-Hill, 2006.
- SILVA, Camila Brito Collares da. **Feiras de Ciências como caminho para a formação de estudantes e professores: desafios, potencialidades e tendências nos documentos e na voz de professores orientadores**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2023.
- TOBAJA, Luis Manuel; GIL, Julia. Historical approach in electromagnetic field teaching. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, p. e4401, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0367>
- TOULMIN, Stephen Edelston. **Os Usos do Argumento**. Trad. Reinaldo Guarany e Marcelo Brandão Cipolla. 2 Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** / Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre: Bookman, 2001.