



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**MAGNETISMO E MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM
ABORDAGEM CTSA**

MARCIANA CAVALCANTE ALVES

CAMPINA GRANDE - PB

2024

MAGNETISMO E MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM ABORDAGEM CTSA

MARCIANA CAVALCANTE ALVES

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano.

CAMPINA GRANDE – PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A474m Alves, Marciana Cavalcante.
Magnetismo e meio ambiente [manuscrito] : uma proposta de ensino com abordagem CTSA / Marciana Cavalcante Alves. - 2024.
27 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano, Coordenação do Curso de Física - CCT. "

1. Abordagem CTSA. 2. Ensino de ciências. 3. Magnetismo terrestre. 4. Biodiversidade terrestre. I. Título

21. ed. CDD 550

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Aula expositiva: Propriedades Magnéticas.....	10
Figura 2: Material necessário para realização do experimento.	11
Figura 3: Ímã na base de isopor.....	12
Figura 4: Conjunto ímã e isopor na cuba com água.....	12
Figura 5: Ímãs com seus polos indicados nas cores: vermelho e azul.	13
Figura 6: Ímã que pode se movimentar livremente.	14
Figura 7: Polos magnético e geográfico terrestres.	14
Figura 8: Simulador Phet.....	15
Figura 9: Limalhas de ferro orientam-se indicando a forma aproximada das linhas de campo.	21

SUMÁRIO

Caros leitores,	6
UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MAGNETISMO	7
1. Introdução	7
2. Orientações ao professor	7
3. Material orientado aos alunos	8
3.1 Atividade I: As Formigas e o Campo Magnético.....	8
3.2 Atividade II: Explorando os Mistérios dos Ímãs: Uma Jornada pelo Mundo do Magnetismo	9
3.3 Atividade III: Buscando um instrumento de orientação: Uma proposta de atividade experimental.....	10
3.4 Atividade IV: Uma parte da História.....	15
3.5 Atividade V: Debate simulado.	17
I Visualização das linhas de campo magnético de um ímã.	19
II A importância do Campo magnético terrestre.	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24
APÊNDICES.....	25
Apêndice 1. O 'magnetismo' das moscas.....	25

Caros leitores,

Podemos considerar a Física uma ciência que apresenta uma forte influência na vida cotidiana das pessoas, tanto por estar relacionada com certa variedade de fenômenos naturais, quanto por estar vinculada a construção de um mundo tecnológico envolvido em ações, operações e inteligências artificiais. Dependendo da forma como é ensinada, a Física pode contribuir para um melhor entendimento de diversos fenômenos naturais.

Com as mudanças exigidas pelos projetos educacionais especificamente na área de Ciências da Natureza, é importante compreender que a prática educativa também necessita de mudanças. Precisamos refletir sobre a persistência de propostas antigas que continuam a propagar aulas expositivas, intercaladas por exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia apenas o uso de operações matemáticas, sem uma reflexão sobre proporcionalidades, interação com as grandezas e suas unidades de medidas. Em tais contextos, os estudantes não conseguem relacionar o que se discute em sala de aula com situações práticas e cotidianas.

Partindo desses pressupostos, consideramos que discutir questões de Ciência, Tecnológica, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) em sala de aula, pode contribuir para a aproximação - contextos científicos e contextos dos estudantes – e para mudança nas práticas educativas. De acordo com Auler (2007) uma abordagem CTSA permite a discussão de temas interdisciplinares e uma democratização dos processos decisórios e fundamentais aos estudantes. Nesta forma de abordagem, os conteúdos da física, a exemplo do magnetismo, podem ser discutidos a partir de temáticas mais amplas, tais como: a relação do magnetismo com a vida na Terra. Isso ajuda os alunos a entenderem a relevância e as implicações de questões científicas e tecnológicas na sociedade e no ambiente em que vivem.

Diante do que foi exposto vamos listar abaixo uma sequência de atividades para o ensino do magnetismo que foi construída a partir da abordagem CTSA e que visa integrar os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais no ensino e na aprendizagem das ciências. Destacamos que uma característica fundamental da abordagem CTSA é a apresentação dos conteúdos científicos e tecnológicos no contexto social e ambiental.

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MAGNETISMO

1. Introdução

A presente proposta foi planejada com base em experiências publicadas no livro *Temas para o Ensino de Física com Abordagem CTS* (2012), principalmente a sequência de José *Roberto da Rocha Bernardo* para o ensino do eletromagnetismo a partir de uma discussão em torno da geração de energia elétrica a partir de usinas hidroelétricas. A produção deste material traz uma proposta de sequência de ensino para conteúdos tradicionalmente abordados no contexto do ensino médio. Nosso foco será o magnetismo, embora saibamos que o eletromagnetismo também poderia ser abordado. Apresentaremos uma sequência estruturada que poderá ser utilizada tanto pelo professor quanto pelo aluno.

2. Orientações ao professor

Esta sequência de atividades tem o objetivo de auxiliar o professor e os estudantes no desenvolvimento da sequência de ensino dos conteúdos envolvidos com o magnetismo e suas relações com o cotidiano dos alunos. Sabemos hoje, que o magnetismo é fundamental para grande parte de dispositivos essenciais, como transformadores, motores elétricos, computadores, rádios e televisões.

É importante lembrar que a proposta não pretende ser uma receita ou norma em relação ao conteúdo a ser abordado, ficando a cargo do professor a tomada de decisão quanto ao que deve ser ensinado, em função da realidade da escola ou da sua vontade.

Assim, a proposta não explícita a forma nem o momento de inserção dos conteúdos científicos propriamente ditos, mas, a partir da temática “*O Magnetismo e a Vida na Terra*” aponta caminhos sobre o possível envolvimento de conceitos e assuntos como: propriedades dos ímãs, imantação, a bússola e o magnetismo, entre outros.

3. Material orientado aos alunos

3.1 Atividade I: As Formigas e o Campo Magnético

Para realização desta atividade é necessária uma aula de quarenta e cinco minutos (00:45 min). O texto apresentado a seguir foi construído com base em uma tese intitulada “Efeito do Campo Magnético Alterado Sobre o Comportamento de formigas”, de Marlon César Pereira. O texto que deve ser disponibilizado impresso ou a depender das condições dos alunos em formato digital. O professor vai solicitar a leitura do texto que deve ser feita em duplas ou equipes de até 5 estudantes e após a leitura os alunos vão compartilhar suas percepções e responder a questão sugerida.

AS FORMIGAS E O CAMPO MAGNÉTICO

Conforme Marlon Pereira¹ os seres vivos, desde seu surgimento no planeta, estão sob influência de vários campos físicos a exemplo do campo gravitacional e o campo magnético. Por esse motivo, são sensíveis a eles e podem detectá-los e usá-los para se orientarem. Já foram realizados vários estudos demonstrando que diferentes grupos de organismos são sensíveis ao campo magnético natural do planeta e, por conta disto, são influenciados por qualquer tipo de variação de seus parâmetros naturais. Neste caso, o constante aumento de dispositivos elétricos e eletrônicos vem colocando cada vez mais animais e outros organismos em situações de variação dos padrões naturais do campo magnético terrestre.

Para testar o efeito do campo magnético alterado sobre a atividade de forrageio em formigas, Marlon utilizou uma fonte de alimentação digital simétrica e Bobinas de Helmholtz capazes de gerar um campo magnético de $60\mu\text{T}$, mais um par de ímãs de neodímio. O efeito do campo magnético de $60\mu\text{T}$ sobre o comportamento de forrageio foi testado em duas espécies de forrageio solitário, *Ectatomma brunneum* Smith 1848 e *Neoponera inversa* Smith 1848 e, outra com recrutamento massal, *Pheidole* sp. Os experimentos foram realizados em condições de campo e laboratoriais.

Os resultados da pesquisa mostraram que o Campo Magnético Alterado interfere no comportamento de forrageio e na tomada de decisão das operárias de duas espécies de formigas, tanto aquelas que apresentam recrutamento coletivo, como aquelas que forrageiam de forma individual. Os estudos indicam que o Campo Magnético Alterado afeta a decisão da primeira operária, mas não afeta daquela segunda que foi recrutada, o que significa que os estímulos químicos são mais fortes do que os magnéticos.

Especificamente, sobre o forrageio de *Pheidole* sp, ele alterou significativamente a trajetória, velocidade média de deslocamento, tempo de detecção das iscas e fluxo de formigas, o que sugere que as formigas além de perceberem estes estímulos, sofrem algum grau de perturbação.

Questão para o debate:

¹ PEREIRA, MARLON. Efeito do Campo Magnético Alterado Sobre o Comportamento de formigas. / Marlon César Pereira. – Dourados, MS: UFGD, 2017.

Com base neste texto exponha a opinião do grupo sobre a importância do campo magnético para a vida na terra e como situações de variação dos padrões naturais do campo magnético terrestre podem modificar o comportamento natural dos seres vivos. Escreva um texto de no mínimo 15 linhas expondo a opinião do grupo sobre o assunto.

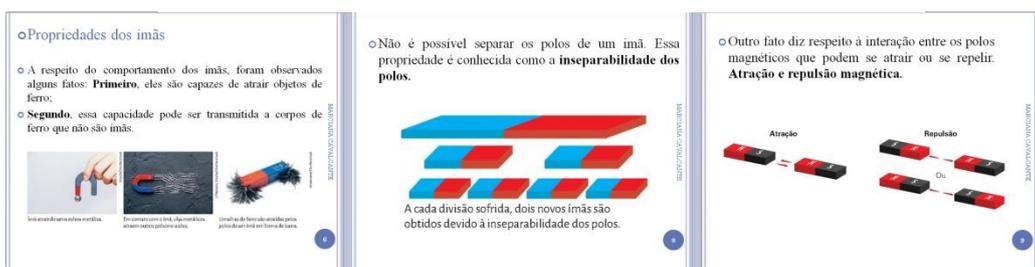
3.2 Atividade II: Explorando os Mistérios dos Ímãs: Uma Jornada pelo Mundo do Magnetismo

Para essa atividade será necessária uma aula de quarenta e cinco minutos (1 aula de 00:45 min). O encontro é dividido em 3 etapas. Vamos iniciar procurando refletir sobre o que sabemos sobre o magnetismo. Com a turma organizada em grupos de até cinco estudantes, pois acreditamos que esta abordagem de separá-los em grupos oferece a oportunidade de trabalharem juntos, promovendo habilidades de colaboração e comunicação, vamos sugerir que cada grupo elabore respostas justificadas, ou seja, forneçam explicações ou razões que fundamentem e validem a resposta dada, para as seguintes perguntas:

- I. O que vocês sabem sobre o magnetismo?
- II. Já usaram uma bússola? Sabem como ela funciona?
- III. Qual importância do campo magnético?
- IV. Como podemos verificar a existência de um campo magnético?

Na segunda etapa o(a) professor(a) mediará um debate, mostrando as propriedades do magnetismo por meio de slides (figura 1), pois este recurso melhora a comunicação e a compreensão do conteúdo apresentado, tornando a apresentação mais eficaz e envolvente para o público.

Figura 1: Aula expositiva: Propriedades Magnéticas



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Na terceira e última etapa, cada grupo deverá organizar cartazes com imagens, recortes de revistas ou até mesmo imagens impressas da internet para mostrar o que se sabe sobre o magnetismo e quais suas aplicações no nosso cotidiano. Cada grupo deve encontrar uma aplicação prática do magnetismo no seu dia-a-dia. Os cartazes poderão ser expostos na área externa à sala de aula para que outras turmas também tenham conhecimento do conteúdo estudado. Caso o professor não tenha tempo suficiente à construção dos cartazes pode ser indicada como atividade para casa.

3.3 Atividade III: **Buscando um instrumento de orientação: Uma proposta de atividade experimental.**

Para esta atividade será necessário uma aula de quarenta e cinco minutos (00:45 min), novamente vamos dividir a turma em grupos, pois além de oferece a oportunidade de trabalharem juntos, promovendo habilidades de colaboração e comunicação como já foi mencionado, os grupos podem ser ambientes propícios para o surgimento de ideias inovadoras, uma vez que a diversidade de perspectivas pode estimular a criatividade. Vamos considerar nessa atividade objetos de conhecimento já expostos na atividade I, como as propriedades dos ímãs. Este encontro é dividido em 2 etapas, a primeira será a realização de um experimento simples e na segunda os estudantes poderão manipular imagens em um simulador computacional.

1. Colocando o Problema:

Como todos já devem saber os ímãs se atraem e se repelem, dependendo dos lados em que os aproximamos. Semelhante a uma pilha que

tem os polos negativos e positivos, as faces de um ímã foram denominadas de polos: Norte e Sul. Polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes contrários se atraem.

Mas, como saber qual o polo Norte e qual o polo Sul dos ímãs?

Após mostrar esse questionamento serão disponibilizados alguns materiais para os grupos (figura 2), e fazendo uso desses materiais eles vão recriar o experimento para identificar os polos dos ímãs.

2. Disponibilizando o material:

- ✓ Dois ímãs pequenos em forma retangular desses de trancas de armário (2 para cada grupo);
- ✓ Embalagem de isopor daquelas de embalar queijo fatiado;
- ✓ Cola quente, estilete, tesoura, régua e compasso;
- ✓ Recipiente raso tipo cuba;
- ✓ 2 fitas adesiva uma vermelha e outra azul;
- ✓ Balde/garrafa com água.

Figura 2: Material necessário para realização do experimento.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

3. Elaborando o artefato:

Para responder à questão proposta anteriormente vamos deixar nosso ímã navegar livremente em uma cuba com água e observar cuidadosamente o

fenômeno. Para isso, inicialmente corte um disco de isopor com aproximadamente 5 cm de diâmetro e depois utilize a cola quente para fixar o ímã na vertical e bem no centro do disco conforme a figura 3.

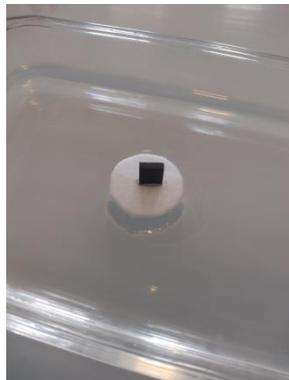
Figura 3: Ímã na base de isopor



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Em seguida, coloque o conjunto na cuba com água e observe cuidadosamente o comportamento do conjunto (figura 4). Compare a posição do seu ímã com a dos outros grupos para poder responder as questões.

Figura 4: Conjunto ímã e isopor na cuba com água.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

4. Questões:

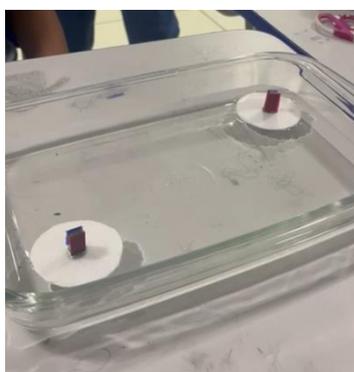
1. Descrever cuidadosamente o fenômeno observado.
2. Pinte ou cole a fita adesiva vermelha, na face que se orientou aproximadamente para a direção Norte e de azul a face que se orientou aproximadamente para a direção Sul (figura 5). A face do ímã que se orientou para o Norte será denominada de polo norte e a face oposta será o polo sul.

3. Você sabe por que o ímã se orientou em uma determinada direção?
Explique
4. Repita a experiência para um segundo ímã.

5. Como funciona?

Depois de colar os ímãs na base de isopor e coloca-los na cuba com água, espera-se que os estudantes percebam que o conjunto assume uma posição preferencial. Mesmo quando giramos o conjunto, ele retorna para a posição anterior.

Figura 5: Ímãs com seus polos indicados nas cores: vermelho e azul.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

6. A explicação Física.

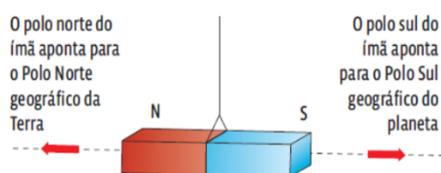
Antes de seguir com a explicação, os estudantes precisam identificar aproximadamente a direção geográfica Norte/Sul. Uma solução grosseira é apontar o braço direito estendido na direção da nascente (Leste) e o braço esquerdo estirado para o poente (Oeste). A linha perpendicular no meio dos dois braços estendidos é a direção Norte/Sul. Na frente do observador, encontra-se o sentido Norte, e nas costas o sentido Sul.

De acordo com Gilbert, a terra seria um gigantesco ímã aproximadamente esférico, e por esse motivo, as agulhas das bússolas se alinhavam na direção Norte/Sul. Para o cientista Inglês, no polo Norte geográfico encontrava-se um polo Sul Magnético e no polo Sul geográfico encontrava-se um polo Norte magnético. Considerada essa convenção, é fácil concluir que a face do ímã que apontar aproximadamente para a direção Norte

(geográfico) deve ser o polo Norte magnético do ímã (cor vermelha) e a outra face, naturalmente, é o polo Sul magnético (cor azul).

De acordo com Gaspar (2010) a denominação Norte e Sul para os polos de um ímã está relacionada com a utilização da bússola e os polos geográficos da Terra. Se um ímã puder se movimentar livremente, a face que aponta no sentido do Polo Norte geográfico da terra é o polo norte do ímã. O polo oposto é o polo sul como pode se observar na figura 6 a seguir:

Figura 6: ímã que pode se movimentar livremente.

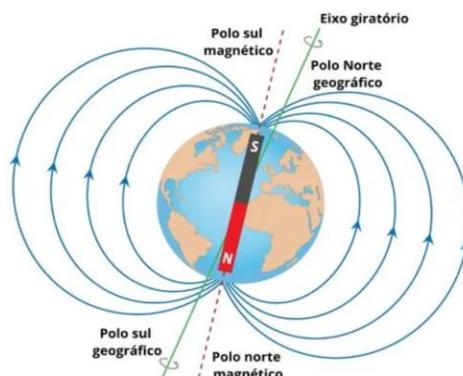


Fonte: Guia do estudante. Disponível em:

<https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem/conceitos>. Acesso em: 02 de março de 2024.

Portanto, se os polos opostos se atraem e o polo norte do ímã aponta para o polo Norte geográfico, no polo Norte geográfico encontra-se um polo sul magnético, como é possível ver na figura 7:

Figura 7: Polos magnético e geográfico terrestres.



Fonte: Mundo educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/magnetismo.htm>. Acesso em: 02 de março de 2024.

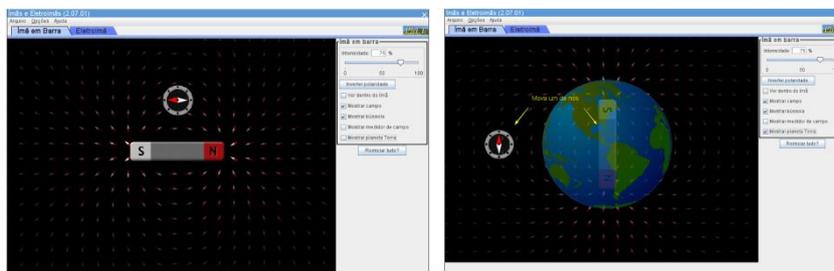
Em seguida o professor vai utilizar o Simulador Phet, para que os alunos entendam e visualizem melhor qual relação existe entre os polos magnéticos e os polos geográficos. Esse entendimento ocorrerá quando compararmos os polos do ímã e os polos terrestres. Para isso use o ímã, a bússola, o globo terrestre no simulador e aproveite (figura 8).

Após a simulação será solicitado aos alunos que elaborem um pequeno texto relatando o que foi observado e em seguida será entregue ao professor. Sugiro que esta atividade seja realizada em grupo e que antes de elaborar o texto o grupo possa discutir entre si sobre o que observaram.

Para utilizar o simulador basta seguir os seguintes passos:

- ✓ Clique **neste link** do site em que há uma simulação sobre ímãs;
- ✓ Ao clicar sobre o simulador, ele será executado e abrirá uma página com uma bússola e um ímã;
- ✓ Clicando sobre o ímã, você poderá movê-lo para diferentes posições e observar como a bússola comporta-se para cada posição ocupada por ele;
- ✓ À direita do simulador, é possível observar um quadro que permite mudar a intensidade do magnetismo do ímã e reverter a sua polaridade;
- ✓ Também à direita você encontrará o planeta terra que pode ser adicionado ao simulador.

Figura 8: Simulador Phet



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

3.4 Atividade IV: Uma parte da História

O texto apresentado a seguir foi construído com base no livro “Origens e evolução das ideias da física” e no artigo “Interação do Campo Magnético da Terra com os Seres Vivos: História da sua Descoberta” de Henrique Lins de Barros e Darci Esquivel. Leia o material com atenção e depois de discutir um pouco com os colegas do grupo tentem responder aos questionamentos indicados.

Questões a cerca da leitura

- I. Como a compreensão do magnetismo mudou ao longo da história, desde as primeiras observações até os conceitos modernos?
- II. Quais foram os principais marcos na história da pesquisa sobre magnetismo e suas aplicações?
- III. De que forma a descoberta da interação entre a Terra e os ímãs influenciou a navegação e a compreensão do campo magnético terrestre?

UMA PARTE DA HISTÓRIA²

Quem nunca se perguntou o porquê de um ímã atrair objetos de ferro e outros ímãs? Quem não se sentiu intrigado com esse poder de exercer forças a distância?

De acordo com Guimarães (2011), a observação dos ímãs acompanha a humanidade há mais de três mil anos e, na antiga Mesopotâmia o mineral magnetita já era utilizado como selos cilíndricos desde 2000 anos a.C. Ao que tudo indica, os chineses foram os primeiros a fazer uso mais prático das propriedades da magnetita, utilizando o material para construção de bússolas que serviam para navegação. Mas, apesar do uso prático da bússola, não se sabia, até a época do descobrimento do Brasil, que a orientação das agulhas magnéticas de uma bússola na direção Sul/Norte, era devido ao fato de a Terra se comportar como uma grande esfera magnética.

Foi na Grécia antiga que o termo *magnetismo* teve sua origem. A palavra teria sido derivada do nome de um pastor de ovelhas, “Magnes” que ficou surpreso ao observar que a ponta de seu cajado era atraída por uma pedra que encontrou ao longo de seu caminho. A província grega onde o pastor teria vivido, passou a se chamar Magnésia e essa pedra, pela mesma razão, passou a chamar-se magnetita. Independente da veracidade do relato de Plínio (23-79 d.C.), certamente o nome magnetita, dado aquela pedra com propriedades especiais (ímã natural), se deve ao fato de a mesma ter sido encontrada, inicialmente, numa região da Grécia, chamada Magnésia, local onde se encontram extensos depósitos de óxido de ferro.

Assim como aconteceu com a eletricidade, a influência do magnetismo nos seres vivos também foi experimentada e, embora pouco conhecida, teve seus períodos de grande sucesso. As ideias de que o ímã teria influência sobre as pessoas conquistou grande aceitação durante a Idade Média servindo até como critério de julgamento em algumas situações, a exemplo de adultérios e outras contendas.

² Texto construído com base no artigo “Interação do Campo Magnético da Terra com os Seres Vivos: História da sua Descoberta” Henrique Lins de Barros e Darci Esquivel.

Em alguns trechos dos tratados médicos de Hipócrates (460 – 377 a.C.) e Galeno (131 – 201 a. C.) a magnetita é indicada como forma de tratamento de humores e feridas sob a forma de emplastos, além de estar associada a estados e depressão.

No século XVIII o magnetismo também foi utilizado como forma de tratamento de algumas doenças. Franz Mesmer (1734 - 1815), por exemplo, tratou de vários tipos de moléstias e obteve curas consideradas surpreendentes, chamando a atenção da classe médica da época.

Baseado no conceito de magnetismo animal, Franz Mesmer desenvolvia suas atividades, principalmente em Paris até que a Sociedade Real de Medicina e a Academia de Ciências o consideraram um charlatão. As ideias do magnetismo animal estavam fundamentadas basicamente numa visão realista e ingênua do magnetismo e foram abandonadas pela ciência racionalista, inaugurada por Galileu e consolidada pelos trabalhos de Newton e o estudo da influência do campo magnético sobre os seres vivos só foi retomada em meados do século XX. Embora atrasados em relação aos chineses no que se refere ao uso prático do magnetismo, foram os europeus que realizaram o primeiro estudo científico e experimental do magnetismo. Em 1269, o engenheiro militar francês Pierre de Maricourt, um dos maiores conhecedores do ímã natural, foi o responsável pela denominação de *polo Norte* e *polo Sul* para as extremidades de um ímã. Em seu trabalho sobre o magnetismo (1269), Maricourt, organizou tudo que se sabia até então e agregou a isto suas próprias experiências e observações.

Só em 1600, mais de três séculos depois, o trabalho experimental de Maricourt foi retomado por William Gilbert que refez as experiências e comparou as explicações com as de outros autores. Gilbert reuniu suas conclusões no livro *De Magnete*, um dos primeiros clássicos da literatura científica. Foi o primeiro a sugerir que a terra seria um grande ímã e, para ilustrar sua tese, construiu um ímã em formato de esfera que foi denominado de *Terrella de Gilbert*. Esse artefato simulava o campo magnético terrestre. Ao colocar pequenas bússolas sobre essa esfera, explicou a propriedade das bússolas se orientarem sempre na direção Norte/Sul.

Logo após o trabalho de Gilbert sobre magnetismo, Galileu inaugura uma nova fase na história da Ciência. O trabalho de Galileu representa a pedra fundamental do novo conceito do que é científico, que irá influenciar todas as teorias de conhecimento posteriores. A revolução científica do século XVIII tem seu ápice na formulação racional da mecânica, feita por Newton, mas somente com os trabalhos de Coulomb, Gauss, Faraday é que o magnetismo volta a ser estudado, agora sob o aspecto racional que caracteriza a Ciência do final do Século XVIII.

Naquele cenário, a Física mantinha uma posição de destaque em relação às outras ciências e afirmava que os organismos vivos não possuíam propriedades magnéticas importantes e, desta forma, os fenômenos de origem magnética não podiam influenciar o desenvolvimento dos seres vivos. Este quadro científico foi alterado no início do século XX quando estudos sobre comportamento mostraram que vários estímulos do meio ambiente, embora muito fracos, poderiam mudar de forma significativa a resposta de animais.

O estudo da navegação de pombos, o chamado voo de retorno ao lar, realizados a partir da década de 1950, trouxeram informações até então desconhecidas no que diz respeito à capacidade de orientação destas aves e as primeiras hipóteses de que o pombo poderia utilizar os campos magnéticos fracos, para obterem informações sobre a sua trajetória foram feitas.

A partir daí vários estudos e evidências surgiram a respeito dessa interação dos organismos vivos com o campo magnético, a exemplo de estudos feitos com bactérias que respondiam diretamente ao campo, constituindo a primeira evidência de que o campo pode influir diretamente no comportamento do ser vivo.

3.5 Atividade V: Debate simulado.

O tempo previsto para realização desta atividade é 1h e 30 min, totalizando duas aulas de 00:45 min. Nessa atividade, a turma precisa ser dividida em três grupos: o primeiro grupo ficará responsável por apresentar argumentos sobre a importância do campo magnético para os seres vivos, defendendo a tese de que a perturbação do campo magnético terrestre pode prejudicar o ambiente. O segundo grupo argumentará em defesa do eletromagnetismo, sua importância, defendendo a tese de que as pequenas alterações são insignificantes e não alteram significativamente o equilíbrio ambiental. O terceiro grupo será responsável por julgar e definir o grupo que foi mais coerente e consistente com seus argumentos. Para isso, o terceiro grupo procurará agir de forma neutra, focalizando apenas os argumentos apresentados, ainda que pessoalmente não concorde. O trabalho do terceiro grupo tem um perfil técnico e, por isso, precisa estar apoiado em ações objetivas, tais como observar:

- ✓ Se há coerência nos argumentos para promover o convencimento dos outros;
- ✓ Se os argumentos foram construídos sobre bases científico-tecnológicas ou se ficam restritos à repetição do que os estudantes trazem do cotidiano e dos textos disponibilizados;
- ✓ Se os argumentos abordam com clareza as relações entre a ciência e a tecnologia e os aspectos políticos, econômicos, socioambientais, éticos e morais.

O terceiro grupo poderá ainda formular perguntas aos dois grupos no sentido de refinar sua avaliação, se julgar necessário.

Como complemento ao estudo realizado na construção desse produto educacional, duas atividades adicionais foram sugeridas para ampliar a compreensão do tema em questão e fornecer uma visão mais abrangente de possibilidades de se trabalhar o magnetismo. Espera-se que essas atividades contribuam significativamente para o avanço no estudo do tema.

Na primeira atividade vamos utilizar a limalha de ferro como um meio visual para mostrar as linhas de campo magnético geradas por diferentes

configurações de ímãs. Isso pode ajudar na compreensão da distribuição e intensidade do campo magnético em diferentes geometrias.

Na segunda atividade sugerimos a leitura de um texto que trata do magnetismo animal, fenômeno complexo e pouco compreendido. O texto de Farina oferece uma oportunidade única para os leitores explorarem as teorias e pesquisas por trás desse fenômeno intrigante, fornecendo uma compreensão mais profunda sobre como as criaturas vivas, como as moscas, utilizam o magnetismo terrestre em suas migrações. Compreender os padrões de migração das espécies é crucial para a conservação ambiental. Ao estudar o magnetismo das moscas e outros fenômenos migratórios, os alunos podem ganhar insights sobre como as mudanças ambientais, como a poluição luminosa ou as variações no campo magnético terrestre, podem afetar essas populações e, assim, informar estratégias de conservação. Em resumo o texto "O Magnetismo das Moscas" de Marcos Farina pode ser uma experiência educativa enriquecedora, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda do magnetismo animal, incentivando a curiosidade científica e promovendo a interdisciplinaridade e a conservação ambiental.

I Visualização das linhas de campo magnético de um ímã.

A atividade terá uma duração de 1h 30 min, Com esta atividade podemos visualizar as linhas de campo magnético em duas e três dimensões, além de verificar que as linhas de campo magnético são fechadas (isto é, partem e voltam ao ímã), preenchem todo o espaço (isto é, pode supor-se uma linha a passar por qualquer ponto do espaço) e nunca se cruzam.

Como sabemos os conhecimentos prévios interagem com o novo conhecimento, modificando e enriquecendo a estrutura cognitiva prévia, que permite a atribuição de significados ao conhecimento, dito isto iremos como de costume iniciar essa atividade fazendo questionamentos aos alunos a fim de sondar esses conhecimentos.

- O que existe ao redor dos ímãs que possibilita atrair objetos de ferro ou outros ímãs?
- Como você representaria as linhas de campo de um ímã?

Disponibilizando o material:

- ✓ TV/Data show
- ✓ Folhas A4;
- ✓ Ímãs
- ✓ Limalha de ferro

Como funciona?

A turma será dividida em grupos de 3 ou 5 alunos, o professor irá solicitar um desenho do campo magnético segundo a compreensão dos estudantes permitindo assim uma análise do nível de entendimento de cada um. Esses desenhos irão representar a forma como eles “imaginam” ser o campo que existe ao redor dos ímãs. Nesse momento é possível fazer uma analogia com o campo magnético da terra.

Em seguida para melhorar e facilitar a compreensão deles a cerca desta visualização, será disponibilizado limalha de ferro, ímãs e folhas de papel A4 para cada grupo de estudantes. Fazendo uso desses materiais espera-se que eles consigam uma forma de representar as linhas de campo dos ímãs disponíveis. Se o professor tiver acesso é interessante repetir esse procedimento da limalha de ferro com ímãs de diversos formatos, como circulares, em forma de U, retangulares, caso o professor não possua os ímãs é interessante pedir para que os alunos consigam os ímãs e levem para aula.

Novamente será solicitado que eles façam o desenho das linhas que conseguem ver no experimento montado por eles, os grupos irão comparar o desenho anterior e o posterior e anotar possíveis dúvidas e observações e compartilhar com os colegas essa experiência.

Podemos ver o fenômeno esperado quando se coloca a limalha sobre a folha de papel na figura 9 a seguir:

Figura 9: Limalhas de ferro orientam-se indicando a forma aproximada das linhas de campo.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

E para finalizar o(a) professor(a) pode disponibilizar em sala o vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=ZE84jQAWrE4>. No vídeo é possível vê outras formas de visualização das linhas de campo e outras ideias de experimentos fáceis de realizar.

II A importância do Campo magnético terrestre.

Campo magnético é a região do espaço na qual atuam forças magnéticas. O campo geomagnético, ou campo magnético da terra, é bastante complexo, variável no tempo e no espaço apresentando uma orientação predominantemente na direção aproximada da linha Norte-Sul geográfica (Pereira-Bomfim, 2014).

O campo magnético terrestre (CMT) desempenha um papel crucial na proteção da vida na Terra e em vários aspectos do funcionamento do nosso planeta, ele age como um escudo protetor contra o vento solar, uma corrente de partículas carregadas que é constantemente emitida pelo Sol. Sem essa proteção, as partículas solares poderiam despojar a atmosfera da Terra, prejudicando a vida e causando danos aos sistemas eletrônicos. Ele contribui para a retenção de gases atmosféricos, como o oxigênio e o nitrogênio. Sem o campo magnético, a atmosfera poderia ser corroída pelo vento solar, afetando a composição atmosférica e, conseqüentemente, a habitabilidade do planeta.

Estudar as variações no campo magnético fornece informações valiosas sobre a estrutura interna da Terra, incluindo movimentos de placas tectônicas e mudanças nas condições geodinâmicas. Podemos acrescentar

ainda que é um componente abiótico com o qual os seres vivos interagem permanentemente e tem estado presente desde muito antes do surgimento da vida no planeta. A interação complexa, com uma dinâmica temporal não repetitiva, tem levado os seres vivos a tomarem diferentes caminhos evolutivos (Acosta-Avalos et al, 2000, apud Pereira-Bomfim, 2014). A percepção de sinais do meio por microrganismos e animais mais derivados levou ao desenvolvimento de diferentes mecanismos ao longo do tempo, que são responsáveis pela sobrevivência das espécies, como a orientação e a navegação, contribuindo para o processo de seleção natural (Skiles 1985 apud Pereira-Bomfim, 2014, p.18).

Como vimos em uma seção anterior Barros e Esquivel (2000) chamam nossa atenção para campos magnéticos produzidos por aparelhos, produtos da crescente tecnologia, já existem estudos acerca de fenômenos semelhantes como é o caso da pesquisa de Marlon Pereira³.

Leia o trecho do artigo: “magnetismo das moscas”, escrito por Marcos Farina na revista ciência hoje (Apêndice 1) .

Com base neste artigo exponha sua opinião sobre a importância do campo magnético para a vida na terra. Escreva um texto de no mínimo 15 linhas expondo sua opinião sobre o assunto.

³ PEREIRA, MARLON. Efeito do Campo Magnético Alterado Sobre o Comportamento de formigas. / Marlon César Pereira. – Dourados, MS: UFGD, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de um produto educacional é facilitar o processo de aprendizagem. Isso pode ser feito fornecendo informações, conceitos ou habilidades de forma clara e acessível para os alunos. As atividades deste produto foram projetadas para envolver os alunos de maneira ativa e significativa em seu próprio aprendizado incluindo elementos interativos, desafios, jogos ou simulações que tornam a experiência de aprendizagem mais interessante e envolvente.

Com base no enfoque CTSA, desenvolvemos e aplicamos as atividades assumindo como ponto de partida a relação dos fenômenos magnéticos com os organismos vivos, a biosfera e a vida no planeta. E podemos concluir que os resultados foram bastante satisfatórios, sobretudo nas atividades de experimentação e uso de simulações.

Com as atividades de leitura e debate em grupos, foi possível integrar as perspectivas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, para que fosse possível compreender o magnetismo não apenas como um conceito físico isolado, mas como uma força influente que molda e é moldada pelas interações entre humanos, tecnologia e o meio ambiente.

Ao conhecer os efeitos do magnetismo em células, insetos, aves migratórias, espécies marinhas e em toda biodiversidade, os alunos, junto com os professores de física e de biologia, podem desenvolver novos projetos relacionados com conservação da biodiversidade e a preservação dos habitats naturais do seu Município, sobretudo, no que se refere às perturbações causadas pelo eletromagnetismo moderno.

REFERÊNCIAS

AULER, D. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade; Pressupostos para o contexto brasileiro.** Ciência & Educação, v. 1, n. especial, novembro de 2007.

BARROS, Henrique G. P. Lins de.; ESQUIVEL, Darci M. S. **Interação do Campo Magnético da Terra com os Seres Vivos: Historia da sua Descoberta.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 3, Setembro, 2000.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: UFSC, 1998.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético.** Revista CTS, nº 6, vol. 2, Diciembre de 2005 (pág. 173-194).

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. **Analisando a implementação de uma Abordagem cts na sala de aula de química.** Ciência & Educação, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física: ensino médio/** Alberto Gaspar. São Paulo: Ática, 2010.

GUIMARÃES, Alberto P. **A pedra com alma: a fascinante história do magnetismo/** Alberto P. Guimarães. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.

MAZETI, Lucas Jesus Bettiol. **Sequência didática: uma alternativa para o ensino de acústica para o ensino médio /** Lucas Jesus Bettiol Mazeti. -- 2017.

PEREIRA- BOMFIM, Maria da Graça Cardoso. **Magnetorrecepção em Vespídeos Sociais (Hymenoptera: Vespidae)/** Maria da Graça Cardoso Pereira BomFim- Dourados/ MS: UFGD, 2014.

PEREIRA, MARLON. **Efeito do Campo Magnético Alterado Sobre o Comportamento de formigas. /** Marlon César Pereira. – Dourados, MS: UFGD, 2017.

APÊNDICES

Apêndice 1. O 'magnetismo' das moscas

Nos últimos 50 anos, muito foi revelado sobre a sensibilidade de organismos a campos magnéticos, tendo como caso clássico o dos pombos-correios, que, orientados pelo campo terrestre, podem voltar, muito tempo depois, ao lugar de onde migraram. No entanto, muitas perguntas continuam sem resposta nessa área. Haveria, em alguns organismos, um sistema de recepção do campo magnético e de tradução dessa informação para o sistema nervoso?

Agora, um estudo feito com moscas-das-frutas coloca mais uma peça importante nesse cenário complexo: uma proteína sensível a certas frequências da luz tem papel-chave na sensibilidade desse inseto ao campo magnético. O artigo foi publicado na revista *Nature*.

O estudo do comportamento de organismos frente a campos magnéticos tem sido feito intensamente desde meados do século passado. Assim, verificou-se, por exemplo, que os pombos-correios podem se orientar pelo campo da Terra e que as trutas têm partículas do mineral magnético magnetita na região próxima ao bulbo olfativo. Entretanto, a descoberta das bactérias magnéticas, em 1975, foi o único caso em que um receptor de campo magnético (ou magnetorreceptor) foi identificado, e seu efeito na orientação dos microrganismos comprovado inequivocamente.

Bactérias magnéticas vivem em ambientes aquáticos, e seu movimento sofre efeito direto de um campo magnético. No interior delas, existe uma cadeia linear de cristais nanométricos de magnetita, responsáveis por sua orientação, agindo como se fossem a agulha de uma bússola. Mesmo quando a bactéria está morta, é possível orientá-la com um ímã, embora ela não possa mais nadar.

Os casos do pombo-correio e da truta enquadram-se no estudo da migração em grandes distâncias ou volta ao ambiente de onde o organismo partiu, mesmo após um tempo longo. A orientação passiva a um campo

magnético aplicado não seria possível para animais com porte maior que o das bactérias, pois a inércia do organismo impediria essa orientação.

A busca, portanto, de um sistema magnetorreceptor continua em aberto, assim como a de um mecanismo magneto-transdutor, ou seja, capaz de traduzir a informação contida no campo para uma forma que possa ser 'entendida' pelo sistema nervoso do animal, gerando no organismo uma ação (orientação, navegação etc.) correlacionada a alguma característica do campo (por exemplo, direção, sentido ou intensidade).

Detecção do campo magnético

Atualmente, existem três modelos que buscam explicar a detecção de um campo magnético por organismos, baseados em: i) no fenômeno da indução eletromagnética, ou seja, o campo magnético do ambiente geraria no organismo uma pequena corrente elétrica, como é o caso do peixe elétrico, o poraquê (*Electrophorus electricus*); ii) na presença de partículas magnéticas (como as das bactérias) que mudariam de orientação na presença de campos magnéticos, gerando impulsos em células nervosas (neurônios) presentes na região próxima aos cristais; iii) em reações químicas que são moduladas por campos magnéticos e envolvem receptores de luz (fotorreceptores).

Neste comentário, nosso interesse recai sobre este último tópico. Um modelo químico de sensibilidade ao campo magnético propõe que a informação magnética é transmitida ao sistema nervoso por meio dos produtos resultantes de reações químicas sensíveis a campos magnéticos que ocorrem em fotorreceptores especializados.

Um desses fotorreceptores seria a proteína chamada Cryptochrome (abreviada como Cry). Ela tem sido apontada como capaz de gerar, em reações químicas induzidas pela luz, pares de moléculas (radicais) que, por sua vez, possibilitariam ao organismo detectar campos magnéticos.

Robert Gegear e colaboradores, do Departamento de Neurobiologia da Universidade de Massachusetts (Estados Unidos), comprovaram que, na mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*), o fotorreceptor Cry é necessário

para que, na presença de certas frequências de luz, ocorra a sensibilidade desses insetos ao campo magnético.

A *Drosophila* foi considerada um modelo ideal para estudo do papel da Cry como magnetorreceptor, pois essas moscas (diferentemente de outros organismos) só têm essa proteína sensível à luz na faixa ultravioleta/azul, o que permitiu desenhar experimentos usando filtros de luz. A resposta mais intensa da Cry à luz se dá na faixa do ultravioleta A.

Primeiramente, os autores testaram a resposta das moscas ao campo magnético em duas situações: i) no estado 'natural', ou seja, sem interferência alguma; ii) após treinarem os insetos a associar o campo a uma recompensa do tipo 'acesso a um açúcar'.

Diferentes frequências de luz

Os autores mostraram que as mosquinhas, quando sob o efeito da luz visível, apresentavam tanto a resposta 'natural' quanto a 'treinada' para um campo magnético. Mas, quando as frequências de luz que vão do azul ao ultravioleta A eram bloqueadas com a ajuda de filtros, as moscas não respondiam ao campo. Além disso, as moscas que tiveram a Cry 'desligada' não mostraram nem resposta natural, nem treinada a um campo magnético sob a luz visível. Ou seja, perderam a sensibilidade ao campo.

Os autores também verificaram que, quando frequências acima do azul eram bloqueadas, as moscas não mostravam nenhuma resposta (natural ou treinada) ao campo. Quando apenas a faixa do azul era permitida, a resposta ao campo magnético era parcialmente restaurada. Essa recuperação parcial é consistente com o espectro de ação da Cry na *Drosophila*, que, como foi dito, atinge o azul, mas tem seu pico no ultravioleta A.

Proteínas do tipo Cry, além de funcionarem como fotorreceptores, também sincronizam os ritmos internos do organismo, os chamados relógios circadianos. Então, como último controle para seus experimentos, os autores usaram o fato de que essa proteína, ativada por luz, interage com outra, do relógio circadiano. Testaram, então, se o sistema circadiano da *Drosophila* teria

que estar intacto para que as respostas de sensibilidade ao campo magnético fossem normais.

Concluíram que, apesar de oferecerem luz continuamente às mosquinhas por pelo menos cinco dias (e elas já começarem a apresentar comportamento locomotor arritmico), as respostas comportamentais dos dois tipos (natural e treinada) ao campo magnético ainda foram observadas, o que comprovou o papel da Cryptochrome na sensibilidade a esses campos na *Drosophila*.

Marcos Farina

Laboratório de Biomineralização,
Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade Federal do Rio de Janeiro