



**PRODUTO EDUCACIONAL TERRELLA: SUGESTÃO DE AULA TEMÁTICA PARA  
SUA APLICAÇÃO COM ENFOQUE CTS**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA UFRPE  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO 58

Mestrando: **Robson Lima Pereira do Nascimento**  
Orientador: **Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda**

**Recife-PE**  
**2018**

## APRESENTAÇÃO

Este material contém o produto educacional desenvolvido na dissertação de mestrado cuja pesquisa abordou o seguinte tema: **“Terrella: uso do modelo simplificado de geodínamo como estratégia para o ensino significativo do eletromagnetismo”** apresentado ao programa de Pós-Graduação da Universidade Rural de Pernambuco (UFRPE) no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

O produto se constitui de dois experimentos batizados de Terrella, pois representam modelos do nosso planeta, sendo desenvolvido com o objetivo de auxiliar os professores de física no ensino do eletromagnetismo, como estratégia para o ensino significativo do conceito de campo magnético e sua relação com a corrente elétrica.

Este se constitui um roteiro de orientações no qual o professor encontrará uma sugestão de aula seguindo a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para aplicação dos experimentos junto aos estudantes, nele se encontram os procedimentos de montagem e o processo metodológico sugerido.

A aula pode ser adaptada para turmas de ensino médio ou superior, acreditamos que a experimentação aliada à abordagem CTS contribuirá para aprendizagem significativa deste importante conceito do eletromagnetismo. Para auxiliar ainda mais os docentes um vídeo da utilização do produto foi disponibilizado no youtube<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=ByA5DnhR0s4&feature=youtu.be>

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	2
1. INTRODUÇÃO .....	4
2. AULA TEMÁTICA: “TEMPESTADES MAGNÉTICAS E O ESCUDO PROTETOR DA TERRA” .....	7
3. CARGA-HORÁRIA .....	7
4. PÚBLICO ALVO .....	7
5. OBJETIVO GERAL .....	7
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
7. RECURSOS DIDÁTICOS.....	8
8. MONTAGEM DOS MODELOS.....	8
8.1 Primeiro modelo: Modelo de Terrella com um ímã no seu interior .....	8
8.2 Segundo modelo: Modelo de Terrella com espiras em seu interior.....	12
9. METODOLOGIA.....	22
9.1. Primeiro Momento: Pré-teste e discussão para levantamento de conhecimentos prévios.....	23
9.2. Segundo momento: Utilização da abordagem CTS, exibição da reportagem. ...	24
9.3. Terceiro Momento: Aula temática e aplicação do produto educacional .....	25
9.4. Pós-teste e sua Avaliação .....	26
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	28
REFERÊNCIAS:.....	29
APÊNDICE: PÓS-TESTE.....	30

## 1. INTRODUÇÃO

Em 1600, foi publicado o primeiro tratado sobre o magnetismo que a história da física conheceu o livro *De magnete* (Sobre o imã), publicado em Londres por William Gilbert (1544-1603) médico da corte da rainha Elizabeth I.

O livro representou um grande marco na revolução das ciências naturais ocorrida nos séculos XVI e XVII, nele Gilbert desconstrói mitos a respeito do magnetismo, valorizando as práticas experimentais como fator decisivo para consolidação das teorias científicas. Nesse contexto constrói com magnetita (pedra imã) uma esfera para representar a terra, experimento que chamou de *Terrella* (miniatura da terra) passando o planeta a ser o primeiro astro considerado magnetizado que se tem conhecimento (GUIMARÃES, 2011,p.81).

A meta de Gilbert era inaugurar uma nova astronomia na qual o magnetismo teria um papel central, suas ideias influenciaram cientistas renomados como Galileu e Johannes Kepler, o último escreve:

Se acredito em alguma coisa, escreve, depois que o leitor tiver lido o meu livro ficará convencido de que coloquei um telhado celeste sobre a filosofia de Gilbert, o qual construiu o alicerce terrestre.(GUIMARÃES,2011,PAG.87)

Dois séculos após o *De magnete* ser lançado, outro evento histórico acontece, a descoberta da geração de magnetismo através da corrente elétrica, tal descoberta foi realizada por um físico Dinamarquês, Hans Cristian Oersted (1777-1851) Em 1820.

Oersted descobriu que, ao aproximar a bússola de um fio percorrido por corrente elétrica, a agulha da bússola se movia. Essa observação foi um ponto de inflexão na história da eletricidade e do magnetismo, logo se chegou à conclusão que essas duas ciências misteriosas estavam intimamente ligadas. Assim, estava fundada a ciência do eletromagnetismo, que a partir do experimento de Oersted se desenvolveu através físicos notáveis como Ampère, Faraday, Maxwell entre outros.

Atualmente usamos o eletromagnetismo para explicar muitos fenômenos, um deles é como a terra gera seu campo magnético. Por três séculos a terra foi o único

objeto astronômico reconhecido como magnetizado, até a descoberta do magnetismo do sol (NELSON E MEDEIROS, 2012). Com o desenvolvimento da ciência da mineração se descobriu que a terra não poderia ser um grande imã como Willian Gilbert pensava, pois sendo seu interior muito quente (acima da temperatura Curie para os materiais ferromagnéticos) o planeta perderia seu magnetismo.

Em 1919 o Irlandês Joseph Lamor (1857-1942) físico e matemático, então professor Lucasiano do Trinity College (sucessor de Stokes e antecessor de Paul Dirac), procurou explicar a geração do campo magnético pelos objetos astronômicos, levantando a hipótese que o campo é gerado por um dínamo auto-excitado em seu interior. Para o caso da terra esta foi a gênese da teoria do geodínamo. De forma simplificada, a teoria atual defende que o movimento do magma no núcleo externo da terra (corrente elétrica) gera o campo magnético terrestre, fenômeno basilar da teoria do eletromagnetismo Nelson e Medeiros (2012).

Nesse contexto do eletromagnetismo, o presente produto educacional é constituído por dois modelos adaptados de Terrella, o primeiro inspirado no experimento de Willian Gilbert e o segundo uma variação do experimento de Oersted, este último representa o modelo simplificado de geodínamo. Acreditamos que a interação com os dois modelos de Terrela ajudará os alunos a construir um modelo mental coerente com as teorias científicas, em especial, a observação de que os modelos científicos não são eternos, sendo substituídos quando se mostrarem inadequados.

A motivação para construção deste produto educacional surgiu pelo grande desejo de inserir nas minhas aulas de física temas relativos à astrofísica. Contribuir para que o aluno aprenda os conceitos do eletromagnetismo de maneira significativa, ressaltando que a física está presente em tudo, desde fenômenos do dia-dia como em fenômenos do mundo celeste é um dos nossos objetivos.

Pretende-se, através dos dois modelos de Terrella, contribuir para superação das dificuldades encontradas no ensino tradicional de física em se ensinar campo magnético e sua relação com a corrente elétrica. Em geral os professores evidenciam esta relação através de fórmulas, provocando um grande esforço de abstração por parte do aluno, resultando numa aprendizagem mecânica, decorada (AZEVEDO, 2010).

O objetivo principal é promover a aprendizagem significativa segundo a teoria de David Paul Ausubel (1918-2008), esta valoriza os conhecimentos prévios dos alunos (MOREIRA, 2010).

Caso os alunos não apresentem nenhum conhecimento prévio (subsunção) a TAS recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais utilizados antes do conteúdo que irá ser ministrado sendo mais abrangentes e inclusivos do que este, podendo ser vídeos, textos, maquetes entre outros. Eles auxiliam os alunos na aquisição de ideias prévias sobre o conteúdo que será ministrado.

Para potencializar o produto educacional como estratégia de ensino significativo, sugerimos a abordagem pedagógica CTS, pois esta ajuda a aproximar o conteúdo ministrado do mundo vivencial do aluno.

A Terrella é multidisciplinar pode ser usada tanto por professores de física, astrofísica, geografia, geofísica, enfim todos que necessitem mostrar como a terra gera seu campo magnético.

Sendo assim no objetivo de auxiliar os docentes, foi construído um roteiro de aula temática: “Tempestades magnéticas e o escudo protetor da terra” de acordo com a proposta CTS, sendo descrito os passos desde a construção do produto até a avaliação das atividades.

## **2. AULA TEMÁTICA: “TEMPESTADES MAGNÉTICAS E O ESCUDO PROTETOR DA TERRA”**

### **3. CARGA-HORÁRIA**

- ✓ 2 a 4 h/a

### **4. PÚBLICO ALVO**

- ✓ Alunos do 3º ano ensino médio, licenciatura em física e áreas afins, turmas em que se precise trabalhar o conceito de campo magnético.

### **5. OBJETIVO GERAL**

- ✓ Comprovar a geração de campo magnético em espiras através de corrente elétrica, fazendo uma ponte entre esse conhecimento e o campo magnético terrestre através da teoria do geodínamo, contribuindo para aprendizagem significativa do conceito de campo magnético e sua relação com a corrente elétrica.

### **6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Ajudar os alunos a se situarem diante de uma situação ou problema concreto, reconhecendo a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os no conjunto de fenômenos da física e identificar as grandezas relevantes em cada caso.
- ✓ Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.
- ✓ Proporcionar aos alunos uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física, para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada.

- ✓ Promover a aprendizagem significativa do conceito de campo magnético e do geodínamo, levando o aluno a compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas

## 7. RECURSOS DIDÁTICOS

- ✓ Data show/computador e Power point
- ✓ Quadro e giz/pincel
- ✓ Cartazes ou maquetes feitas pelo professor.
- ✓ Os dois modelos de terrela sugeridos
- ✓ Bússolas e imãs

## 8. MONTAGEM DOS MODELOS

### 8.1 Primeiro modelo: Modelo de Terrella com um imã no seu interior

Vale a pena ressaltar o contexto histórico desse primeiro modelo, foi o termo terrela designado por William Gilbert no seu livro “De magnete” que inspirou a construção do produto.

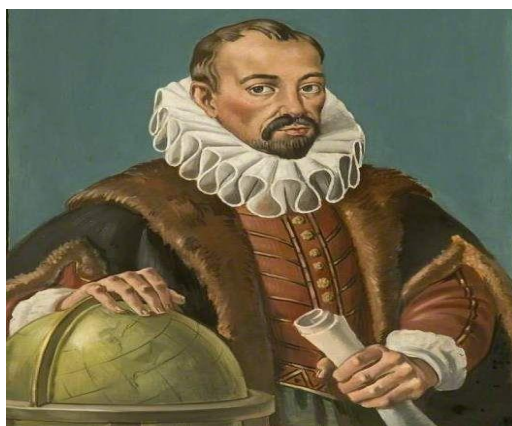


Figura 6: William Gilbert<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Disponível em: <<http://mini-ielts.com/1027/reading/william-gilbert-and-magnetism>>. Acesso: 01 de Junho de 2018.





Figura 7: Capa do livro De magnete de William Gilbert<sup>3</sup>

O avanço de Gilbert não veio de um lampejo de inspiração, mas de 17 anos de experimentos meticulosos. Ele aprendeu tudo o que pôde dos capitães de navios e fabricantes de bússolas, depois usou um pedaço de magnetita e fez um globo modelo da terra, a chamada Terrella e, com ela, testou ponteiros de bússolas. Os ponteiros se deslocaram de um lado a outro da terrella assim como as bússolas dos navios faziam, levando o cientista a concluir que o planeta inteiro é um ímã e tem uma essência de ferro. O livro causou tanta sensação que Johannes Kepler e Galileu, foram inspirados por sua sugestão de que a terra não é fixada em esferas celestes rotativas, ideia defendida pelo modelo geocêntrico, mas feita para girar por uma força invisível do seu próprio magnetismo. (DAVIS ETAL, 2016, PAG44).



Figura 8-Terrella<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Disponível em: < [http://canov.jergym.cz/objevite/objev4/gil\\_soubory/gilbert\\_book1.jpg](http://canov.jergym.cz/objevite/objev4/gil_soubory/gilbert_book1.jpg)>. Acesso: Junho de 2018

<sup>4</sup>Disponível em: <https://www.earlytech.com/earlytech/item?id=271>. Acesso:02 de Junho de 2018

**Lista de materiais:**

- Palitos de picolé cortados com 80 mm de comprimento.
- Imã em forma de barra de dimensões 90 mm x 20 mm x 20 mm, revestido por adesivo (Feito numa gráfica) indicando as polaridades norte e sul do imã.
- Globo para hamster de 12 cm de diâmetro.
- Fita dupla face
- Sete bússolas

**Procedimentos de montagem:**

1-Unir dois pedaços de palitos para formar uma cruz usando fita dupla face.



Figura 9- Palitos de picolé em forma de cruz.

Fonte: Arquivo pessoal

2-Adesivar o imã em forma de barra no centro dos palitos usando fita dupla face.



Figura 10: a) Imã em forma de barra b) Imã unido aos palitos com fita dupla face.

Fonte: Arquivo pessoal

3-Adesivar os palitos nas paredes internas do globo do hamster usando fita dupla face.



Figura11: Imã e seus suportes feitos de palitos fixados no globo com fita dupla face.

Fonte: Arquivo pessoal

4-Como sugestão usar um suporte de madeira (no nosso caso feito por um marceneiro) com um furo central do mesmo diâmetro do globo de hamster e dimensões frontais 280 mm (largura) x 200 mm (altura), mas também pode ser feito de papelão.

5- Adesivar as bússolas no suporte de madeira ao redor do furo, usando fita dupla face, como sugestão pintar a parte frontal de azul com tinta de parede antes de fixar as bússolas.



Figura 12: Suporte de madeira feita por um marceneiro.

Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 13: Modelo de Terrela com um ímã no seu interior

Fonte: Arquivo pessoal

Este modelo de Terrela é uma versão clássica do modelo histórico utilizada por William Gilbert em 1600. Nele percebemos o efeito do campo magnético de um ímã dipolar sobre bússolas provocando o alinhamento das agulhas magnéticas. Essa visualização dos efeitos magnéticos pode contribuir para redução da abstração do conceito de campo magnético.

## 8.2 Segundo modelo: Modelo de Terrela com espiras em seu interior

Este segundo modelo é uma adaptação do experimento histórico de Oersted, tendo importância histórica, pois uniu as ciências da eletricidade e do magnetismo este se constitui um modelo simplificado de geodínamo.



Figura 14- Hans Christian Oersted

Fonte: <https://image.slidesharecdn.com><sup>5</sup>

Palestrando na universidade de Copenhague, Hans Oersted (1777-1851) queria mostrar aos alunos como a corrente elétrica de uma pilha voltaica, poderia aquecer um fio. Ele notou que um ponteiro de bússola próximo ao fio se movia toda vez que ele era percorrido por uma corrente elétrica. Concluiu então que o fio percorrido pela corrente adquiria propriedades magnéticas, uma espécie de ímã elétrico. Esse experimento foi um marco para física, pois até então o magnetismo só aparecia expressamente em materiais como a magnetita. Porém ninguém sabia explicar este evento, e logo muitos físicos europeus se lançaram a estudar o acontecido, os aspectos quantitativos do fenômeno não foram desenvolvidos por Oersted, e sim por Ampère, Biot, Savart e outros (MARTINS apud PIETROCOLA, 2011, p.172).

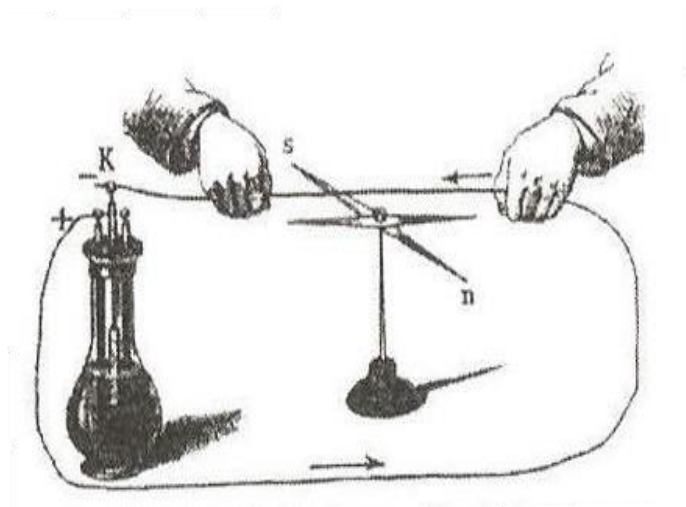


Figura 15-Experimento de Oersted. Agulha da bússola defletida pela ação do campo magnético produzido pela corrente elétrica no fio<sup>6</sup>

Fonte: Mundo educação

<sup>5</sup><https://image.slidesharecdn.com/hanschristianoersted-1777-1851-130120133527phpapp01/95/hanschristian-oersted-17771851-1-638.jpg?cb=1360235921>. Acesso: 30 de Janeiro de 2018

<sup>6</sup> <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.htm>. Acesso: 02 de Junho de 2018

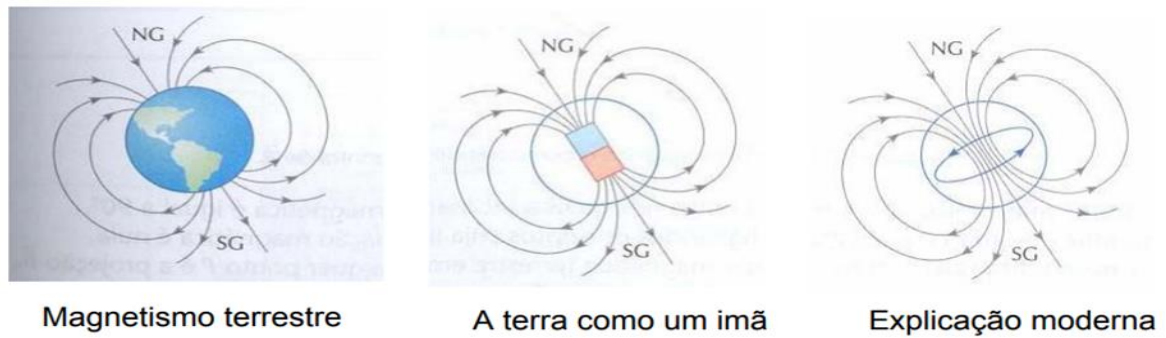


Figura 16: Origem do campo magnético terrestre<sup>7</sup>

Fonte: Portal Professor Petry

A figura acima mostra que a teoria atual defende que correntes elétricas no núcleo externo da terra gera seu campo magnético, semelhante a correntes elétricas em espiras condutoras como mostraremos através desta Terrella.

**Lista de materiais da estrutura interna do geodínamo simplificado numerados:**

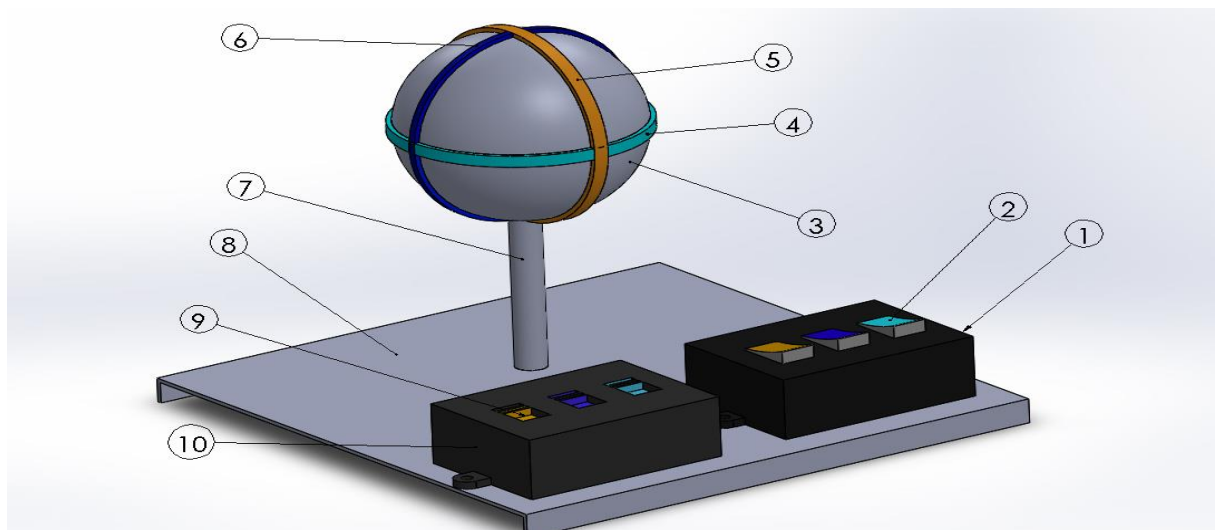


Figura 17: Bobinas de campo magnético numerada

Fonte: Hercílio Cordova

<sup>7</sup>Disponível em: [http://www.professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia\\_CEFET/Fundamentos\\_Eletridade/Aula\\_Eletromagnetismo.pdf](http://www.professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia_CEFET/Fundamentos_Eletridade/Aula_Eletromagnetismo.pdf) Acesso: 18/06/2018

- 1-Caixa plástica do tipo patola® para cada chave liga/desliga.
- 2- Chaves de liga/desliga das bobinas. Uma chave para cada bobina.
- 3- Esfera de isopor de 75 mm de diâmetro.
- 4- Bobina equatorial.
- 5- Bobina frontal.
- 6- Bobina lateral.
- 7- Coluna de alumínio de 12 cm de altura.
- 8- Base de alumínio.
- 9- Chave de reversão H de 127/220 V. Uma chave para cada bobina.
- 10- Caixa plástica® das chaves de reversão H para alteração do sentido da corrente elétrica das bobinas.

#### **Processo de montagem:**

1-Como base foi usada uma chapa de alumínio de 18x20 cm com 1,5mm de espessura, ela foi dobrada nas suas laterais formando as pernas da base com altura de 1 cm (Item 8 da figura anterior) .

2- Foi usada uma coluna de 3/8” de diâmetro também de alumínio, feita em tubo oco e rosqueada por dentro, nela foi feita um orifício lateral para passar a fiação da bobina.

Foram usadas 100g de fio de cobre esmaltado do tipo AWG32 com ele construímos as bobinas cada uma tendo 50 voltas ao redor da esfera de isopor de 75 mm a coluna foi colada na esfera de isopor com resina epóxi® (tipo araldite).

Para ligação elétrica entre as espiras e as chaves usamos fios finos de diversas cores. Para fixação das espiras na esfera de isopor usamos grampos escolares.



Figura 18: Coluna de alumínio 3/8" de diâmetro e 12 cm de altura colada na esfera com resina epóxi®.

Fonte: Arquivo Pessoal

3- Para fixação da coluna na base foi usado um parafuso sextavado de 5/16" x 1/2". Duas caixas plásticas patola® de 78 x 48x 26 mm foram usadas para colocar as três chaves de liga/desliga e as três chaves de reversão das correntes elétricas nas bobinas, 10 parafusos M3x6 mm do tipo cabeça de panela foram usadas para fixar as caixas plásticas na base de alumínio e as chaves de reversão na sua respectiva caixa plástica.

Três led's de cinco mm com cores diferentes (vermelho, verde e amarelo) foram fixadas junto as três chaves liga/desliga para indicar a passagem de corrente em cada bobina. A base foi furada usando broca 5/16" para fixação dos demais componentes nela.

As próximas figuras mostram a sequência de montagem e como ficou a fixação das caixas na base.



Figura 19 : Chave liga/desliga



Fonte: Arquivo pessoal

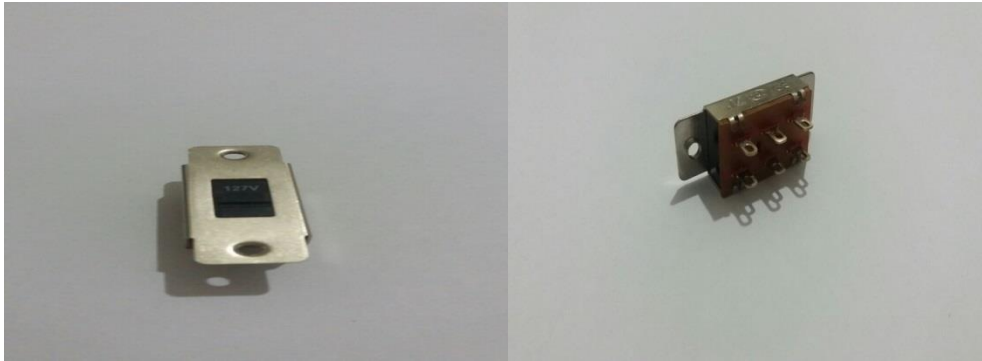


Figura 20: Chave de reversão H de 127/220 V

Fonte: Arquivo pessoal

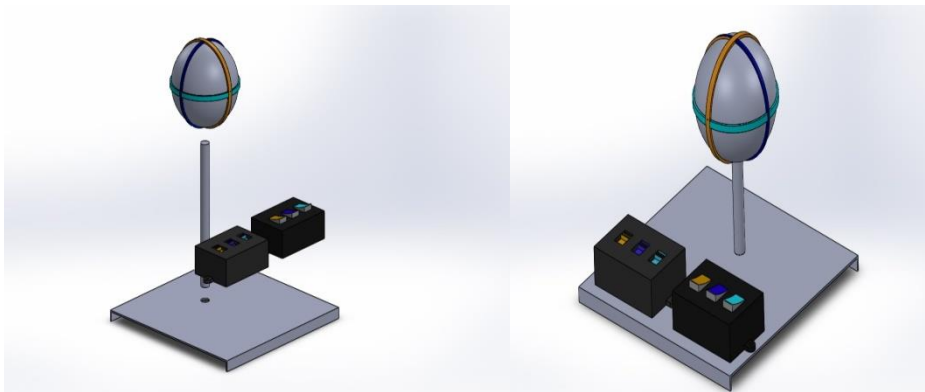


Figura 21: Fixação das caixas patola e da haste de alumínio na base.

Fonte: Hercílio Cordova



Figura 22: Imagem real caixas patola fixa na base de alumínio.

Fonte : Arquivo pessoal



Figura 23: Parte de baixo da base de alumínio e os parafusos usados para fixar a haste

Fonte: Arquivo pessoal

4. Usamos um globo de vidro transparente de 100 mm de diâmetro para modelar a superfície da terra e facilitar a visualização do seu interior, para sustentação do globo fizemos três suportes de alumínio com 60 mm de altura cada um com aberturas em forma de “V” na parte superior para encaixe do globo, esses suportes foram dobrados na parte de baixo para fixação na base de alumínio usando três parafusos M3x6 mm, para adesão do globo em seus suportes usamos silicone. No fim fixamos uma bússola na parte superior do globo com fita dupla face.



Figura 24: Globo de vidro de 100 mm de diâmetro à direita o globo fixo nos suportes com silicone.

Arquivo pessoal



Figura 25: Bobinas adesivadas com cores diferentes: verde, Vermelha e amarelo para indicação do sentido da corrente.

Fonte: Arquivo pessoal

5. Usamos quatro pilhas AA de 1.5 V (totalizando 6V) como fonte de corrente contínua (VDC) das bobinas. Abaixo está apresentado o esquema elétrico das bobinas e das chaves liga/desliga e de reversão H.



Figura 26: Fonte de alimentação: suporte para quatro pilhas AA de 1.5 V.

Fonte : Arquivo pessoal

Esquema elétrico da Terrella:

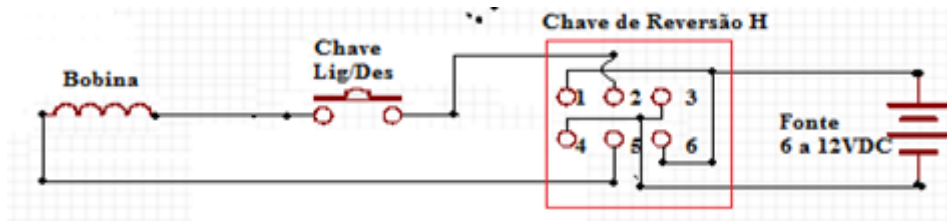


Figura 27: Esquema elétrico da Terrella.

Fonte: Hercílio Cordova

6. Nas bobinas usamos três fitas de cores diferentes (vermelho, verde e amarelo) para designar os sentidos da corrente elétrica em cada uma, simulando as correntes elétricas no interior da terra.

Para conhecer em que sentido a corrente se move basta ligar a fonte de alimentação e observar para onde aponta o norte da bússola, pela regra da mão direita se descobre o sentido da corrente.



Figura 28: Imagem real do segundo modelo de Terrella (Geodínamo simplificado)

Fonte: Arquivo pessoal.

Este modelo é fundamentado matematicamente pela lei de Biot-Savart, na qual a corrente elétrica na bobina gera um campo magnético ao redor, e seu sentido é determinado pela regra da mão direita de Ampère.

Pode-se através deste experimento demonstrar a geração do campo magnético pela corrente elétrica e o sentido do vetor campo magnético, além de explorar o conceito de campo magnético resultante quando estiverem circulando simultaneamente correntes em duas bobinas diferentes.



Figura 29 a) Alinhamento da bússola a agulha magnética aponta no sentido do campo magnético produzido pela corrente elétrica na bobina verde b) O ponteiro da bússola se alinha no sentido contrário quando há inversão no sentido da corrente elétrica.

Fonte : Arquivo pessoal



Figura 30 (a) Sem corrente elétrica nas espiras, o ponteiro da bússola aponta no sentido do campo magnético terrestre. (b) O campo magnético resultante devido a correntes elétricas em duas espiras (verde e azul), pela regra da mão direita o campo na espira verde aponta para oeste e na espira vermelha aponta para o sul, pela soma de vetores o campo resultante aponta na direção sudoeste.

Fonte : Arquivo pessoal

## 9. METODOLOGIA

Sugere-se ao professor que a aula siga quatro etapas, montamos um quadro geral delas:

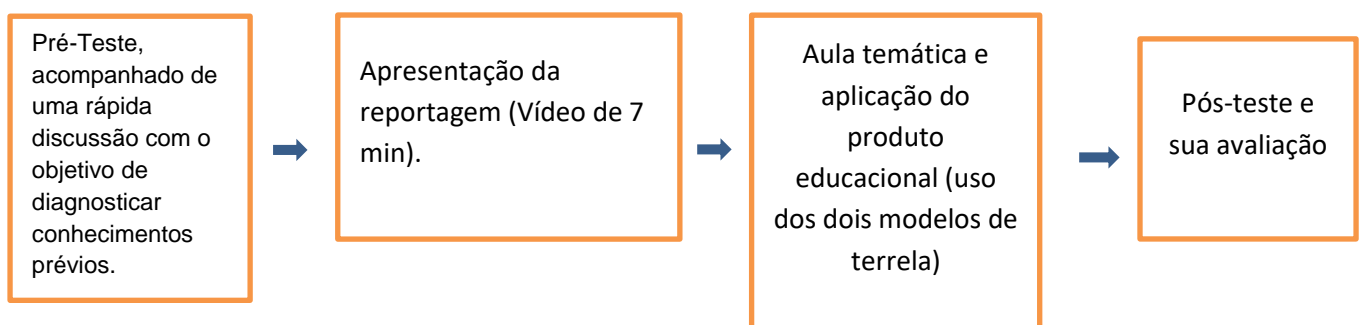


Figura 31- Etapas da metodologia adotada para execução de atividades.

Fonte: Elaboração própria

### 9.1. Primeiro Momento: Pré-teste e discussão para levantamento de conhecimentos prévios

Sugere-se num primeiro momento a aplicação de um pré-teste, o objetivo desse questionário inicial é obter informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do campo magnético, corrente elétrica, dínamo e geodínamo. Eles devem ser instruídos a responderem da forma mais objetiva possível.

Ainda com o objetivo de captar as concepções prévias dos alunos sugere-se usar neste momento cartazes, ou maquetes com imagens simulando as linhas de campo magnético da terra e também o vento solar, perguntado aos alunos se eles reconhecem os fenômenos retratados nessas imagens levantando-se uma rápida discussão.

Abaixo segue um modelo de questionário e duas maquetes que podem ser utilizadas pelo professor

#### Pré-Teste

**Aluno:**

**Turma:**

- 1) Na sua concepção o que é campo magnético? Cite fontes de campo magnético.
- 2) Para você o que é corrente elétrica?
- 3) Não existem ímãs em equipamentos eletrodomésticos mas, o funcionamento destes depende da existência de um campo magnético. O que gera o campo magnético nesse caso?
- 4) Como a terra cria seu campo magnético?
- 5) Na sua concepção como o campo terrestre é importante para a vida humana, no ponto de vista tecnológico e ambiental?
- 6) O que é um dínamo? Qual a associação feita entre a terra e o dínamo?

### Modelos de maquetes:



Figura 32- Dois modelos de maquetes: À esquerda linhas de campo magnético da terra se não existisse a influência do sol. À direita o sol e o vento solar deformando o campo magnético terrestre que serve como escudo protetor.

Fonte : Arquivo pessoal

### 9.2. Segundo momento: Utilização da abordagem CTS, exibição da reportagem.

No segundo momento recomendamos a utilização de um vídeo<sup>8</sup> curto (7 min) disponível no youtube, que consiste numa reportagem da rede Record de televisão alertando sobre o perigo das tempestades magnéticas vindas do sol. A função do vídeo é despertar a curiosidade dos alunos, atuando como organizador prévio, além de promover a abordagem CTS junto aos estudantes.

Segundo Moreira (2010) a condição para aplicação dos organizadores prévios é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente e inclusivo do que este, ajudando desse modo os alunos que não possuem conhecimentos prévios sobre o assunto em questão.

Assim espera-se que a ideia mais inclusiva (terra como fonte de campo magnético) servirá de ancora para a nova ideia: corrente elétrica gerando campo magnético terrestre.

Portanto para o produto educacional Terrella a importância da abordagem CTS é a preparação do terreno para a aprendizagem significativa do conceito do

<sup>8</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=n\\_hlusi\\_GBg](https://www.youtube.com/watch?v=n_hlusi_GBg) acesso em 26/03/2018. Refere-se a uma reportagem do programa domingo espetacular que foi transmitida no dia 23/03/2013.



campo magnético terrestre e sua origem (Geodínamo), mostrando a atuação do CMT como escudo protetor das tempestades solares.

### **9.3. Terceiro Momento: Aula temática e aplicação do produto educacional**

No terceiro momento sugere-se uma aula temática usando Power point<sup>9</sup> sobre o seguinte tema: “Tempestades magnéticas e o escudo protetor da terra”, este tema é riquíssimo quando adotado o enfoque CTS relacionando os temas ciência, tecnologia e sociedade.

Nela inicialmente podem ser apresentadas as propriedades dos imãs e o funcionamento das bússolas, neste momento podem-se usar os imãs para mostrar a repulsão e atração entre eles.

O professor pode introduzir o conceito de campo de forma comparativa entre o campo gravitacional, elétrico e magnético, demonstrando a importância das linhas de campo introduzidas por Faraday.

Apresentar a estrutura interna da terra é importante, principalmente seu núcleo externo, quente e condutor de eletricidade.

O aspecto histórico dos experimentos também deve ser ressaltado, e nesse momento pode ser utilizada a Terrella de Willian Gilbert. Em particular o modelo de Gilbert demonstra o caráter provisório dos modelos científicos, o conhecimento que a terra não pode ser um imã segundo o modelo clássico por causa das altas temperaturas em seu interior (Ponto Curie do ferro e níquel presentes no núcleo da terra).

A parte final da aula deve conter a noção cotidiana de dínamo embasada no conhecimento que a corrente elétrica gera campo magnético, que aliada ao entendimento da estrutura interna da terra busca fazer a ancoragem do novo conhecimento: a terra gera campo magnético através do seu dínamo interior. Nesse

---

<sup>9</sup> Modelo de Power Point disponível em:  
<https://drive.google.com/file/d/1EC8Y8nellxXG7en2MixD0chrt8J0xtal/view?usp=sharing>

momento pede-se aos alunos que interajam com o experimento do geodínamo simplificado.

No fim do processo deve ser destacado o efeito protetor do campo magnético terrestre, os cinturões de Van Allen, o efeito das correntes elétricas da ionosfera nas telecomunicações, além do efeito destruidor do sol se a terra perdesse sua magnetosfera. Sendo interessante citar que o campo magnético está presente em outros astros, como planetas, estrelas e galáxias.

A qualquer momento o professor pode usar o quadro negro para esclarecer algo importante que ele identificar.

#### **9.4. Pós-teste e sua Avaliação**

Indicamos a aplicação do mesmo teste com a adição de uma pergunta final, para que o professor perceba a utilidade do produto do ponto de vista do aluno, o modelo final do pós-teste se encontra no “apêndice A” deste produto.

No momento da avaliação o docente deve comparar as respostas do pré-teste com as do pós-teste, buscando sinais da aprendizagem significativa, nesse processo deve-se lembrar da participação dos estudantes nas atividades (motivação, curiosidade), estando atento aos comentários dos alunos sobre as atividades realizadas, para se perceber se foi atingida a aprendizagem significativa dos conceitos ou não.

Dizemos que um indivíduo aprende significativamente quando consegue relacionar de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária o novo conhecimento com o conhecimento prévio já existente na sua estrutura cognitiva conforme Moreira (2009).

Por substantiva entende-se a aprendizagem do significado do conceito e não o conceito literal, decorado ao pé da letra. Por não arbitrário, entende-se que o novo conhecimento tem que se ligar a uma concepção prévia do aluno sobre o assunto em questão e não a qualquer conhecimento presente na estrutura cognitiva do aluno. Assim o professor não deve esperar uma resposta decorada do aluno, e sim

perceber se o aluno entendeu o significado do campo magnético e sua relação com a corrente elétrica de forma não literal.

Em especial ao fim do processo pretende-se que o aluno ao comparar os dois modelos de terrela seja capaz de entender a transitoriedade dos modelos científicos, o modelo de geodínamo foi utilizado depois que o de Willian Gilbert se mostrou inadequado para explicação da origem campo do magnético terrestre.

Cabe ao professor verificar se os alunos mostraram alteração nos seus pré-conceitos após a aula, sendo substituídos por ideias mais relevantes e estáveis, observadas nas escritas dos estudantes a respeito do campo magnético.

Assim espera-se que após a metodologia proposta o aluno demonstre um melhor nível de formulação das suas ideias, superando em geral, a confusão entre os conceitos de campo elétrico, campo magnético, campo gravitacional e suas fontes.

Alguns alunos podem apresentar dificuldades no aprendizado mesmo após a intervenção pedagógica, principalmente quando os conceitos científicos são contrários à intuição.

Segundo Bachelard algumas ideias prévias dos alunos podem servir de obstáculos para a aprendizagem significativa, os quais foram denominados de obstáculos epistemológicos (LAHERA; FORTALEZA, 2006, p.52).

Para superação destas dificuldades é necessária uma análise mais aprofundada pelo professor e a utilização de outras atividades que reforcem o conteúdo ministrado.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração da aula “Tempestades magnéticas e o escudo protetor da terra” apresentou-se uma sugestão metodológica baseada na abordagem CTS buscando potencializar o uso do produto educacional Terrella como estratégia de ensino significativo do conceito basilar do eletromagnetismo: Geração de campo magnético por corrente elétrica.

O produto educacional se constitui uma alternativa ao ensino de física tradicional que valoriza a matemática em detrimento da contextualização.

Como professores de física deveríamos nos perguntar o quanto aquilo que estamos a ensinar pode contribuir para o entendimento do mundo.

Para os conteúdos ensinados em física esse questionamento tem importância particular, pois sendo uma ciência natural abarca uma parcela importante do conhecimento do mundo que nos cerca. Além disso, a ciência e tecnologia transformaram de tal modo nossa sociedade, que não podemos dissociá-las nos processos de ensino.

Conclui-se assim que a abordagem CTS se constitui uma ótima proposta para a integração dos temas ciência, tecnologia e sociedade dentro do contexto de ensino do eletromagnetismo.

O tema abordado na aula é atual atrativo de grande aplicação dos conteúdos estudados, permitindo a exploração tanto de aspectos científicos e tecnológicos quanto sociais, dos quais destacamos:

Experimentos históricos (aspecto científico), e o campo magnético como escudo protetor da terra (aspecto tecnológico, social e ambiental).

Ressalta-se, que este material se constitui uma sugestão de aula, esta podendo ser adaptada de acordo com a realidade de cada ambiente escolar, de modo que auxilie o ensino significativo da relação entre corrente elétrica e campo magnético, fenômeno este que se constitui a base da teoria eletromagnética.

**REFERÊNCIAS:**

AZEVEDO, Roberto. **Utilização de organizadores prévios para aprendizagens significativas do magnetismo e do eletromagnetismo**. 2010. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_AvedoRL\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_AvedoRL_1.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2018.

GUIMARÃES, Alberto Passos. **A pedra com alma**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. 335 p.

HART-DAVIS, Adam; FARNDON, John; GREEN, Dan; HARVEY, Derek; JOHNSON; PALMER; Douglas. **O LIVRO DA CIÊNCIA**. 2. ed. São Paulo: Globo, 2016. p.44

LAHERA, Jesús; FORTALEZA, Ana. **Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio modelos e exemplos**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 223 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é a final aprendizagem significativa?** 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2018

NELSON, Osman; MEDEIROS, José. **Assim na Terra como no céu: a teoria do dínamo como uma ponte entre o geomagnetismo e o magnetismo estelar**. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a22v34n4.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2018.

PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ANDRADE, Renata de; ROMERO, Talita Raquel. **Física em contextos pessoal, social e histórico: Eletricidade e Magnetismo**. São Paulo: Ftd, 2011.v.3.p.172.528 p. (Coleção Física em contextos)

POZO, Juan; CRESPO, Gomez. **A aprendizagem e o ensino de ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

**APÊNDICE: PÓS-TESTE****Aluno:****Turma:**

- 1) Na sua concepção o que é campo magnético? Cite fontes de campo magnético.
- 2) Para você o que é corrente elétrica?
- 3) Não existem ímãs em equipamentos eletrodomésticos mas, o funcionamento destes depende da existência de um campo magnético. O que gera o campo magnético nesse caso?
- 4) Como a terra cria seu campo magnético?
- 5) Na sua concepção como o campo terrestre é importante para a vida humana, no ponto de vista tecnológico e ambiental?
- 6) O que é um dínamo? Qual a associação feita entre a terra e o dínamo?
- 7) Comente em poucas palavras, qual a sua visão do planeta terra depois do contato com o nosso experimento Terrella:

---

---

---