

Física experimental: Oersted e Arago

Xavier, L. A.^{1*}; Bahia, V. C.²; Malta, M. C.²

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

2 Escola do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo - SEDU, Piúma, ES, Brasil.

* e-mail: lucas.perobas@gmail.com

Resumo

A aprendizagem do conteúdo da física pode se tornar mais fácil para os alunos quando o docente oportuniza a inserção de novas abordagens em sua prática pedagógica. Por exemplo, a utilização de atividades experimentais. Nesse trabalho temos como objetivo explorar as técnicas científicas adotadas por Oersted e Arago do início do século XIX. O ensino da física fica mais completo quando é abordado aspectos históricos desta disciplina. Então, trouxemos duas experiências, uma demonstrada primeiramente em 1820 por Oersted, ao mostrar que uma corrente elétrica pode defletir uma agulha magnética e depois em 1824, quando Arago demonstrou o magnetismo rotacional. Para a repetição dessas experiências utilizamos artigos científicos e a ficha do diagrama de Gowin para maior entendimento do método científico. Os materiais para a montagem dos experimentos foram, entre outros, bússola, fios de cobre, bateria, disco de alumínio, polias cônicas e ímãs de neodímio. Os resultados foram exitosos nas duas experiências. Vimos por meio da experiência de Oersted a agulha da bússola sofrer deflexão com a passagem da corrente elétrica pelo fio de cobre. Na segunda experiência do disco de Arago observamos que ao fazer girar o disco de alumínio, o eixo que está próximo do disco, também começa a girar no mesmo sentido por causa da força eletromagnética. Por último continuaremos a explorar essas atividades experimentais no futuro, agora modificando alguns de seus elementos. Será que haverá indução eletromagnética se cortamos radialmente o disco de alumínio? Buscaremos respostas através de montagem experimental. Enfim, recomendamos aos professores da educação básica a buscarem inovar a prática docente, começar a fazer usos de atividades experimentais e de artigos de periódicos científicos de forma recorrente no ensino médio.

Palavras chaves: experimento histórico, física, história da ciência

Abstract

Learning physics content can be easier for students when teachers provide opportunities for the inclusion of new approaches in their pedagogical practice. For example, the use of experimental activities. In this work we aim to explore the scientific techniques adopted by Oersted and Arago at the beginning of the 19th century. The teaching of physics becomes more complete when historical aspects of this discipline are addressed. So, we brought in two experiments, one first demonstrated in 1820 by Oersted, when he showed that an electric current can deflect a magnetic needle, and then in 1824, when Arago demonstrated rotational magnetism. To repeat these experiments we used scientific articles and the Gowin diagram to better understand the scientific method. The materials to carry out the experiments were, among others, a compass, copper cables, a battery, an aluminum disc, conical pulleys and neodymium magnets. The results were successful in both experiments. Through Oersted's experiment we saw that the compass needle deflected when electric current passed through the copper wire. In the second experiment with the Arago disc, we observed that when the aluminum disc rotates, the shaft that is close to the disc also starts to rotate in the same direction due to the electromagnetic force. Finally, we will continue to explore these experimental activities in the future, now modifying some of their elements. Will there be electromagnetic induction if we cut the aluminum disc radially? We will seek answers through an experimental setup. Finally, we recommend that basic education teachers seek to innovate in their teaching practice and begin to use experimental activities and articles from scientific journals on a recurring basis in secondary school.

Keywords: historical experiment, physics, history of science.

1. Introdução

As experiências de Hans Christian Oersted (1777-1851) e François Jean Dominique Arago (1786-1853) ajudaram a moldar os avanços da ciência no final do século XIX. Primeiramente, a contribuição de Oersted possui valor fundamental ao demonstrar durante uma aula, em 1820, que uma corrente elétrica pode defletir a agulha de uma bússola. Isso levou a fundação do eletromagnetismo [1]. Após esse feito histórico, Arago ao tomar conhecimento começa a realizar uma série de experimentos envolvendo magnetismo. A partir daí começa uma farra experimental por diversos outras mentes brilhantes que deram grandes contribuições para o desenvolvimento desta área da física, citamos entre outros, André-Marie Ampère (1775-1836) e Michael Faraday (1791-1867).

Oersted nasceu em Rudkjbing e veio a falecer em Copenhague. Este físico dinamarquês teve um papel fundamental na unificação da eletricidade e do magnetismo, que, dentro da visão reinante na época, eram considerados como fenômenos independentes, impulsionando a investigação científica nessa direção” [2, p. 165]. Destacamos que Oersted foi professor da Universidade de Copenhague e diretor do Instituto Politécnico de Copenhague.

Também, Arago foi um físico, político e astrônomo francês, nasceu em Estagel e veio a falecer em Paris. Em 1804 desenvolveu pesquisas em astronomia no Observatório de Paris a convite do matemático Pierre Simon de Laplace (1749-1827), que liderava o Observatório e o *Bureau des Longitudes* [3, p. 46]. Em 1806, participou com Jean Baptiste Biot (1774-1862) da medida do arco meridiano terrestre na Espanha” [4, p. 51]. Arago foi professor da Escola Politécnica, diretor do Observatório de Paris e depois do *Bureau de Longitudes* [5; 3, p. 47; 4, p. 51]. Suas contribuições científicas foram diversas, dentre as quais se destacam polarização cromática, cromosfera solar, medição da velocidade do som, fotometria e eletromagnetismo [4, p. 51].

Dito isso, como explorar esses feitos históricos, de Oersted e Arago, na educação básica? Como estão as pesquisas acadêmicas? A literatura mostra que “ao longo de várias décadas, a pesquisa em Ensino de Física está apresentando diferentes abordagens com a finalidade de melhorar o processo de ensino-aprendizagem” [6]. No trabalho intitulado “Uma proposta com arduino para investigar a dualidade onda-partícula”, os autores destacaram que o uso de laboratório aberto se mostrou exitoso para promover aulas práticas, “pois favoreceu o desenvolvimento da aprendizagem significativa, permitindo aos alunos compreender os conceitos dos fenômenos estudados” [7]. Primordialmente, os usos de atividades experimentais é uma alternativa, que pode estar em sintonia com a educação integral. Essa educação

integral é relacionada “(...) à construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes (...)” [8, p.14]. Assim, os estudantes podem desenvolver o pensamento científico, crítico e criativo para investigar fenômenos, elaborar e testar hipóteses, assim como formular e resolver problemas ou mesmo criar soluções.

Nesse trabalho, como já foi explicitado anteriormente, explora dois experimentos históricos, de Oersted e de Arago. A intenção é trazer para a escola a perspectiva histórica da ciência. Trazer a história das ciências para o ensino médio nos ajuda a entender como o conhecimento foi construído, pois “estudar a história das ciências é conhecer em detalhes o passado, entender o presente e prognosticar o futuro” [9, p. 57-66]. Assim promover, como orienta o currículo do Novo Ensino Médio, conectar a história da física, conteúdos da física e a história da humanidade. Nesse ínterim, os alunos podem perceber através da física a possibilidade da inovação para o bem da sociedade.

Não obstante, “para um ensino de melhor qualidade, o docente deve adotar metodologias para deixar o educando em condições de estar conectado às demandas da sociedade do século XXI” [10]. Nesse sentido, a inserção de experimentos históricos como o de Oersted e de Arago “pode ajudar os alunos a formar uma visão mais precisa da natureza da ciência e aprender sobre conceitos científicos” [11, p. 2282]. Haja vista, que o sucesso dessas experiências na física mostrou que “assuntos distintos começaram a convergir” [12, p. 45].

Nosso objetivo com este trabalho é explorar as técnicas científicas adotadas por Oersted e Arago do início do século XIX. Antes de mais nada, abordaremos a seguir a metodologia, discussão dos resultados e as considerações finais.

2. Metodologia

Na sequência das atividades voltadas para o evento da escola “Feira de Ciências Carcilia de Matos Rezende” damos início a preparação de duas atividades experimentais para que os alunos pudessem participar do XIV Encontro Científico de Física Aplicada (ECFA). Em seguida, os alunos com seus temas já definidos começaram a organizar o trabalho por meio da ficha do Diagrama de Gowin (Diagrama Vê). Os autores deste trabalho dividiram os custos dos materiais adquiridos e necessários para a construção/montagem experimental, pois, a escola da rede “pública é um ambiente que apresenta desafios devido às suas especificidades, como o perfil do aluno e sua condição socioeconômica, a formação do professor e suas metodologias de ensino” [13]. Os principais materiais foram fios de cobre, bússola, haste, bateria de 9 V, disco de alumínio, madeira, manivela de

ferro ímãs de neodímio, parafuso, eixo de metal e duas polias cônicas.

Foi ofertado aos alunos artigos científicos para leitura para maior aprofundamento e entendimento das experiências. O primeiro artigo *“Explorando História da Ciência na Amazônia: o Museu Interativo da Física”*, da Revista Brasileira de Ensino de Física, explicita, entre outros experimentos, o Disco de Arago [14]. Um segundo artigo do periódico Cadernos de História da Ciência *“Oersted e a descoberta do eletromagnetismo”* explora a relação da eletricidade e do magnetismo historicamente [15]. O terceiro artigo publicado no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física traz como título *“Experiência de Oersted na sala de aula”* traz à luz a contextualização histórica [1]. Os alunos foram orientados a buscar por mais fontes para enriquecer o trabalho experimental, além de fontes sobre a ficha do diagrama de Gowin. A seguir são apresentados os resultados e discussões.

3. Discussão dos resultados

Como resultado é abordado primeiramente o experimento de Oersted. O que observar? Olhar o que ocorre com a bússola. Utilizamos fios de cobre, uma base com duas hastes para passarmos os fios de cobre sobre a bússola e por fim uma bateria de 9V, que foi conectada ao circuito. O que é observado quando o circuito é fechado? Vimos um fenômeno eletromagnético. Ou seja, a deflexão observada na agulha da bússola é devido ao fato do aparecimento de uma corrente que passa pelo fio de cobre (Figura 1). Essa corrente elétrica faz surgir um campo magnético que interage com a agulha da bússola por meio de uma força magnética.



Figura 1: Experimento de Oersted. Fonte: Própria dos autores

Todavia, Oersted buscava encontrar conexão entre eletricidade e magnetismo, primeiramente, colocou a bússola perpendicular a um fio retilíneo sob o efeito de uma corrente elétrica. Observou que nada aconteceu com a agulha. Mas, quando ele inverteu o procedimento, agora colocando a bússola paralela ao fio, observou uma deflexão da agulha com orientação perpendicular ao fio [16, p. 139].

No segundo experimento, queremos saber como ocorre o funcionamento do disco de Arago. A fim de obter resposta utilizamos um disco de alumínio com um eixo para girar, base de madeira, manivela de ferro, 12 ímãs de neodímio e um fio de nylon para segurar o respectivo eixo com os ímãs. Suspendemos o eixo com o conjunto de ímãs sobre o disco de alumínio permitindo que gire livremente. Logo após, próximo ao disco, um campo magnético na área circundante é estabelecido e quando o disco é colocado para girar, o eixo também começa a girar no mesmo sentido como se estivesse sido acionado. Se adotar o procedimento contrário, ou seja, mudar o sentido de rotação do disco, o eixo por sua vez começa a desacelerar e começa a girar no sentido contrário.

Como este efeito é possível se o alumínio não é um material ferromagnético (sem atração por ímãs)? Este fenômeno foi observado pela primeira vez em 1824 por Arago e foi denominado de magnetismo rotacional. A explicação do fenômeno foi dada de forma sistematizada pelo trabalho persistente de Faraday em 1831, ao explicitar a lei da indução eletromagnética. Isso acontece porque sempre que um condutor se move em um campo magnético ou a variação do fluxo magnético através dele, uma corrente elétrica é induzida no alumínio [17, p. 224].



Figura 1: Experimento de Oersted. Fonte: Própria dos autores

As duas atividades nos mostraram que realmente eletricidade e magnetismo andam juntos. Dessa maneira, as duas atividades experimentais

desenvolvidas na escola possibilitaram impactos positivos e o desenvolvimento da maturidade científica dos alunos, pois, eles começaram a ter maior interesse pela ciência e vontade de participar de eventos científicos. Pois, “aprender e ensinar ciências são empreendimentos de alta complexidade. Isso porque, quando aprendemos ciências, estamos nos apropriando de uma nova cultura” [18, p. 194].

A capacidade de Oersted e Arago de sistematizar nos faz lembrar de Aristóteles, “talvez o primeiro sistematizador dos conhecimentos sobre a Natureza” [19]. Essa forma de raciocínio possibilitou o aparecimento de novas práticas científicas, ocorrida por meio de experimentação e observação. Além disso, devemos reconhecer que, “a História das Ciências é a história dos homens que se esforçaram por investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza” [20, p. 4]. Assim sendo, o conhecimento histórico tem potencial para aperfeiçoar o ensino e a aprendizagem, portanto, pode subsidiar a formação dos alunos da educação básica.

Não só a inserção do diagrama de Gowin como também os usos de atividade experimental no ensino da física visam facilitar o entendimento das tarefas escolares [21]. Nesse sentido, o diagrama de Gowin “potencializa o trabalho experimental de física, pois mimetiza o método científico (...). Sendo assim oportuno explorar o diagrama como metodologia para fortalecer o processo de ensino e aprendizagem da física através da experimentação” [10]. Ainda, a inserção de práticas experimentais oportuniza contribuições para desenvolver habilidades e competências propostas no Novo Ensino Médio. Enfim, atividades experimentais tem a possibilidade de propiciar a “atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência” [22, p. 190].

Por isso, as atividades experimentais devem ser exploradas na práxis docente com intuito de trazer o educando para o estudo de temáticas científicas, contextualizar conceitos e oportunizar o desenvolvimento de habilidades experimentais [23; 24]. Em paralelo é possível explicitar o método científico ao “oferecer oficinas pedagógicas para capacitar os alunos e adotar o diagrama como instrumento facilitador para o aprendizado de física” [25].

4. Considerações finais

Os acontecimentos experimentais de magnetismo ocorridos em 1820 e 1824 foi fundamental para o nascimento do eletromagnetismo. A nossa demonstração da experiência disco de Arago elaborada por Dominique Arago em 1824 e explicada posteriormente em 1831 de forma qualitativa por Faraday possibilitou a nossa compreensão do magnetismo rotacional. Observamos que o movimento entre o disco e o eixo com os ímãs induz correntes no disco de alumínio, um metal não ferromagnético.

Compreendemos também por meio da experiência de Oersted o efeito que a interação entre um ímã e corrente faz surgir a força eletromagnética. O nosso objetivo foi atingido, pois foi demonstrado através das duas experiências o efeito obtido tanto por Oersted quanto por Arago.

A perspectiva futura será realizar novamente o experimento disco de Arago, mas com cortes radiais no disco de alumínio. Nesse caso será que o eixo com os ímãs induz corrente no disco de alumínio? O eixo será acionado? Seguramente, essas duas experiências ainda têm potencial a serem explorados. As atividades experimentais históricas trabalhadas no ambiente escolar nos mostraram a importância da história da ciência para maior entendimento dos conceitos da física. Ao mesmo tempo a inserção do uso do diagrama de Gowin e de artigos científicos melhorou o processo de ensino e aprendizagem. O uso do diagrama de Gowin ajudou na visualização e organização das duas atividades experimentais permitindo identificar elementos do processo científico. Durante o preenchimento foi possível observar as relações dos conceitos científicos de forma clara e estruturada.

Enfim, recomendamos aos professores da educação básica a buscarem inovar a prática docente, começar a fazer usos do diagrama de Gowin, de atividades experimentais e de artigos de periódicos científicos de forma recorrente nas turmas do ensino médio.

5. Agradecimentos

À Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo – SEDU, devido ao Pró-Docência Stricto sensu. À CAPES devido ao Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP). Ao pesquisador que coordena o evento científico de Física Aplicada, Dr. Carlos Augusto dos Passos Cardoso por dar contribuições valiosas para a qualidade da divulgação do conhecimento científico interdisciplinar.

6. Referências

- [1] CHAIB, João Paulo Martins C.; ASSIS, André Koch Torres. Experiência de Oersted em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 41-51, 2007.
- [2] RODITI, Itzhak. **Dicionário Houaiss de física**. – Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.
- [3] OLIVEIRA, Mauricio Pietrocola. A ciência francesa e a óptica dos corpos em movimento. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, [S. l.], n. 13, p. 45–52, 1995. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/rsbhc/article/view/479>. Acesso em: 12 jun. 2024.

- [4] MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. M891d **Dicionário enciclopédico** / Ronaldo Rogério de Freitas Mourão; assistente Maria Lucia de Oliveira Mourão; prefácio de Antonio Houaiss. — Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.
- [5] SOUZA FILHO, Moacir Pereira de; CALUZI, João José. Sobre as experiências relacionadas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: uma tradução comentada do artigo escrito por François Arago. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 1603.1-1603.12, 2009.
- [6] PASSOS, Carlos Augusto Cardoso. EXPERIMENTOS BASEADOS EM ARDUINO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 4, p. 747-764, 2023.
- [7] MONTEIRO, Leonardo Pereira; MENELLI, Wesley; PASSOS, Carlos Augusto Cardoso. UMA PROPOSTA COM ARDUINO PARA INVESTIGAR A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA DA LUZ. **Revista do Professor de Física**, v. 6, n. Especial, p. 439-449, 2022. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.46005.
- [8] BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 10/04/2024.
- [9] BASSALO, José M. F. A importância do estudo da história da ciência. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, [S. l.], n. 8, p. 57–66, 1992. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/rsbhc/article/view/425>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [10] XAVIER, Lucas Antonio *et al.* O diagrama de Gowin potencializando as atividades experimentais em eventos científicos. **Revista de enseñanza de la física**, v. 35, n. 2, p. 133-150, 2023. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v35.n2.43716>
- [11] MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 2271-2299.
- [12] RONAN, Colin A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge**, volumen 4: a ciencia nos séculos XIX e XX / Colin. A. Ronan; tradução, Jorge Enéas Forte; revisão técnica, Marcelo Glaizer. — Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2001.
- [13] DA GAMA, Sálvio F.; XAVIER, Lucas A.; SEGATTO, Breno R. Ondas sonoras no ensino médio: construção de uma sequência didática. **Revista Espacios**, v. 42, n. 11, 2021. Doi. 10.48082/espacios-a21v42n11p10
- [14] CALDAS, Jocasta; LIMA, Marcelo C. de; CRISPINO, Luís CB. Explorando história da ciência na Amazônia: o Museu Interativo da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, p. e4307, 2016.
- [15] MARTINS, Roberto de Andrade. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 89-114, 1986.
- [16] NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Eletromagnetismo (vol. 3)**. Editora Blucher, 1997.
- [17] PERUZZO, Jucimar. **Experimentos de física básica: eletromagnetismo, física moderna e ciências espaciais** / Jucimar Peruzzo. — São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.
- [18] PAULA, Helder. F. **Quântica para iniciantes: investigações e projetos** / Helder F. Paula, Esdras Garcia Alves, Alfredo Luis Mateus. — Belo Horizonte: UFMG, 2011.
- [19] FABRIS, Júlio C. Aristóteles e a gravitação. **Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 6–16, 2020. DOI: 10.47083/Cad.Astro.v1n1.30464. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astro/article/view/30464>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [20] GAVROGLU, Kostas. **O passado das ciências como história**. PORTO EDITORA, 2007.
- [21] FEIRA DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA ARTICULAR TEORIA-PRÁTICA UTILIZANDO O DIAGRAMA V. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 9, n. 01, 2021. DOI: 10.36524/dect.v9i01.1264. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1264>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- [22] ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000200007>
- [23] HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- [24] BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- [25] XAVIER, Lucas Antonio; SEGATTO, Breno Rodrigues. GOWIN DIAGRAM MEASURED BY PEDAGOGICAL WORKSHOP IN THE SCIENCE FAIR CONTEXT. *Int. J. of Adv. Res.* **6** (Dec). p. 734-740, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/8193>