

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

BRUNA DE MELO ALVES
FÁBIO MARINELI

A MÁGICA COMO
ELEMENTO MOBILIZADOR PARA
O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO



ppgecem

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**A MÁGICA COMO
ELEMENTO MOBILIZADOR PARA
O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO**



ppgecem

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

COLEÇÃO DE E-BOOKS *PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E FORMAÇÃO DOCENTE*

A MÁGICA COMO ELEMENTO MOBILIZADOR PARA O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO

Bruna de Melo Alves
Fábio Marineli

Copyright © dos autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores.

Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Desenvolvimento do Acervo da Biblioteca Universitária da UFLA

Alves, Bruna de Melo

A mágica como elemento mobilizador para o ensino do eletromagnetismo / Bruna de Melo Alves, Fábio Marineli. – Lavras: PPGCEM/UFLA, 2022. (Práticas pedagógicas e formação docente) 36 p. : il.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-998258-1-1

1. Ensino de física. 2. Prática de ensino. 3. Formação de professores. I. Marineli, Fábio. II. Título. III. Série.

CDD – 370.71

Ficha elaborada por Rafael Chaves Alem Martins (CRB 6/3590)

Coordenador da Coleção de e-books *Práticas Pedagógicas e Formação Docente*:

José Antônio Araújo Andrade

Editor responsável:

José Antônio Araújo Andrade

Revisão:

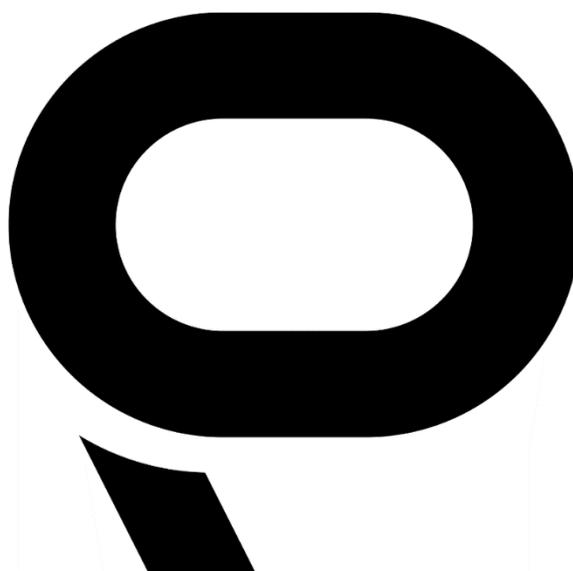
Laura Maria Santos Braga

Capa:

Bruna de Melo Alves, Fábio Marineli e José Antônio Araújo Andrade

Diagramação:

José Antônio Araújo Andrade



Coleção de e-books Práticas Pedagógicas e Formação Docente

José Antônio Araújo Andrade

Marianna Meirelles Junqueira

Iraziet da Cunha Charret

Conselho Editorial

Dra. Adair Mendes Nacarato – Universidade São Francisco – Brasil

Dra. Adriana Aparecida Molina Gomes – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Brasil

Dra. Adriana Correia de Almeida – Instituto Federal do Sul de Minas – Brasil

Dra. Cármen Lúcia Brancaglioni Passos – Universidade Federal de São Carlos – Brasil

Dra. Cristina Carvalho de Almeida – Instituto Federal do Sul de Minas – Brasil

Dr. Evandro Fortes Rozentalski – Universidade Federal de Itajubá – Brasil

Dra. Flávia Cristina Figueiredo Coura – Universidade Federal de São João Del Rei – Brasil

Dra. Francine de Paulo Martins Lima – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Frederico Augusto Totti – Universidade Federal de Alfenas – Brasil

Dr. Gildo Giroto Junior – Universidade Estadual de Campinas – Brasil

Dra. Iraziet da Cunha Charret – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. João Pedro da Ponte – Universidade de Lisboa – Portugal

Dr. José Antônio Araújo Andrade – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dra. Leonor Santos – Universidade de Lisboa – Portugal

Dr. Luciano Fernandes Silva – Universidade Federal de Itajubá – Brasil

Dra. Maria do Carmo de Sousa – Universidade Federal de São Carlos – Brasil

Dra. Marianna Meirelles Junqueira – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Regilson Maciel Borges – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dra. Regina Célia Grando – Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

Dr. Ronei Ximenes Martins – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Vitor Fabrício Machado Souza – Universidade Federal do Paraná – Brasil

Dr. Wilson Elmer Nascimento – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Brasil

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	9
2	ASPECTOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	11
3	A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....	15
	PRIMEIRA AULA: DIA DA MÁGICA	16
	SEGUNDA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 1	21
	TERCEIRA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 2	25
	QUARTA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 3	28
4	COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE AS AULAS	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35



APRESENTAÇÃO

Consideramos que ensinar não é uma tarefa fácil. Os processos de ensino-aprendizagem são complexos e não há procedimentos ou técnicas que, se aplicados, garantem resultados em qualquer situação. Por isso, o professor deve ser alguém que propõe soluções e produz saberes, articulando questões teóricas com sua prática.

Neste trabalho é apresentada uma proposta com esse caráter. Algo que talvez possa incentivar e dar suporte a professores e professoras de física na busca por formas de atuação que promovam a participação dos estudantes, sobretudo quando se têm como objetivo uma formação para a cidadania, com alunos cientificamente alfabetizados (SASSERON; CARVALHO, 2011). Nossa intenção não é que a proposta aqui descrita seja copiada, ou ditar como outros professores devem atuar, mas indicar como desenvolvemos nosso trabalho, pensando que esta proposta talvez possa servir de exemplo para outros, sendo adaptada e transformada para as reais condições e objetivos de outras escolas e salas de aula.

Há aqui a apresentação de uma sequência de ensino investigativa, com caráter investigativo, que faz uso de truques de mágica com o intuito de promover uma postura mais ativa e reflexiva dos estudantes na aprendizagem de conceitos científicos sobre eletromagnetismo, buscando mobilizá-los ao questionamento e à investigação. A mágica é um elemento lúdico introduzido nas aulas desta proposta, buscando despertar interesse, aguçar a curiosidade e promover engajamento. Ela é inserida como um problema a ser desvendado, com fenômenos que inicialmente aparecem como truque, representando uma lacuna no entendimento do mundo físico (ORTEGA, 2012), mas que com o desenvolvimento do trabalho passam a ser compreendidos.

Assim, é com imenso prazer que compartilhamos a presente proposta, que é nosso produto educacional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e

Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestrado profissional. Este produto trata-se de um conjunto de aulas que foi desenvolvido em uma turma de terceiro ano do ensino médio, composta por dez estudantes.

Salientamos que esta Sequência é uma proposta de utilização da mágica no ensino de física, em uma perspectiva investigativa, e esperamos que professores e professoras possam se inspirar nela e desenvolver trabalhos ainda melhores. Vale lembrar que ela foi realizada em aulas remotas, de forma online, devido à pandemia da Covid-19, mas pode ser adaptada para o formato presencial, o que pensamos que pode contribuir para um maior número de interações e melhores resultados.

Com isso, nossa expectativa é que a leitura deste material desperte o desejo de utilizar e/ou adaptar as estratégias nele descritas.



ASPECTOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Uma proposta de ensino de Ciências comprometida com a aprendizagem dos estudantes e que visa a atuação deles em seu próprio processo de construção do conhecimento, precisa estar em conformidade com abordagens, metodologias e estratégias que promovam condições em sala de aula, para que eles disponham de certos graus de liberdade (CARVALHO, 2013; BORGES, 2002), que possam ser ativos, objetivando a tomada de decisões e posicionamento crítico perante determinadas situações.

Com isso, em nossa proposta para o desenvolvimento de atividades que envolvem conceitos de física no ensino médio, consideramos as potencialidades da abordagem do Ensino por Investigação, que se baseia em desenvolver os conceitos científicos, por meio de atividades investigativas. Solino e Gehlen (2015) acreditam que essas atividades agem de forma facilitadora na aprendizagem dos alunos, com o intuito de promover o conhecimento científico, levando o aluno a investigar, criticar e analisar situações novas, levantando e discutindo hipóteses e elaborando conclusões. Esta perspectiva favorece o discente a passar de receptor a construtor ativo do próprio conhecimento, assim como promove habilidades como a tomada de decisão e posicionamento.

Sendo assim, utilizamos a abordagem do Ensino por Investigação como orientação para nossa prática docente, iluminando o desenvolvimento de nossa sequência de ensino investigativa.

Esclarecendo melhor o conceito de Ensino por Investigação, cabe mencionar que Carvalho (2018) o define como um tipo de ensino que busca criar, em sala de aula, condições para os estudantes “ensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;

lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas” (CARVALHO, 2018, p. 766).

Porém, para que o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa possa ter maiores possibilidades de alcançar as condições sugeridas por Carvalho, ela deve seguir alguns critérios. A autora sugere iniciá-la propondo aos estudantes uma situação problema, que pode ser experimental, demonstrativa ou não experimental. Além disso, a sequência de ensino

deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor. (CARVALHO, 2013, p.10)

No caso da escolha de uma atividade experimental, ela também requer etapas para o seu desenvolvimento investigativo, sugeridas por Carvalho (2013), que são a apresentação da situação problema a ser solucionada pelos estudantes, seguida da apresentação e distribuição dos materiais experimentais, realizada pela professora ou professor, seguida pela etapa de resolução do problema pelos estudantes, que é a etapa onde eles manipulam o material experimental, levantam e testam as hipóteses para resolver o problema proposto, bem como discutem entre os colegas, trabalham com os dados obtidos pela observação dos fenômenos até que formulem uma explicação para solucionar o problema. Essa última etapa é em parte manipulativa, sendo sugerida a mediação da professora ou professor de acordo com a necessidade dos estudantes.

Prosseguindo, segundo Carvalho (2013), passa-se para a etapa de sistematização do conhecimento, onde o papel do docente é também muito importante; é o momento em que a professora ou professor auxilia os estudantes a se apropriarem do conhecimento construído na atividade, estimulando-os a falar sobre como resolveram o problema e porque conseguiram resolver da maneira apresentada. Esse processo de passar da ação manipulativa para a intelectual contribui com a construção do conhecimento sobre o que está sendo sistematizado.

Em relação à experimentação, vale salientar que ela perfaz um importante instrumento de apoio metodológico no ensino de Ciências, tendo em vista que ela possibilita inúmeras contribuições aos estudantes. Em especial,

as contribuições das práticas experimentais investigativas são plurais e permitem ao aluno desenvolver uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de conceitos, no desenvolvimento de habilidades de expressão escrita e oral, uso de linguagem simbólica matemática, relacionamento entre o processo histórico e a

elaboração do conceito pelo aluno, elaboração de hipóteses e planejamento do experimento, dentre outras. (PEREIRA, 2010, p. 7)

Seguindo o exposto por Carvalho, orientamos o desenvolvimento da nossa sequência de ensino investigativa visando criar condições para que os estudantes pudessem levantar, testar e discutir hipóteses, trabalhar com os dados e informações disponíveis durante as atividades, a fim de que fossem capazes de elaborar suas próprias explicações.



A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Neste tópico apresentaremos a proposta de aulas da sequência de ensino investigativa elaborada.

Cabe mencionar que devido à pandemia, a Sequência foi desenvolvida por meio aulas remotas utilizando o aplicativo *Google Meet*. Assim, a professora – autora deste trabalho – foi quem manipulou os aparatos experimentais e os materiais disponíveis, mas após as demonstrações iniciais os alunos podiam solicitar à professora repetição de alguma demonstração ou alguma manipulação específica.

A proposta da sequência foi a de que as atividades se iniciassem com a demonstração de um fenômeno, apresentado como mágica, indicando uma situação problema. Como já dissemos, exploramos a ideia de que a mágica representaria uma lacuna no entendimento de certos aspectos do mundo físico (ORTEGA, 2012), em especial do fenômeno que estava ocorrendo. A busca por explicações pelos estudantes para os fenômenos físicos que estavam por trás dos truques apresentados foi no sentido de fazer com que a mágica deixasse de representar essa lacuna.

Para a realização dos experimentos, visando o êxito da proposta das atividades investigativas, foi necessário que o planejamento levasse em conta a participação dos alunos, dando espaço para que eles pudessem se manifestar, de modo que as relações discursivas fossem constantemente estimuladas. Como é elucidado por Sasseron e Machado (2017), em aulas investigativas podemos destacar dois aspectos relevantes: a argumentação e as perguntas em sala de aula. Ambas podem ser estimuladas, levando os alunos a interagir entre si, com o professor e com os objetos. Além disso, esses autores esclarecem ainda que uma atividade investigativa que faz uso de atividades experimentais possui duas etapas: a resolução prática do problema explorado, ou seja, a realização do experimento em si, e a construção de relações que permitam explicar o fenômeno.

A seguir são apresentadas as aulas de nossa sequência de ensino investigativa.

PRIMEIRA AULA: DIA DA MÁGICA

Conteúdo da aula

- Corrente elétrica.
- Campo Magnético.
- Força Magnética.
- Lâmpada fluorescente e ionização do ar.
- Lei de Faraday.
- Observar, levantar hipóteses e analisar os fenômenos apresentados com os experimentos.

Objetivos Específicos

Ao final dessa aula, espera-se que os estudantes sejam capazes de levantar hipóteses sobre a explicação das “mágicas” e que isso possa aumentar as interações discursivas com toda a turma nas aulas seguintes.

Recursos, Metodologias e Estratégias

Tempo previsto: uma aula de cinquenta minutos.

Nesta primeira aula realizamos o Dia da Mágica Científica, com três experimentos demonstrativos realizados como se fossem mágicas:

- (i) Interações de um eletroímã.
- (ii) Bobina de Tesla e uma lâmpada.
- (iii) Tubo de cobre e imã.

Os experimentos devem ser realizados como se fossem truques de mágica, sem explicar o fenômeno por trás do truque.

O primeiro experimento está relacionado à interação de um eletroímã – dispositivo que utiliza a corrente elétrica para gerar campo magnético – com uma chave. Dispondo de um pano preto e de um eletroímã, a mágica poderá ser realizada

utilizando-se da interação desse último com uma chave. Ao aproximar o pano mágico (que contém o eletroímã em seu interior) da chave, ela vai ser “puxada” para dentro do pano mágico.

A MONTAGEM DO ELETROÍMÃ

Para a realização da mágica são necessários um pano preto, uma chave qualquer e um eletroímã, que pode ser feito de forma bem simples. A montagem do eletroímã necessita dos seguintes materiais:

- 1 prego de ferro
- 2 pilhas grandes de 1,5V
- Fio de cobre esmaltado
- 1 interruptor

A montagem é feita, basicamente, enrolando todo o prego com o fio de cobre, sendo necessário deixar aproximadamente 20cm de fio nas duas extremidades do prego, para unir os extremos dos fios aos polos das pilhas, ligadas em série. O interruptor pode ser inserido para ligar e desligar o eletroímã sem precisar desconectar as pilhas. Para a montagem do eletroímã sugerimos que o(a) professor(a) assista ao vídeo:



Como fazer um ÍMÃ elétrico, o ELETROÍMÃ (EXPERIÊNCIA de FÍSICA - eletromagnetismo)

O segundo experimento é uma mini bobina de tesla onde após a montagem de um circuito com a bobina ao aproximar uma lâmpada ela acenderá. Ao aproximar a lâmpada da Bobina, que deve ser escondida dentro de uma caixa “mágica”, ela acenderá sem precisar estar ligada a energia elétrica. Novamente, sem nenhuma explicação no momento da realização do experimento, esse fenômeno pode ser indicado inicialmente como algo mágico.

A MONTAGEM DA BOBINA DE TESLA

A montagem da Bobina de Tesla necessita dos seguintes materiais:

- 1 base feita na impressora 3D
- 15 cm de cano PVC de 50mm
- Fio esmaltado para enrolar o cano PVC
- 1 toroide que pode ser feito cortando o isopor
- 1 chave liga-desliga
- 1 resistor de 47kohm
- 1 transistor 2N222
- 1 LED
- 1 conector de fonte
- 1 fonte 12V
- 1 lâmpada fluorescente

Para a montagem da Bobina de Tesla, o(a) professor(a) pode utilizar uma base de madeira ou de sua preferência. Além da base, é necessário montar a bobina, enrolando o fio de cobre no cano PVC, sendo necessário que uma volta fique bem próximo uma da outra. Na base do cano também é preciso fazer uma bobina primária, de apenas três voltas. Após a montagem da bobina é necessário montar o circuito, conectando os fios das bobinas no transistor, que serão conectados ao resistor, ao LED, ao conector e a chave liga-desliga. Com o circuito montado, é necessário conectar a bobina na fonte e colocar o toroide no topo da bobina. Para auxiliar a montagem da bobina sugerimos que o(a) professor(a) assista aos vídeos:

 [Faça uma MINI BOBINA DE TESLA caseira](#)

 [Mini bobina de Tesla super fácil de fazer - \(Tesla Coil\)](#)

O terceiro experimento está relacionado a aproximação de um ímã de neodímio de um material não magnético condutor de eletricidade, como é o caso de um tubo de cobre. Para sua realização, um ímã é lançado dentro de um tubo de cobre e outro ímã idêntico é lançado dentro de um tubo de PCV. Ambos os tubos devem estar cobertos por um adesivo preto. Será possível observar a diferença na sua queda nos dois tubos.

O ÍMÃ DE NEODÍMIO EM TUBO DE COBRE

A montagem necessita dos seguintes materiais:

1 tubo de cobre

1 tubo de PVC

2 ímãs de neodímio do mesmo tamanho

Papel adesivo

Ao montar o experimento, sugerimos que o(a) professor(a) prenda os dois tubos na mesma altura e recubra os tubos com papel adesivo de mesma cor. Vale salientar que os tubos devem ter o mesmo tamanho e largura, para que os alunos consigam notar a diferença no tempo de queda dos ímãs. Os ímãs devem ser menores que a largura dos tubos, para que não haja atrito durante a queda. Para uma melhor visualização, sugerimos que o(a) professor(a) assista ao vídeo:

 [O ímã de neodímio em tubo de cobre](#)

Nesse sentido, a primeira aula ficará voltada apenas para a realização dos três experimentos, sem nenhum questionamento ou atividade para os alunos, sendo que eles apenas observarão o truque ocorrido.

Por fim, após a realização do dia da mágica, o(a) professor(a) pode solicitar que os alunos respondam a seguinte pergunta (utilizando *Google Formulário*, por exemplo, ou em uma folha de papel na própria aula, no caso presencial): *O que você acha que aconteceu na nossa primeira aula?*

Com essa pergunta é possível observar o interesse dos alunos em relação a primeira aula e a busca de explicações para as mágicas.

Avaliação

A avaliação ocorrerá durante toda a aula, onde deverá ser observada a participação dos alunos.

Conversa com o professor

Para a realização das mágicas sugerimos que o(a) professor(a) inicie a aula como um dia de show de mágicas, sem relacionar explicitamente a física por trás dos experimentos. Será uma aula descontraída, onde o professor poderá até pedir ajuda dos alunos para a realização das mágicas, podendo realizá-las até mais de uma vez.

Na nossa experiência, foi possível notar o interesse dos alunos nas mágicas. Eles as observaram com muita atenção e até solicitaram sua repetição, sem relacioná-las com conceitos físicos. Como a nossa primeira aula era apenas de realização das mágicas, não buscamos ainda promover diálogos sobre os experimentos.

SEGUNDA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 1

Conteúdo da aula

- Corrente elétrica.
- Campo Magnético.
- Força Magnética.
- Levantamento e teste de hipóteses; organização de informações; construção de explicações.

Objetivos Específicos

Nesta aula esperamos que os alunos expliquem a “mágica” vista, compreendendo a interação do eletroímã com os diferentes materiais. Que consigam levantar hipóteses e testá-las, existindo interações discursivas entre toda a turma.

Recursos, Metodologias e Estratégias

Tempo previsto: uma aula de cinquenta minutos.

No início da aula, o(a) professor(a) deve refazer a mágica ligando e desligando o eletroímã, mostrando para os alunos que a chave pode ser atraída ou não. Após relembrar a mágica para os alunos, pode-se iniciar uma discussão com os eles, fazendo alguns questionamentos sobre o que observaram, como explicariam a mágica e a influência da chave nela. Durante toda a aula os alunos podem fazer anotações sobre todas as interações feitas com o experimento buscando explicações para a “mágica”.

Após as discussões, o(a) professor(a) pode mostrar um vídeo para que os alunos vejam aplicações semelhantes à “mágica” apresentada em aula:

 [Aplicações dos Eletroímãs](#)

Após o vídeo e as discussões, o(a) professor(a) deve mostrar o eletroímã e construir, com os alunos, a explicação da mágica.

Figura 1 – Mágica 1



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 2 – Mágica 1: Eletroímã



Fonte: Elaboração própria (2022)

Avaliação

A avaliação ocorrerá durante toda a aula, onde deverá ser observada a participação dos alunos.

Conversa com o professor

Para a realização desta aula sugerimos que o(a) professor(a) faça questionamentos o tempo todo. Colocamos aqui sugestões de questionamentos para auxiliar em seu planejamento:

- 1) Descreva o que você observa na realização desta mágica.
- 2) Como podemos explicar a mágica vista?
- 3) Qual a diferença de interação entre os materiais e o aparato experimental?
- 4) Como você explicaria isso?

5) Você poderia dar exemplos de outros materiais que poderiam reagir da mesma forma que estes testados?

Além das perguntas, o(a) professor(a) pode usar materiais para reagir com o eletroímã, mostrando quais materiais são atraídos e quais não são atraídos.

Na nossa experiência, podemos notar a euforia dos alunos. Eles participaram efetivamente da aula, questionando e buscando explicações para as mágicas. De início, eles levantaram muitas hipóteses sobre o que era a mágica, como na fala desses dois alunos:

Aluno 1: – *Eu acho que dentro do pano deve ter algum imã, ou alguma coisa que faça com que a chave seja atraída.*

Aluno 2: – *Tem que existir algo que gera magnetismo sem ser o imã.*

Posteriormente, eles buscaram organizar as informações e explicar as suas hipóteses. Como indicado nas falas transcritas a seguir:

Aluno 1: – *Agora já não sei mais se é o imã. É o mesmo movimento e uma hora pega e outra hora não pega.*

Aluno 2: – *Parece ser fio de cobre. É um fio muito usado para transmitir energia.*

Com isso, durante toda essa aula, os alunos levantavam hipóteses, organizavam as informações, explicavam as suas ideias e buscavam construir uma explicação para a mágica vista.

TERCEIRA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 2

Conteúdo da aula

- Campo Magnético.
- Corrente elétrica.
- Lâmpada fluorescente.
- Levantamento e teste de hipóteses; organização de informações; construção de explicações.

Objetivos Específicos

Nesta aula esperamos que os alunos expliquem a “mágica” vista, compreendendo o funcionamento da bobina de Tesla e como se dá a interação da bobina com a lâmpada fluorescente. Que consigam levantar hipóteses e testá-las, havendo interações discursivas entre toda a turma.

Recursos, Metodologias e Estratégias

Tempo previsto: uma aula de cinquenta minutos.

De início, o(a) professor(a) deve realizar novamente a mágica relacionado ao experimento 2. Após lembrar a mágica, pode-se iniciar a discussão sobre o que os alunos observaram e como a explicariam. Além da explicação, o(a) professor(a) deve questionar os alunos sobre a lâmpada usada na mágica.

Após a discussão realizada, pode ser passado um pequeno vídeo falando sobre como funciona uma lâmpada fluorescente:



Funcionamento das Lâmpadas Fluorescentes

Com isso, após a observação do experimento e do vídeo, é necessário dar continuidade à discussão, sendo importante questionar sobre a influência da lâmpada para a realização da mágica. Após as discussões, o(a) professor(a) pode mostrar o que estava dentro da caixa mágica e construir a explicação sobre a bobina de Tesla.

Por fim, pode ser passado um último vídeo, sobre a história de Nicola Tesla, encerrando a aula com a conclusão sobre a explicação da mágica:



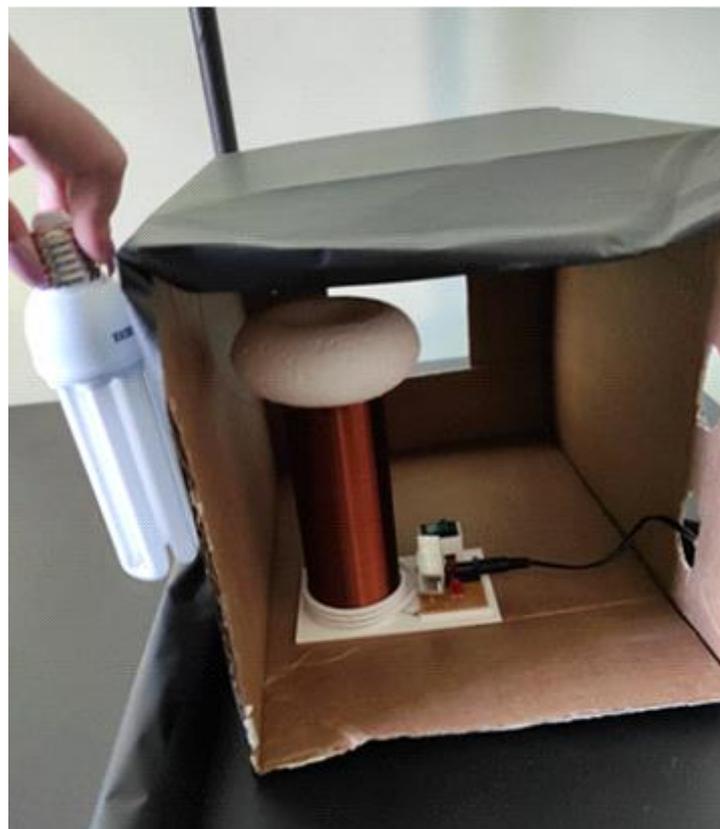
O que é e como funciona a Bobina de Tesla (History channel)

Figura 3 – Mágica 2



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 4 – Mágica 2: Bobina de Tesla



Fonte: Elaboração própria (2022)

Avaliação

A avaliação ocorrerá durante toda a aula, onde deverá ser observada a participação dos alunos.

Conversa com o professor

Para a realização desta aula sugerimos que o(a) professor(a) faça questionamentos o tempo todo. Colocamos aqui sugestões de questionamentos para auxiliar em seu planejamento:

- 1) Como você explicaria a mágica?
- 2) Você acredita que o material no interior das lâmpadas influencia para que a mágica ocorra?
- 3) Como vocês observaram, o experimento realizado não é uma mágica. Como você explicaria o que viu?
- 4) Relacionando o vídeo e o experimento, o que você conclui sobre a bobina de Tesla e como ela acendeu a lâmpada?

Além das perguntas, o(a) professor(a) pode usar outros vídeos para mostrar aplicações sobre a bobina de Tesla.

Assim como na aula anterior, na ocasião em que desenvolvemos esta, os alunos participaram e produziram várias discussões sobre a mágica observada. Levantaram várias hipóteses, organizaram as informações e buscaram explicações para a mágica. Podemos observar isso nas falas dos alunos:

Aluno 1: Acho que tem a ver com passagem de corrente elétrica. É algum mecanismo que passa corrente e produz o campo elétrico.

Aluno 2: Eu estou pensando aqui em algo que estudei em química. Cada cor representa um elemento químico. As lâmpadas fluorescentes quando passa de uma camada para outra libera fóton.

Aluno 3: Com certeza. O campo elétrico consegue fazer com que os elétrons fiquem mais agitados e conseqüentemente passem para outra camada. Quando você aproxima a lâmpada da caixa, algo ali atrás tem campo elétrico que agita os elétrons da lâmpada fazendo ela acender.

Durante toda essa aula os alunos buscaram entender a mágica e explicá-la. Foram várias discussões muito produtivas e que mostraram o interesse deles na aula.

QUARTA AULA: SISTEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO 3

Conteúdo da aula

- Corrente elétrica.
- Campo Magnético.
- Lei de Faraday.
- Levantamento e teste de hipóteses; organização de informações; construção de explicações.

Objetivos Específicos

Nesta aula esperamos que os alunos expliquem a “mágica” vista, compreendendo a diferença ao lançar o ímã nos dois tubos e como a frenagem ocorre no tubo de cobre. Que consigam levantar hipóteses e testá-las, existindo interações discursivas entre toda a turma.

Recursos, Metodologias e Estratégias

Tempo previsto: uma aula de cinquenta minutos.

Ao iniciar a aula, é necessário realizar a mágica para dar início à discussão. O(a) professor(a) deve questionar sobre a diferença na queda nos dois tubos e buscar explicações para a mágica vista.

Após a discussão, a fim de verificar quais foram as percepções que os alunos obtiveram ao longo do desenvolvimento desta sequência, a professora deve solicitar que os estudantes respondam a um questionário final, justificando o seu posicionamento para a explicação dos truques de mágica, com argumentos científicos. Foi proposto que os alunos respondessem a seguintes questões:

- 1) Descreva, com detalhes, o que você observou em cada uma das três mágicas vistas na sequência de aulas.
- 2) Como você explicaria os fenômenos por trás de cada uma das mágicas?
- 3) No geral, ao ver os truques, você se sentiu motivado/motivada a compreender os fenômenos físicos por trás deles? Explique.

Figura 5 – Mágica 3



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 6 – Mágica 3: Tubo de cobre



Fonte: Elaboração própria (2022)

Avaliação

A avaliação ocorrerá durante toda a aula, onde deverá ser observada a participação dos alunos.

Conversa com o professor

Para a realização desta aula sugerimos que o(a) professor(a) faça questionamentos o tempo todo. Colocamos aqui sugestões de questionamentos para auxiliar em seu planejamento:

- 1) O que influencia na diferença de tempo de queda do imã nos dois tubos diferentes?
- 2) Qual a importância dos materiais na realização do experimento?
- 3) Como explicaríamos a frenagem do imã ao ser lançado dentro do tubo de cobre?

Além das perguntas, o(a) professor(a) deve orientar os alunos a responderem questionário final.

Nesta última aula, os alunos também se mostraram mobilizados a explicar a mágica. Pudemos observar isso por meio das falas durante a aula, algumas indicadas a seguir:

Aluno 1: Acho que tem algo dentro do tubo que freia o imã.

Aluno 2: O imã tem campo magnético, talvez algo que influencia nesse campo.

Aluno 3: Então tem dois campos magnéticos, um do imã e o que foi gerado no tubo de cobre. Aí esses campos se atraem e desacelera o imã.

Assim, foi possível identificar que eles levantaram hipóteses, as justificaram e buscaram explicar o fenômeno observado.



COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE AS AULAS

Ao desenvolver as mágicas, obtivemos resultados muito positivos. Os alunos se mostraram empenhados na busca de explicações para os fenômenos. Além das explicações, eles teceram elogios ao uso da mágica para se ensinar física, dizendo inclusive que ficaram curiosos em saber o que estava por trás delas.

Vale indicar aqui algumas sugestões para o desenvolvimento de atividades como as aqui descritas, vindas da nossa experiência em trabalhar com elas. É desejável que o(a) professor(a) desenvolva as mágicas de forma bem lúdica, sem mostrar inicialmente que elas têm alguma explicação física por trás. É interessante fazer com que a aula seja leve, até vestindo-se de mágico(a), se possível, não deixando o aparato experimental exposto e não usando termos físicos durante o “show de mágica”. Isso possivelmente fará com que os alunos fiquem envolvidos na aula e curiosos para as explicações.

Além das sugestões acima, é necessário que as aulas destinadas à busca por explicações para cada experimento sejam guiadas pelo(a) professor(a). É importante estimular os estudantes a falar, questionando-os e não os deixando sem perguntas. As discussões em sala são muito importantes para a construção das explicações das mágicas.

Outro fator importante é o cuidado com os vídeos eventualmente usados durante as aulas. Pensamos que eles não devem ser passados antes das discussões entre os próprios alunos, pois podem já trazer alguma resposta para a questão em análise, o que diminuirá as interações discursivas em sala. Caso os alunos não consigam continuar as discussões sozinhos, o(a) professor(a) pode ajudar, dando algum exemplo ou fazendo alguma referência a algum filme ou a algo do cotidiano, por exemplo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com isso, concluímos a apresentação do nosso produto educacional, com grande entusiasmo e felicidade. Ensinar física é uma tarefa muito prazerosa e desafiadora, o que nos mobilizou a desenvolver este trabalho.

Esperamos que a nossa sequência de ensino investigativa possa contribuir com aulas de outros professores, servindo como exemplo, e até incentivo, para desenvolvimentos semelhantes. Esta é apenas uma proposta de se ensinar física utilizando truques de mágica, com foco investigativo, podendo sofrer adaptações e melhorias. E esperamos que isso ocorra.

Como dito, desenvolvemos a nossa sequência de forma remota e por isso em alguns momentos houve dificuldades dos estudantes em visualizar detalhes dos fenômenos apresentados com a mágica. Além disso, consideramos que o formato remoto traz mais dificuldade às interações discursivas. Assim, apesar de termos obtido resultados significativos, acreditamos que se a sequência de ensino investigativa for desenvolvida de forma presencial será possível alcançar resultados ainda melhores.

Cabe indicar que além das atividades aqui apresentadas uma possibilidade de continuação seria formalizar os conceitos físicos utilizados. Durante o processo, os alunos podem fazer uso de certos termos de forma não tão precisa, o que é absolutamente normal. Mas alguns direcionamentos posteriores podem ser realizados.

Investigar práticas pedagógicas é comum no campo de pesquisa, já que se faz necessário ir a fundo na busca por estratégias que possam trazer melhorias aos processos de ensino-aprendizagem. Em especial, aquelas que promovam uma postura mais ativa e reflexiva dos estudantes. Sob esse viés, concordamos com Torre

(2006), ao discorrer sobre a grande necessidade de mobilizar mais os alunos, devido aos inúmeros relatos de professores de física sobre o nível de desmotivação em suas aulas.

O intuito da presente proposta foi caminhar nessa direção, além de contribuir com os processos de Alfabetização Científica dos estudantes participantes. Julgamos que ela teve êxito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APLICAÇÕES DOS ELETROÍMÃS. Física na prática. **Youtube**. 19 dez. 2018. 2min29s. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=O1wZTMGbcSw> >. Acesso em: 22 jan. de 2022.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: **Condições de implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

COMO FAZER UM IMÃ ELÉTRICO, O ELETROÍMÃ (EXPERIÊNCIA DE FÍSICA – ELETROMAGNETISMO). Manual do Mundo. **Youtube**. 5 jun. 2012. 5min40s. Disponível em: < <https://youtu.be/j2kHpzP7eIQ> >. Acesso em: 22 jan. de 2022.

FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES. Elementarius. **Youtube**. 28 jun. 2018. 54s. Disponível em: < <https://youtu.be/QPm7sC33w-c> >. Acesso em: 22 jan. de 2022.

MINI BOBINA DE TESLA SUPER FÁCIL DE FAZER – (TESLA COIL). Prof. Ivo. **Youtube**. 17 ago. 2020. 5min16s. Disponível em: < <https://youtu.be/y yiTd7nLDkQ> >. Acesso em: 25 jan. de 2022.

O QUE É E COMO FUNCIONA A BOBINA DE TESLA (HISTORY CHANNEL). Gabriel Alighieri. **Youtube**. 28 mar. 2018. 4min38s. Disponível em: < https://youtu.be/QQU0CKA_FOo >. Acesso em: 22 jan. de 2022.

ORTEGA, J. L. N. A. **Lacuna e enunciação no ensino de Física**: quando a Física é Mágica. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v. 9, n. 11, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em ciências**, v. 10, n. 2, 2011.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

TORRE, J. C. Apresentação: a motivação para a aprendizagem. In: TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula**: o que é, como se faz. São Paulo: Edições Loyola, 2006, p. 7-10.

A RESPEITO DOS AUTORES

Bruna de Melo Alves

Mestra em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Federal de Lavras (2022) e Licenciada em física pelo Instituto Federal de Minas Gerais (2018). Leciona em duas escolas para as turmas de Ensino Médio. Com a conclusão desse trabalho a autora se sente ainda mais feliz por ter escolhido como profissão a docência e espera continuar construindo formas assertivas de se ensinar física.

Fábio Marineli

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (2016), Mestre em Ensino de Ciências (2007) e Licenciado em Física (2003) também pela USP. Realizou estágio doutoral na The City University of New York (2014). Foi professor na Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí (2008 a 2018), onde coordenou o curso de Licenciatura em Física (2010 a 2012) e o subprojeto Interdisciplinar do PIBID (2016 a 2018). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Lavras, atuando no curso de Licenciatura em Física e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. É coordenador institucional do PIBID-UFLA. Os principais temas de interesse são: Ensino de Física; Formação de Professores; interfaces entre Filosofia, Sociologia, Cultura e Educação em Ciências.

