



Especialização em
**ENSINO DE
ASTRONOMIA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE ASTRONOMIA E
CIÊNCIAS AFINS**

**Robson Lima Pereira do Nascimento
Rogério Lima do Nascimento**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO A TERRELLA PARA O ENSINO
DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal Rural de Pernambuco no Curso de Especialização em ensino de astronomia e ciências afins, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Pós graduado em ensino de astronomia.

Orientador:

Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda

Recife-PE

Julho/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N244Nascimento, Rogério nascimento, Robson lima pereira do nascimento/Rogério lima do nascimento/Rogério lima do nascimento. - 2022.
Sequência didática usando a Terrella para o ensino do campo magnético terrestre / Robson lima pereira do nascimento/Rogério lima do nascimento. - 2022.
62 f. : il.

Orientador: Antonio Carlos ds Silva Miranda.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Especialização em Ensino de Astronomia, Recife, 2022.

1. Sequência didática. 2. BNCC. 3. Terrella. I. Miranda, Antonio Carlos ds Silva, orient. II. Título

CDD 520

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO A TERRELLA PARA O ENSINO
DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE ASTRONOMIA E
CIÊNCIAS AFINS**

Robson Lima Pereira do Nascimento

Rogério Lima do Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda

BANCA EXAMINADORA

Presidente - Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda-DF/UFRPE

Membro- Prof. Dr. Pedro Hugo de Figueirêdo-DEd/UFRPE

Membro- Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenorio-DEd/UFRPE

Recife – PE

Julho/ 2022

DEDICATÓRIA

Dedicamos esta conquista aos nossos pais Antônio Pereira do Nascimento (In memoriam) homem simples que nos ensinou muito através de seu exemplo de luta e coragem o amaremos para sempre. E Zuleide Maria de Lima nossa mãe guerreira. Sem vocês este trabalho e muitos dos nossos sonhos não se realizariam.

Às nossas esposas Ingridy Tainan e Anne Barreto, pelo apoio. Sem vocês, nenhuma conquista valeria a pena.

A Luciano Santos (In memoriam) foi um grande homem sua bondade e generosidade nos impactaram, saudades eternas.

As todas as vítimas da pandemia em especial a Samyr Pessoa (In memoriam) tão presente nas atividades astronômicas da UFRPE, saudades amigo.

A Noah filho de Rogério Lima que nasceu no período da pós, que cresça com saúde e sabedoria, quem sabe será um amante da astronomia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por guiar meus passos, levando a realização de mais uma conquista;

À nossa família, um suporte emocional para os momentos de desafio;

Ao Prof. Miranda, nosso reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de alguém que transpira sabedoria; nosso respeito e admiração por sua dedicação em prol da divulgação científica. Sabemos que seu trabalho tem colhido e bons frutos, um deles se verifica na conclusão deste trabalho;

A realização de um projeto de pesquisa como este só foi possível com o apoio de vários colaboradores. Aos professores que abraçaram a causa desta Pós-graduação, aprendemos muito com todos vocês, começamos em meio a uma pandemia e em meio a todo caos chegamos até aqui, isso se deve a dedicação de todos.

Experimentei uma maravilha desse tipo quando criança, aos quatro ou cinco anos, quando meu pai me mostrou uma bússola. O fato de a agulha se portar de maneira tão determinada não condizia absolutamente com a natureza dos acontecimentos alojados no meu subconsciente mundo das ideias (onde as ações estavam relacionadas ao “toque”). Ainda me lembro - ou pelo menos acho que lembro - que essa experiência me causou uma marcante e duradoura impressão. Deve haver algo de profundamente oculto por trás disso tudo.

Albert Einstein

Resumo

Os documentos oficiais como a BNCC indicam os caminhos a serem seguidos na educação básica em nosso país, reforçando a necessidade de atividades integradoras que engajem e motive os alunos preparando-os para viver neste mundo tão complexo. O ensino de astronomia tem sido recomendado por tais documentos dada a sua potencialidade, tanto pelo fascínio que causa na maioria das pessoas mas também por sua interdisciplinaridade podendo ser abordada em qualquer disciplina científica. Sendo assim nesta pesquisa foi analisada uma sequência didática (SD) que se constitui o produto educacional, com objetivo de verificar sua contribuição para o ensino do campo magnético terrestre, usando a Terrella que se constitui um modelo experimental histórico da Terra. Para tanto, iniciamos destacando a relevância do ensino da astronomia na BNCC, e como pesquisadores referenciam o uso de sequências didáticas dentro de um contexto de ensino diferenciado. A aplicação da SD junto aos estudantes se mostrou bastante proveitosa, contribuindo para a redução da abstração do conceito de campo magnético terrestre de forma lúdica e prazerosa.

Palavras chaves: Sequência didática, BNCC, Terrella.

ABSTRACT

Official documents such as the BNCC indicate the paths to be followed in basic education in our country, reinforcing the need for integrative activities that engage and motivate students, preparing them to live in such a complex world. The teaching of astronomy has been recommended by such documents given its potential, both for the fascination it causes in most people but also for its interdisciplinary and can be approached in any scientific discipline. Thus, in this research, a didactic sequence (SD) was analyzed that constitutes the educational product, with the objective of verifying its contribution to the teaching of the terrestrial magnetic field, using Terrell, which constitutes a historical experimental model of the Earth. To this end, we start by highlighting the relevance of astronomy teaching at BNCC, and how researchers refer to the use of didactic sequences within a differentiated teaching context. The application of SD with the students proved to be quite fruitful, contributing to the reduction of the abstraction of the concept of terrestrial magnetic field in a playful and pleasant way.

Keywords: Didactic sequence, BNCC, Terrella.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CMT	Campo Magnético Terrestre
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional da educação básica
SD	Sequência didática

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bússola e sua agulha imantada	8
Figura 2: ímã e suas linhas de campo magnético.....	9
Figura 3: Bússolas alinhadas por ação do vetor campo magnético	10
Figura 4: Modelo explicativo de Willian Gilbert para o magnetismo Terrestre.....	12
Figura 5: Gilbert e sua Terrella.....	12
Figura 6: Representação do campo magnético terrestre.....	13
Figura 7: Magnetosfera terrestre sob ação do vento soar	15
Figura 8: IFPE Campus Ipojuca	17
Figura 9: Demonstração da ação do ímã na bússola/aluno brincado com dois ímãs de neodímio	21
Figura 10: Demonstração da Terrella para os alunos.....	23
Figura 11: Engajamento dos alunos nas atividades	25
Figura 12: Terrellas construídas pelos alunos, na primeira com a presença do sol na segunda sem ele.....	25
Figura 13: Outros modelos de Terrella feitos pelos alunos.....	26

Lista de gráficos:

Gráfico: Desempenho dos alunos.....	31
-------------------------------------	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1.O ensino de Astronomia.....	3
1.1 Porque ensinar astronomia?	3
1.2 Os documentos oficiais e o ensino de astronomia.	5
1.3 O uso das sequencias didáticas no ensino de ciências.....	6
2.O magnetismo terrestre e a Terrella.....	7
2.1 O magnetismo: Entre imãs e bússolas.....	7
2.2 O De magnete e a Terrella de Gilbert: A Terra se comporta como um imã.	10
2.3 A teoria atual sobre a origem do campo magnético terrestre e a importância deste magnetismo	14
3.Aplicação do produto educacional: A sequência didática	16
3.1 O contexto escolar da aplicação da pesquisa	16
3.2 A metodologia usada na aplicação da SD:.....	18
3.2.1 Sequência didática: o campo magnético terrestre.....	19
3.2.1.1 Primeira aula : Entre imãs e bússolas	19
3.2.1.2. Segunda aula: A Terra se comporta como um grande imã.....	22
3.2.1.3 Terceira aula: colocando a mão na massa, construção de modelos de Terrellas.....	24
3.3 Resultados e análise da aplicação da sequência didática.....	26
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS:	34
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL	37
APÊNDICE B: TESTE FINAL.....	50
APÊNDICE C : TERMO DE CONSENTIMENTO	52

INTRODUÇÃO

Muito se fala que o ensino tradicional das ciências precisa ser renovado, a fragmentação disciplinar radical do conhecimento como ainda hoje é praticado, montam verdadeiras barreiras entre a física, química e biologia, disciplinas compõem no ensino tradicional as denominadas ciências da natureza, estas já solidificadas por causa dos vestibulares, não havendo portanto nas escolas tradicionais espaço para a disciplina de astronomia no currículo escolar.

Sua inserção no ensino básico é defendida por ser a mais democrática das ciências, está presente em todas as outras, ela foi e continuará sendo fundamental para o desenvolvimento da sociedade atual. Através dos ciclos celestes nos orientamos através dos tempos, plantamos, colhemos e planejamos nossas atividades sociais e econômicas.

Nenhuma outra disciplina passeia entre as outras como a astronomia faz, termos como astrofísica, astroquímica e astrobiologia estão se tornando comuns. Ela possui então um alto potencial para diminuição das barreiras entre as disciplinas, tendo ganhado espaço nos documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Uma das propostas deste documento é a superação da fragmentação disciplinar do conhecimento e o estímulo à sua aplicação na vida real (CARVALHO e RAMOS,2020).

Neste sentido propomos a construção de uma sequência didática para o ensino de um tema bastante abrangente o campo magnético terrestre (CMT).

A grande vantagem da sequência didática (SD) enquanto estratégia de ensino é que as atividades são elaboradas e desenvolvidas seguindo uma lógica sequencial de compartilhamento e evolução do conhecimento (GIORDAN, GUIMARÃES E MASSI, 2011).

A BNCC ao se referir as estratégias de ensino valoriza a contextualização dos conteúdos identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, para concebe-los e pôr em prática situações

e procedimentos que motivem e engajem os alunos (BRASIL, 2020). Ao nosso ver uma SD bem elaborada pode cumprir este papel.

Utilizaremos no desenvolvimento das atividades a Terrella (um modelo da Terra).um experimento histórico, através dele se reconheceu pela primeira vez que o próprio planeta era magnetizado.

Sendo assim, o presente trabalho estabelece o seguinte problema de pesquisa:

Como uma sequência didática, utilizando a Terrella, pode contribuir para um ensino diferenciado do conceito de campo magnético terrestre?

O objetivo geral é analisar se a SD pode contribuir para o ensino significativo deste conceito.

Para tanto, no primeiro capítulo analisamos fatores importantes para a defesa do ensino da astronomia, o seu lugar nos documentos oficiais e as SD como estratégia de ensino.

No segundo capítulo faremos um apanhado histórico, mostrando em seguida a teoria física que serve de aporte conceitual para o modelo de Terrella. O terceiro capítulo destaca a metodologia adotada para aplicação do nosso produto educacional junto aos estudantes, com a utilização dos modelos de Terrella, tratando-se também da análise da aplicação da SD junto aos alunos.

No quarto capítulo apresentamos as considerações finais a respeito desta pesquisa. Finalizamos a pesquisa com as referências e os apêndices.

Para analisarmos os impactos produzidos pela utilização do produto educacional, foi realizada a intervenção pedagógica numa turma do 3º ano do ensino médio integrado em Mecânica do IFPE Campus Ipojuca-PE.

1.O ensino de Astronomia

1.1 Porque ensinar astronomia?

A astronomia é o estudo do céu, a ciência dos objetos cósmicos e acontecimentos celestiais, ela busca investigar a natureza do universo em que vivemos sendo considerada a ciência mais antiga existente, por ser o primeiro conhecimento humano sistematizado (LAGO; ANDRADE; LOCATELLI, 2017).

Sua origem ocorreu quando houve a necessidade dos homens de conhecer, medir e prever as variações climáticas ocorridas na pré-história.

A fascinação que a astronomia causa na maioria das pessoas se constitui um bom argumento em favor do ensino desta ciência, percebemos em eventos históricos como a observação da lua feita por Galileu Galilei e de outros astros com sua luneta em 1609, evento que deixou o renomado cientista maravilhado levando-o a realizar registros que tempos depois conectaram a física celeste com as leis da física conhecidas aqui na Terra, consolidando a astronomia como uma ciência básica. O contato com a astronomia desperta sentimentos e inquietações que podem levar os estudantes a consolidar uma postura científica diante de fenômenos naturais instigadores.

Segundo Betrones apud Saraiva:

O estudo da astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol- nossa fonte de vida- se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor (BETRONES, 2014; p.17)

Um fator interessante a respeito do ensino de astronomia é que se bem conduzido pode servir como porta de entrada para o mundo das ciências, sendo relevante para instrução de crianças, em variados espaços como museus, planetário e na própria

Escola, por ser uma ciência cujos princípios de observação e registro de fenômenos são passíveis de serem usados em múltiplos ambientes.

Mesmo atividades ao ar livre que não exigem materiais ou laboratórios sofisticados, pode gerar questionamentos e instigar investigações que resultem numa reformulação da realidade e visão de mundo por parte dos estudantes. Sendo assim a astronomia permite a reflexão sobre nossa presença e o nosso lugar no universo, conclui-se então que a curiosidade astronômica representa um grande potencial educativo dentro de espaços formais e não formais de educação.

Outro argumento marcante em favor do ensino da astronomia é a sua capacidade de envolver várias disciplinas: Física, geografia, história, matemática, biologia, química entre outras. Esta interdisciplinaridade, ocasiona nos alunos um olhar menos dispersado das diversas disciplinas e uma capacidade cognitiva mais aprofundada. E ainda, através de sua interdisciplinaridade, a Astronomia realiza um papel de ampliação dos horizontes e da percepção sobre o mundo em que vivemos, nossas origens e para onde estamos indo.

Pesquisas realizadas por Langhi e Nardi (LANGHI E NARDI,2011) também corroboram com os argumentos expostos anteriormente sobre a importância do ensino da astronomia ao analisarem vários estudos sobre a sua inserção em atividades escolares entre os anos de 1985 e 2008, confirmando a curiosidade que ela provoca nos estudantes e sua potencialidade de envolver outras disciplinas. Assim pode se tornar um instrumento importante no processo de ensino e aprendizagem de ciências.

1.2 Os documentos oficiais e o ensino de astronomia.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica Brasileira (1996) propôs a elaboração de diretrizes curriculares nacionais, ou seja, as diretrizes curriculares nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), diretrizes direcionadas para todos os níveis da Educação Básica.

Os PCN visavam fornecer as diretrizes para que os Estados pudessem elaborar seus projetos de formação principalmente para a cidadania.

O Plano Nacional da educação (PNE), em conformidade com as diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (2013), colocou uma nova necessidade, a elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que passa a determinar os conhecimentos mínimos a que todo estudante brasileiro deve ter acesso.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, no término do decênio de 1990 (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000; BRASIL, 2002) visando atingir uma nova proposta formativa, trouxeram às salas de aulas conteúdos que contribuíssem mais para a formação cidadã dos jovens, e que fossem menos voltados aos exames de vestibulares e afins que objetivam o caráter técnico em detrimento ao lado criativo e aplicável à realidade dos estudantes.

Nesse contexto, os PCN acenam com o objetivo de ampliar a formação educacional básica do indivíduo, iniciado no ensino fundamental, até a conclusão do ensino médio.

Desde então, os Estados brasileiros organizaram suas propostas curriculares, apoiados nos PCN e nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) Brasil (2013). Ainda assim, visando determinar os conhecimentos essenciais para a formação pessoal, profissional e cidadã de seus jovens, a BNCC surgiu, em um processo de elaboração que contemplou a consulta aos acadêmicos, professores e ao público em geral (CARVALHO; RAMOS, p.3).

Apesar da Astronomia estar presente, ao tentarmos datar o início de sua presença nos currículos, encontra-se que desde os registros indígenas, já eram

transmitidos entre as gerações conhecimentos sobre astronomia, e, desde então, esse é um conteúdo que já esteve presente no currículo brasileiro em diferentes épocas e também sob diferentes abordagens (LEITE, BRETONES, LANGHI e BISCH, 2014).

Não obstante, dentro da nossa história mais recente, pode-se considerar que desde os PCN é que a astronomia tem aparecido de forma recorrente e frequente, como um conteúdo a ser ensinado nas escolas de Educação Básica, principalmente nas disciplinas de Ciências e Física segundo Carvalho e Ramos (2020).

1.3 O uso das sequencias didáticas no ensino de ciências.

O processo de ensino-aprendizagem com qualidade pressupõe uma constante busca por possibilidades para o melhoramento da didática utilizada em sala de aula.

As metodologias para o ensino das mais variadas disciplinas precisam evoluir no mesmo ritmo e direção que evolui a sociedade. Desta forma, faz-se necessário encontrar meios de atingir adequadamente o alvo: a aprendizagem dos conteúdos pelos estudantes. Para isto, é importante que esses estudantes estejam motivados, para que possam ter vontade de aprender.

Para se despertar a vontade para uma determinada atividade é interessante que se apresente algo cativante, para provocar o interesse e favorecer o uso da criatividade, de forma a estimular sua participação, com processos próprios de solução dos problemas apresentados.

Conforme Grandó (GRANDO,1995) os programas curriculares atuais valorizam uma quantidade excessiva de conteúdo, em detrimento de um aprendizado significativo para o alunado. D'Ambrosio fala sobre a importância de se preparar o estudante para sua futura atuação na sociedade em que vive. Segundo o autor, "O grande desafio para a educação é pôr em prática hoje, o que vai servir para o amanhã." (D'AMBROSIO, U., 1996:p.80).

Nesse contexto, de suporte ao professor em relação à preparação de aulas atrativas que visam o aprendizado significativo por parte do estudante e a

aproximação entre a teoria e a prática, surgem as sequências didáticas, que, de maneira simples, é uma diretriz para os professores organizarem as atividades de aprendizagem de acordo com os assuntos e as etapas da construção de um dado conhecimento. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly:

Sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito. (DOLZ, NOVERRAZ E SCHNEUWLY, 2004, p. 97)

O ensino de ciências representa um desafio para os professores fomentarem a ação pedagógica a partir de uma abordagem interdisciplinar e contextual, ou seja, desenvolver uma prática voltada para a compreensão do conhecimento por parte dos estudantes. Daí a necessidade de termos um planejamento de aula baseado em etapas organizadas que objetivam os estudantes a alcançarem o que está sendo proposto. Para Giordan, Guimarães e Massi (2011), tal ferramenta metodológica assemelha-se a um curso de pequena escala, em que o planejamento é organizado em módulos para promover uma aprendizagem mais efetiva. Ainda, segundo os autores, o papel da Sequência Didática é ser uma ferramenta metodológica para o alcance dos objetivos educacionais.

2.0 magnetismo terrestre e a Terrella

2.1 O magnetismo: Entre imãs e bússolas

Magnetismo é um dos ramos da física relacionado ao estudo dos fenômenos associados com as propriedades dos imãs. Na natureza alguns minerais apresentam a capacidade de atrair o ferro, Esse fenômeno é conhecido há muito tempo, desde a antiguidade grega.

Pelo que se tem notícia os primeiros estudos realizados foram feitos no século VI a.C. por Tales de Mileto, que observou a capacidade de algumas pedrinhas (atualmente chamadas de magnetitas por conta da região que foram descobertas a antiga Magnésia) de atraírem umas às outras e também ao ferro (CALÇADA E SAMPAIO. 1998;p.456-457).

Algumas propriedades básicas do imãs se destacam:

- Os imãs possuem dois polos: Norte e sul.
- Polos de mesmo nome se repelem e de nomes diferentes se atraem.
- Suspendendo-se um imã pelo centro de gravidade, ele se orienta aproximadamente na direção norte-sul geográfica do lugar. A região do imã voltada para o norte geográfico é o polo norte (N) do imã, e a outra é o polo sul (S), este é o princípio da construção da bússola que nada mais é do que uma agulha apoiada num pino vertical, desse modo pode se alinhar ao eixo norte-sul geográfico da Terra.



Figura 1: Bússola e sua agulha imantada

Fonte: ibdciencia¹

A primeira aplicação prática do magnetismo foi a bússola feita pelos adivinhadores chineses do séc. I d.C., seu ponteiro era feito de chumbo (HART-DAVIS ET AL. 2016).

. Como instrumento de orientação a bússola foi bastante útil nas grandes navegações dos séculos XVI e XVII, no entanto naquela época ninguém sabia os

¹IBDCIENCIA. **AGULHAMAGNÉTICACOMBASE**. Disponível em: <https://www.ibdciencia.com/pt/acesso-rios-de-electricidade-e-eletronica/109-aguja-magnetica-con-base.html>. Acesso em: 08 jan. 2022.

segredos por trás do seu funcionamento, alguns diziam que seu ponteiro era atraído pela estrela do norte, outros, afirmavam que era atraído pelas montanhas magnéticas do Ártico, outros que ela era direcionada pelo dedo de Deus, conforme Hart-davis et al. (2016).

A experiência nos mostra que os ponteiros das bússolas sofrem influência de ímãs colocados em suas proximidades. Experimentalmente sabe-se que semelhante as cargas elétricas que emitem campo elétrico, os ímãs emitem campo magnético que se estende pelo o espaço a sua volta, este campo pode ser representado por linhas de campo magnético, que por sua vez são úteis para mostrar o alinhamento das bússolas ao redor dos ímãs.

A linhas de campo magnético são orientadas do polo norte para o polo sul, externamente ao ímã saem do polo N e entram no polo S, vide a figura:

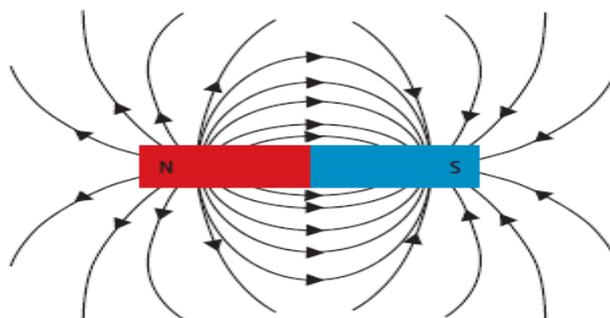


Figura 2: ímã e suas linhas de campo magnético

Fonte: Guia do estudante²

O campo magnético criado pelo ímã o envolve se enfraquecendo em pontos mais distantes deste material magnético, a cada ponto das linhas representativas do campo magnético, associamos uma grandeza vetorial denominada vetor indução magnética ou simplesmente vetor campo magnético, indicado por \vec{B} . Este vetor acompanha as linhas sendo tangente a elas, indicando a direção que a bússola

²ESTUDANTE.Guiado.**Magnetismo:Conceitos**.Disponívelem:<https://guiadoestudante.abril.com.br/cu-rso-enem-play/conceitos/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

assumirá em um determinado local ao redor do ímã (HALLIDAY E RESNICK ,2013, p.332).

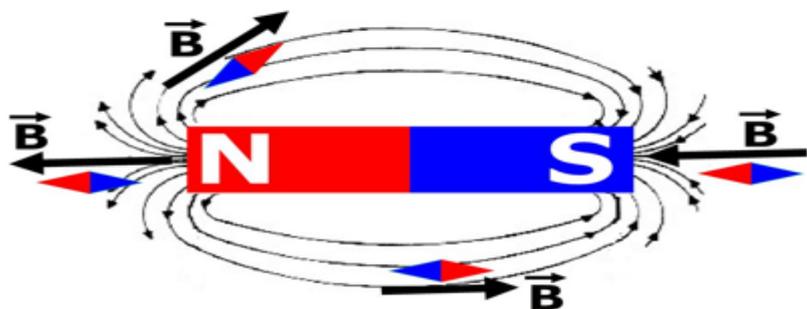


Figura 3: Bússolas alinhadas por ação do vetor campo magnético

Fonte: André³

O funcionamento da bússola para meios de navegação está baseado no campo magnético terrestre, que alinha a bússola para a direção norte geográfico do planeta.

2.2 O De magnete e a Terrella de Gilbert: A Terra se comporta como um ímã.

É atribuída a Willian Gilbert (1544-1603) a fundação da ciência do magnetismo, estudou em Cambridge, onde formou-se em medicina em 1569. Foi indicado presidente do Colégio Real de Médicos, tornando-se médico pessoal da rainha Elizabeth I em 1600.

Gilbert era um grande experimentalista dedicou-se por muitos anos ao estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos, em especial ao magnetismo. Sua obra prima foi o livro De magnete, cujo título completo era sobre o ímã e os corpos magnéticos, e sobre o grande ímã, a Terra.

³ ANDRÉ. Magnetismo. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/3167941/>. Acesso em: 01 maio 2022.

O *De magnete* é um marco na revolução ocorrida entre os séculos XVI e XVII na atitude em relação à natureza e às ciências sendo considerado um tratado completo de magnetismo. Ele esperava inaugurar uma nova astronomia na qual o magnetismo ocuparia papel central, explicando inclusive a atração entre os astros e o movimento deles.

A maior contribuição de Gilbert foi a construção de um modelo da Terra usando a magnetita (miniatura da Terra) chamada de *Terrella*, um dos primeiros exemplos de modelo experimental em escala, para explicar o alinhamento das bússolas muito usadas nas navegações, ele argumenta que a Terra é na verdade um grande ímã. Segundo Guimarães 2000:

Magnus magnes ipse est globus terrestris (O próprio globo terrestre é um grande ímã), escreve Gilbert no *De magnete*. Essa descoberta é notável sob vários pontos de vista, e representa um passo importante no conhecimento sobre a Terra. De fato, ela significa o reconhecimento da segunda qualidade global atribuída ao nosso planeta a primeira foi a forma redonda.

(A.P.GUIMARAES, 2000.p.74)

Ao utilizar a *Terrella*, Gilbert demonstrou que a agulha da bússola é paralela à superfície da Terra em um ponto próximo do Equador e perpendicular à superfície nos polos. Noutro momento afastou a bússola da *Terrella* e registrou em cada ponto a direção que a agulha tomava. O que foi observado pelas direções assumidas pela agulha da bússola, uma antecipação das imagens de linhas de força do campo magnético obtidas 200 anos depois pelo físico inglês Michael Faraday (GUIMARAES, 2000).

Segundo ele a *Terrella* lançaria seus poderes em um orbe de virtude, termo este associado a nossa ideia de campo magnético atual.

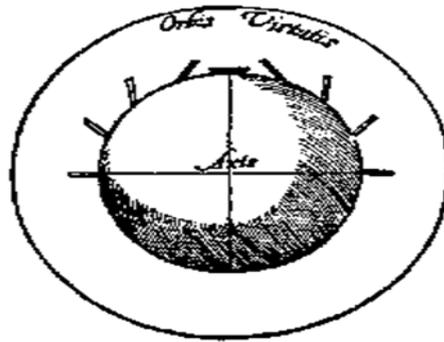


Figura 4: Modelo explicativo de Willian Gilbert para o magnetismo Terrestre

Fonte: Bárbara Videira⁴



Figura 5: Gilbert e sua Terrella

Fonte: delhipages.live⁵

⁴VIDEIRA, Bárbara. **Aforçaeletromagnética**. 2019. Disponível em: <https://digartdigmedia.wordpress.com/2019/11/11/o-eletromagnetismo/>. Acesso em: 13 maio 2022.

⁵DELPHIPAGES. **William Gilbert | Biografia e fatti**. 2020. Disponível em: <https://delhipages.live/it/salute-e-medicina/medicinale/medici/william-gilbert>. Acesso em: 17 maio 2022.

Com seus estudos Gilbert abriu nossa compreensão sobre o campo magnético terrestre ao comparar a Terra com um ímã. Atualmente um modelo simplificado para mostrar o alinhamento das bússolas é demonstrado na figura:

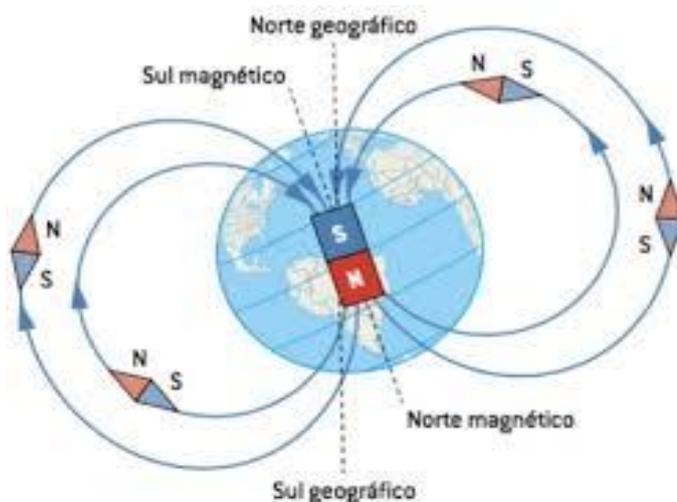


Figura 6: Representação do campo magnético terrestre

Fonte: Wilson Teixeira⁶

Ao longo do tempo este modelo foi o único adotado para explicar o campo magnético terrestre, O eixo do ímã da Terra está inclinado atualmente aproximadamente $11,5^\circ$ em relação ao eixo de rotação da Terra conforme Halliday e Resnick (2013).

Com os avanços dos estudos sobre a mineração e o conseqüente estudo das camadas da Terra, percebeu-se que a origem deste magnetismo é um tema bastante complexo, pois devido as altas temperaturas no núcleo do planeta seria impossível termos um ímã interno como Gilbert havia predito. A teoria atual admite a existência de correntes elétricas no interior da Terra (Geodínamo) como fonte do campo magnético terrestre (FRANÇA, 2022).

⁶TEIXEIRA, Wilson. **Magnetismo**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/fisicageral/magnetismo>. Acesso em: 25 abr. 2022.

2.3 A teoria atual sobre a origem do campo magnético terrestre e a importância deste magnetismo

Estudos aprofundados revelam que a origem do magnetismo da Terra se deve a fatores externos e internos do nosso planeta, sendo de origem interna (campo principal) 90% do CMT que conhecemos, através de correntes elétricas no núcleo externo líquido da Terra (Teoria do dínamo interno ou Geodínamo), esse conhecimento nos leva para área do eletromagnetismo que não se constitui o objetivo deste trabalho. Também há contribuição do campo crustal, produzidos por materiais magnetizados da crosta Terrestre, na forma de rochas magnéticas, constituídas de Basalto, Ferro entre outros elementos ferromagnéticos (NASCIMENTO, 2019).

Atualmente instrumentos como sondas espaciais detectaram a presença de campos magnéticos em outros planetas e estrelas, ou seja a Terra não é o único astro magnetizado, Marte porém apresenta um campo magnético bastante reduzido.

Os cientistas citam uma fronteira entre a Terra e o espaço. Este limite é conhecido como Magnetosfera, que seria o limite de alcance do campo magnético produzido pela Terra se estendendo pelo espaço ao redor dela.

A existência do CMT é de vital importância para a manutenção da vida terrestre nos protegendo de partículas de radiação advindas do espaço e principalmente do sol (vento solar), a figura abaixo mostra a ação da magnetosfera terrestre agindo como escudo contra a atividade magnética do Sol.

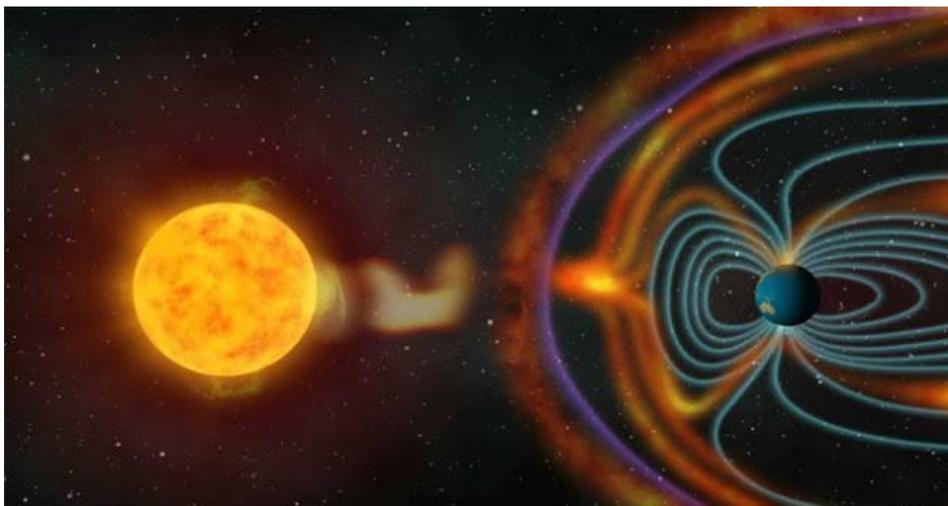


Figura 7: Magnetosfera terrestre sob ação do vento solar

Fonte: Galeria do meteorito⁷

Alguns animais, como tartarugas, pombos e outros também se orientam pelo campo magnético terrestre, apresentando uma espécie de bússola em seus corpos. Fenômenos como auroras boreais e austrais também estão associadas ao magnetismo terrestre.

No próximo capítulo mostraremos como usamos nossos modelos de Terrella através de uma sequência didática para facilitar o ensino desse importante tema.

⁷ METEORITO, Galeria do. **Como é criado o campo magnético dos planetas**. 2018. Disponível em: <https://www.galeriademeteorito.com/2018/05/quais-planetasdosistemasolartemcampomagnetico.html>. Acesso em: 21 maio 2022.

3.Aplicação do produto educacional: A sequência didática

A motivação para construção deste sequência didática que se constitui nosso produto educacional surgiu pelo interesse de contribuir com o ensino de astronomia, mais especificamente com o ensino do conceito de campo magnético terrestre, conhecedores por experiências próprias, como docentes da área de física que este tema é bastante abstrato, pelo fato do CMT ser invisível aos nossos olhos.

A proposta metodológica utilizada foi baseada na utilização de modelos de Terrellas construídas por nós (o processo de construção está no apêndice A desta pesquisa) e outros feitos pelos próprios estudantes no decorrer das aulas da sequência didática.

3.1 O contexto escolar da aplicação da pesquisa

Esta pesquisa foi aplicada junto aos estudantes no retorno das atividades presenciais após dois anos de aulas puramente remotas, os alunos que executaram as atividades são da turma de Mecânica do ensino médio integrado da unidade do IFPE localizada na cidade de Ipojuca na região metropolitana do Recife, a turma é pequena possuindo 18 alunos matriculados.

A cidade de IPOJUCA é litorânea possuindo extensas áreas rurais e um complexo industrial, o Complexo do porto de Suape, cuja a instituição escolar é vizinha. Esses fatores influenciam as atividades e cursos desenvolvidos no campus pois, em sua maioria são cursos voltados para área das ciências naturais.

Envoltos por este cenário tecnológico, os estudantes em sua maioria apresentam interesse pela disciplina de física e embora sejam de origem humilde (Alguns são advindos de zonas rurais) são motivados e curiosos, fato que ajudou em todas as etapas das atividades desenvolvidas.



Figura 8: IFPE Campus Ipojuca

Fonte: IFPE⁸

No que se refere a intervenção pedagógica, esta foi inserida nas aulas regulares da disciplina de física no momento que se iniciou o conteúdo de campo elétrico ainda no primeiro semestre. Pensando-se no curso natural do ensino do Eletromagnetismo para o 3º ano do ensino médio o tema campo magnético seria tratado no semestre final, porém foi antecipado o conteúdo e realizado comparativos sobre os tipos de campo que são estudados no ensino básico e suas fontes, o campo gravitacional, elétrico e magnético. Embora seja incomum este tipo de abordagem verificamos pontos positivos, principalmente na forma como os estudantes enxergam os diferentes campos.

⁸Disponível em: <https://www.ifpe.edu.br/campus/ipojuca/o-campus>. Acesso em: 22 maio 2022.

3.2 A metodologia usada na aplicação da SD:

Toda atividade realizada foi realizada com 18 alunos numa turma do 3º ano do ensino médio integrado em Mecânica do Instituto federal de Pernambuco IFPE-campus Ipojuca. Esta turma tem aulas de física toda terça pela manhã nas duas últimas aula das 10:15h às 12:15h.

Como discutido antes a sequência didática leva em consideração um conjunto de atividades sequenciadas e conectadas buscando-se atingir um objetivo. Sendo assim foram elaboradas três aulas com objetivo único de ensinar o conceito de campo magnético terrestre, não de maneira usual só usando apenas quadro e giz, mas alinhando toda proposta pedagógica ao que é preconizado nos documentos oficiais.

A BNCC preconiza que os conhecimentos científicos não sejam só apenas mostradas aos alunos. É preciso oferecer atividades que propiciem o envolvimento deles para que de fato, envolvam-se nas etapas da aprendizagem e que possam vivenciar momentos de investigação, atividades que lhes possibilitem aguçar sua curiosidade, melhorar sua capacidade de observação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, tendo um real contato com os procedimentos próprios das Ciências naturais.

Espera-se que ao fim desta SD o estudante compreenda que a Terra possui um campo magnético, que compreenda a forma como este conhecimento foi concebido historicamente e que consigam enxergar sua importância, tanto para as grandes navegações que ocorreram no passado como para a manutenção da vida em nosso planeta. Ressalta-se que a avaliação ocorreu em todas as aulas levando-se em consideração o envolvimento do aluno e no fim a aplicação de um teste avaliativo.

3.2.1 Sequência didática: o campo magnético terrestre

A sequência didática foi dividida em três aulas conectadas entre si com duração de 2 H, totalizando 6 H. A seguir será descrito como elas aconteceram:

3.2.1.1 Primeira aula : Entre ímãs e bússolas

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL :

Analisar o conceito de campo magnético de um ímã e a sua interação com as bússolas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ▶ Sondar conhecimentos prévios de forma oral sobre ímãs e bússolas.
- ▶ Instigar os estudantes sobre o mistério do magnetismo usando um texto sobre Einstein.
- ▶ Brincar com os estudantes de guerra de mãos usando ímãs de neodímio, para envolvê-los na aula.

HABILIDADE BNCC:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Quadro e giz/pincel
- Bússolas e ímãs comuns e dois ímãs de neodímio.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Iniciou-se a aula com perguntas feitas aos estudantes no objetivo de colher informações sobre conhecimento prévios sobre ímãs e bússolas e o campo magnético.

1º Pergunta: Por que o ímã atrai o ferro?

2º Pergunta: O ímã é capaz de perturbar o ponteiro da bússola ? porquê?

Segundo momento:

Foi dado a eles um texto sobre a experiência de Einstein com bússolas quando ele era criança. O texto em questão está explicitado abaixo.

Albert Einstein apud Baeyer relata:

Experimentei uma maravilha desse tipo quando criança, aos quatro ou cinco anos, quando meu pai me mostrou uma bússola. O fato de a agulha se portar de maneira tão determinada não condizia absolutamente com a natureza dos acontecimentos alojados no meu subconsciente mundo das ideias (onde as ações estavam relacionadas ao “toque”). Ainda me lembro - ou pelo menos acho que lembro - que essa experiência me causou uma marcante e duradoura impressão. Deve haver algo de profundamente oculto por trás disso tudo. (BAEYER, 2004, p.98).

Terceiro momento: Os alunos foram convidados a frente onde foi demonstrado experimentalmente a ação do campo magnético do ímã sobre os ponteiros da bússola,

foi permitido também que eles manuseassem os ímãs. Logo em seguida foi feita uma brincadeira com dois ímãs de neodímio que possuem campo magnético bastante intenso, eles sentiram através do tato a força de atração e repulsão dos polos dos ímãs.



Figura 9: Demonstração da ação do ímã na bússola/aluno brincado com dois ímãs de neodímio

Fonte própria

No quarto momento usou-se o quadro para explicar aos alunos o conceito de linhas de campo magnético, vetor campo magnético e representar o alinhamento das bússolas por ação deste vetor.

AVALIAÇÃO: Análise do envolvimento dos alunos em cada atividade realizada.

3.2.1.2. Segunda aula: A Terra se comporta como um grande imã

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL: Apresentar o experimento histórico Terrella e a importância do campo magnético para a vida dos seres vivos no nosso planeta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ▶ Trabalhar o experimento histórico Terrella verificando sua contribuição para o entendimento do campo magnético terrestre.
- ▶ Mostrar a importância da magnetosfera terrestre através de um vídeo do Nerdologia do youtube.
- ▶ Permitir a interação dos estudantes com a Terrella de modo que eles percebam o alinhamento das bússolas ao redor do experimento.

HABILIDADE BNCC:

- ▶ (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

RECURSOS DIDÁTICOS

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

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Iniciou-se a aula usando o 1º modelo de Terrella, neste modelo os alunos não enxergam o ímã dentro dele, então num primeiro momento foi usada uma bússola em volta da Terrella e eles perceberam que o ponteiro da bússola mudava de direção ao longo globo, neste momento foi feita a pergunta o que existe dentro da Terrella que move o ponteiro da bússola?

Após este momento foi mostrado aos alunos um vídeo do canal Nerdologia do youtube⁹, este vídeo trata sobre o efeito do campo magnético sobre animais, o campo magnético como escudo protetor e as consequências desastrosas da inversão dos polos magnéticos do ímã terrestre.

No terceiro momento foi usado o segundo modelo de Terrella onde eles puderam girar o globo e perceber o efeito sobre as bússolas.



Figura 10: Demonstração da Terrella para os alunos

Fonte Própria

⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZJCBM1SZ-FY>

3.2.1.3 Terceira aula: colocando a mão na massa, construção de modelos de Terrellas.

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL:

Permitir que os estudantes construam seus próprios modelos de Terrella.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Dividir a turma em quatro grupos e pedir para construírem maquetes com bolinhas e placas de isopor, tintas e cola, desenhando a magnetosfera terrestre com ou sem a presença do Sol.
- Fazer a avaliação geral através de um questionário e também avaliando o envolvimento dos alunos nas atividades.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Imãs
- Bússolas
- Pincéis e tinta guache
- Bolas de isopor que possam ser abertas no meio
- Folhas de isopor e cola de isopor.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

A sala foi dividida em quatro grupos e cada grupo montou seu modelo de Terrella com os materiais disponíveis, colocaram a mão na massa e no fim responderam um teste final que está no apêndice B da pesquisa desta pesquisa.



Figura 11: Engajamento dos alunos nas atividades

Fonte própria



Figura 12: Terrellas construídas pelos alunos, na primeira com a presença do sol na segunda sem ele.

Fonte Própria



Figura 13: Outros modelos de Terrella feitos pelos alunos

Fonte Própria

AVALIAÇÃO: Análise do envolvimento dos alunos em cada atividade realizada e aplicação de um teste final (ver apêndice B).

3.3 Resultados e análise da aplicação da sequência didática

A pesquisa foi norteada na hipótese que as atividades sequenciadas, realizadas de forma organizada e interligadas podem contribuir para o ensino do campo magnético terrestre seguindo preceitos preconizados pelos documentos oficiais. Como a BNCC sugere um ensino pautado no desenvolvimento de habilidades. Sendo assim pretendemos com a aplicação da pesquisa verificar se a SD conseguiu:

- Ajudar os alunos a se situarem em situações envolvendo o campo magnético terrestre, reconhecendo a natureza do fenômeno envolvido, situando-os no conjunto de fenômenos da física/astronomia.

- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.

- Promover a aprendizagem do conceito de campo magnético de forma prazerosa, reduzindo os efeitos da abstração inerentes do próprio conteúdo.

Estes aspectos estão verificados nas seguinte habilidade presente na BNCC para o ensino médio, Brasil (2020):

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

O Teste final constituiu uma importante fonte de informação a respeito da compreensão dos estudantes sobre o campo produzido pelos ímãs, a forma como eles entenderam o conceito, a semelhança entre o campo da Terra e do ímã, a representação das linhas de campo foi abordado no teste, este elaborado com quatro questões discursivas e uma de múltipla escolha (vide o Apêndice B desta pesquisa).

As respostas a essas questões foram comparadas com os conceitos científicos trabalhados em sala, sendo avaliadas como corretas ou aceitáveis se a ideia central se aproximar dos conceitos científicos estabelecidos nos dias de hoje.

Um aspecto importante ao longo de todas as atividades feitas, foi o acompanhamento do envolvimento dos estudantes nas etapas de ensino. Aqui se faz um relato de cada etapa desenvolvida na SD:

1° Aula: ENTRE IMÃS E BÚSSOLAS

No começo da aula foram feitas duas perguntas de forma oral:

Porque o ímã atrai o ferro? O ímã é capaz de perturbar bússolas?

Essas perguntas tinham o objetivo de colher conhecimentos prévios dos alunos, na primeira a maioria respondeu que existia algo dentro do ímã que puxava o

ferro para perto de si, dos 18 alunos só um respondeu que era por causa do campo magnético do imã, demonstrando que embora tenham um certo conhecimento sobre o fenômeno, os estudantes apresentaram dificuldades em expressar da forma aceita cientificamente, isso nos fez perceber que a grande maioria dos alunos desconheciam a representação das linhas de campo magnético de um imã.

A segunda pergunta se os imãs interferiam em bússolas todos responderam que sim, porém ao responderem sobre o por que as bússolas se moviam, a maioria respondeu que ela era feita de ferro. Este fato demonstrou que eles não conseguiam inicialmente conectar a ação do campo magnético do imã sobre as bússolas, e que na verdade o próprio ponteiro da bússola era um pequeno imã que se alinhava ao campo magnético produzido pelo imã colocado próximo. Concluímos então que eles possuíam apenas o conhecimento adquirido pelo senso comum, sendo carentes do letramento científico a respeito do fenômeno do campo magnético.

Outro momento importante foi a leitura do texto de Einstein sobre a bússola do pai que ele ganhou quando esteve doente aos cinco anos de idade. O objetivo do texto era despertar neles o sentimento que o próprio Einstein sentiu: A fascinação que o magnetismo exerce, a misteriosa força magnética que atrai o ponteiro da bússola levou-o a intuir que, por trás das coisas e fenômenos, havia algo escondido que escapava a visão dos homens. No caso de Einstein isso o motivou a se tornar cientista. Eles ficaram impressionados com esta informação: Que a bússola havia inspirado Einstein.

No fim da aula os estudantes usaram as bússolas e os imãs demonstrando muito entusiasmo, o ápice foi o momento da brincadeira que chamamos de guerrinha de mãos onde eles seguraram dois imãs de neodímio um em cada mão, dada a alta intensidade do campo magnético a repulsão e atração (quando invertiam os polos dos imãs que eles estavam segurando) entre as duas mãos era muito intensa, eles se divertiram muito.

Por fim no quadro desenhamos as linhas de campo magnético do imã mostrando o alinhamento das bússolas sempre com o norte se alinhado na direção do vetor campo magnético.

2º AULA: A TERRA SE COMPORTA COMO UM GRANDE IMÃ

Aqui eles fizeram contato com o primeiro modelo de Terrella construído pelos docentes. Ao usarmos uma bússola ao redor do globo o ponteiro dela ia mudando de direção, como eles não viam o que tinha dentro do globo foi lançada a pergunta: o que faz a bússola se mover e prontamente eles responderam: um imã!

Neste momento foi a apresentado aos alunos usando Power point o primeiro cientista a chegar a conclusão que a própria Terra funcionava como um imã, Willian Gilbert usando a sua Terrella no ano de 1600.

Logo em seguida na apresentação do vídeo do canal do youtube da Nerdologia sobre a importância do campo magnético terrestre, atuando como um escudo protetor, o fato de alguns animais se moverem sob a ação deste campo, foi percebido por grande espanto por parte dos estudantes, eles participaram bastante fazendo perguntas sobre o enfraquecimento do campo magnético, Percebemos que foi despertada a curiosidade sobre o fenômeno.

Por fim eles interagiram com o segundo modelo de Terrella, girando o globo e percebendo o efeito sobre as bússolas o alinhamento delas apontando sempre para o norte geográfico da terra.

Em todo processo verificamos o engajamento dos alunos com entusiasmo nas atividades realizadas.

3° AULA: COLOCANDO A MÃO NA MASSA, CONSTRUÇÃO DE TERRELLAS.

Nesta última aula foi priorizada a construção pelos próprios estudantes dos seus modelos de Terrella. Os alunos foram agrupados em dois grupos de quatro pessoas e outros dois grupos de cinco pessoas, com os materiais disponíveis tintas guache, pinceis folhas de isopor e imãs montaram os seus modelos.

Verificou-se um trabalho coletivo, quando algum aluno errava no sentido das linhas de campo magnético os outros corrigiam esta etapa também despertou a criatividade deles, foram montados modelos em maquetes envolvendo a magnetosfera terrestre e atividade solar, foi estimulada a participação em cada etapa, fator importante para uma aprendizagem efetiva conforme Giordan, Guimarães e Massi (2011).

O teste aplicado (ver no apêndice B) envolveu cinco questões sendo uma de múltipla escolha sobre campo magnético terrestre. As questões discursivas visavam medir a compreensão dos alunos a respeito do campo magnético e sua representação através das linhas de força, a questão de múltipla escolha retirada de um vestibular serviu para mostrar se eles encontrariam a resposta correta em meio a tantas alternativas parecidas, ou seja se seriam capazes de reconhecer o modelo físico correto em meio a outras representações, neste quesito todos acertaram.

O resultado do teste foi surpreendente dos 18 alunos apenas dois não responderam a primeira questão de maneira satisfatória, pois não fizeram a representação das bússolas ao redor do imã.

Nas demais questões discursivas que envolviam reconhecer o que estava sendo representado nas figuras como a magnetosfera terrestre, lembrar o cientista que desenvolveu a Terrella, e discorrer sobre a importância do campo magnético terrestre para os seres vivos, todos se saíram bem. No gráfico abaixo está representado o desempenho deles no teste.

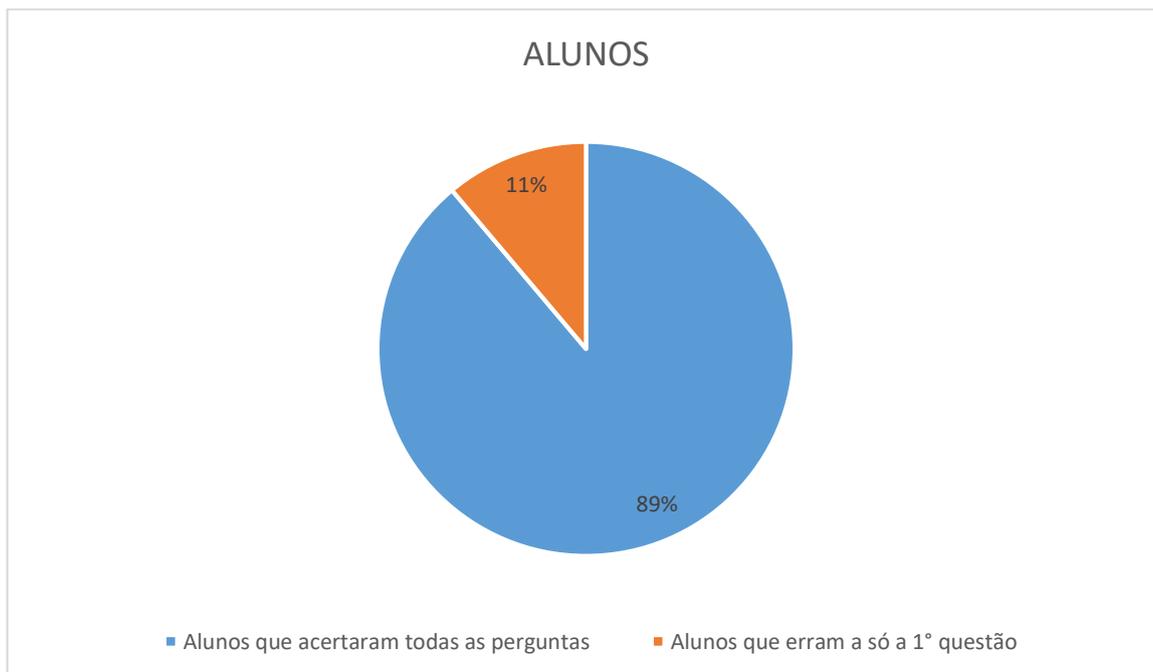


Gráfico: Desempenho dos alunos

Fonte Própria

Assim podemos inferir que os objetivos estabelecidos na SD foram alcançados, no quesito auxiliar os alunos a se situarem diante de situações que envolvam o campo magnético terrestre, como os riscos que corremos se o Sol entrar numa atividade solar intensa, a dificuldade de viajar para Marte, pois o campo magnético protetor do planeta é praticamente inexistente, levando-os a reconhecer a natureza do fenômeno envolvido conforme preceitua a BNCC.

Outro fator importante foi o entusiasmo dos alunos durante as aulas, o fato de conhecer mais sobre seu mundo, as atividades combinadas usando experimentos e vídeos, trouxe o conteúdo para o mundo vivencial deles.

Foi percebido também que até os alunos que tinham dificuldades na disciplina se envolveram nas atividades e no fim teceram vários elogios. Deste modo foi propiciada a aprendizagem do conceito de campo magnético de forma prazerosa fator que contribuiu para um bom ensino conforme Grandó (1995).

O uso da Terrella contribuiu para que os alunos interpretassem e fizessem uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação, portanto

ancorando o conhecimento de que a Terra produz seu próprio magnetismo, este caminho também é indicado na BNCC.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi concebida pelo desejo dos autores em inserir nas aulas temas ligados a astronomia. Ao realizá-la a satisfação se tornou imensa pois a aplicação da SD ocorreu de forma eficiente transformando o ensino do campo magnético terrestre numa atividade prazerosa, fato este verificado ao decorrer das aulas que a compuseram.

Esperamos que os docentes aos quais a pesquisa se destina, possam enriquecer suas aulas com as ideias aqui apresentadas. Poder contribuir para um ensino de ciências melhor em nosso país se constitui nosso maior ensejo. Esperamos que a sequência didática desenvolvida pode auxiliar na redução da distância entre a teoria e a prática, mostrando aos alunos que de fato algo invisível como o campo magnético pode fazer a agulha da bússola se mover. A ideia histórica que a própria Terra é um ímã revolucionou a ciência no início do séc. XII, o fascínio que o magnetismo produz ficou registrado neste trabalho.

A aplicação da SD nos mostrou que é possível desenvolver atividades engajadoras, como orientam documentos atuais sobre educação como a BNCC. A busca por atividades que desenvolvam habilidades nos estudantes é um desafio para os docentes, ao vivenciarmos cada etapa das atividades aqui realizadas verificamos a aquisição não só do conhecimento em si, mas o desenvolvimento do trabalho colaborativo e da transmissão do conhecimento entre eles o que foi muito gratificante.

Por fim o objeto em estudo é muito amplo abrindo caminho para vários temas de sequências didáticas abordando o conceito de campo magnético dentro da astronomia, o magnetismo é um ingrediente universal presente em outros planetas, em estrelas como sol, em galáxias não sabemos a infinidade de astros que apresentam essa fascinante propriedade.

REFERÊNCIAS:

A.P.GUIMARAES. **Os 400 anos do De Magnete**.ensaiosp.74-77;2000. Disponível em: http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/artigoDeDivulgacaoCientifica_2019-03-29-10-40-13YXJ0aWdvRGVEaXZ1bGdhY2FvQ2llbnRpZmljYQ==.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

BETRONES, Paulo Sergio. **JOGOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2014. 125 p.

BRASIL.**BNCC**.2020.Disponívelem:http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 dez. 2021.

BRASIL - MEC – Ministério da Educação e do Desporto. (1998). **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília,DF:MEC/SEF.Disponívelem:<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>Acessoem: 02/05/2022

BRASIL - MEC – Ministério da Educação e do Desporto. (2002). **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+ – Ensino Médio)**. SEMTEC. Brasília, DF: MEC/SEF.Disponívelem: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>Acesso em:04/05/2022

BRASIL - MEC - Ministério da Educação (2013). **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação**. Secretaria de EducaçãoBásica. Diretoria de Currículos e Educação Integral.Brasília: MEC, SEB, DICEI.Disponívelem:http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizescurriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192
Acesso em:05/05/2022

BRASIL - MEC – Ministério da Educação e Cultura (2018). Base Nacional Comum Curricular.Brasília,DF:MEC.Disponívelem:http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.Acesso em: 06/05/2022

CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica: Eletricidade**. 2. ed. São Paulo: Atual, 1998. p.456-457. (Volume 5).

CARVALHO, T.F.G., RAMOS, J.E.F (2020). **A BNCC E O ENSINO DA ASTRONOMIA: O QUE MUDA NA SALA DE AULA E NA FORMAÇÃO DOS PROFESSORES.**

D'AMBROSIO, U. **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: DA TEORIA A PRÁTICA.** Campinas: Papyrus, 1996.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento.** In.: SCHNEUWLY, B.;

DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. [Tradução e organização Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro] Campinas, SP : Mercado de Letras, 2004,

p. 95 – 128.

FRANÇA, Patrícia. **Magnetismo terrestre.** Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/fisica-geral/magnetismo-terrestre-campo-magnetico-da-terra>. Acesso em: 20 mar. 2022.

GRANDO, R. C. **O JOGO E SUAS POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA.** Campinas, SP, 1995. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, UNICAMP.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A.F.; MASSI, L. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de Ciências.** In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0875-3.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2022.

HART-DAVIS, Adam et al. **O livro da ciência.** 2. ed. São Paulo: Globo, 2016. 352 p.

LAGO, Leonardo; ANDRADE, Renata de; LOCATELLI, Rogério. **Astronomia no ensino das ciências da natureza.** São Paulo: Livraria da Física, 2017.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **O que dizem os pesquisadores brasileiros sobre o ensino da Astronomia.** In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 13, 2011, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: SBF, 2011.

NASCIMENTO, Robson Lima Pereira do. **Terrella: Uso do modelo simplificado de Geodínamo como estratégia para o ensino significativo do eletromagnetismo.**2019.141f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em ensino de Física(MNPEF))- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL



Especialização em
**ENSINO DE
ASTRONOMIA**



UNIVERSIDADE RURAL FEDERAL DE PERNAMBUCO

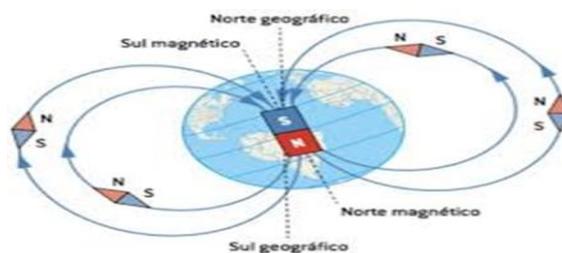
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE ASTRONOMIA E
CIÊNCIAS AFINS**

PRODUTO EDUCACIONAL:

**Sequência didática utilizando a Terrella para o ensino do campo
magnético terrestre.**

Rogério Lima do Nascimento

Robson Lima Pereira do Nascimento



RECIFE-PE
JULHO/2022

APRESENTAÇÃO

Este material contém o produto educacional desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de especialização em astronomia e ciências afins cuja pesquisa abordou o seguinte tema: **“Sequência didática utilizando a Terrella para o ensino do campo magnético terrestre”** apresentado ao programa de Pós-Graduação da Universidade Rural de Pernambuco (UFRPE).

O produto constitui uma sequência didática (SD). Contendo três aulas (06 horas relógio) sendo totalmente adaptável para cada realidade escolar. Baseada na utilização do experimento histórico Terrella com objetivo principal de auxiliar os docentes ao trabalharem o conceito de campo magnético terrestre. Vale a pena ressaltar que a teoria atual para a origem do magnetismo terrestre são correntes elétricas no interior do planeta, a conhecida teoria do Geodínamo, a qual não a objetivamos, este trabalho se concentra no modelo histórico de Gilbert.

A SD é uma estratégia educacional que busca ajudar os alunos a resolverem uma ou mais dificuldades reais sobre um tema específico. Seu desenrolar se dá por meio do planejamento e execução, ao longo de um período de tempo, com várias atividades que conversam entre si.

O diferencial da sequência didática enquanto estratégia de melhoria do aprendizado dos estudantes é que as atividades são elaboradas e desenvolvidas seguindo uma lógica sequencial de compartilhamento e evolução do conhecimento. Tal ferramenta metodológica assemelha-se a um curso de pequena escala, em que o planejamento é organizado em módulos para promover uma aprendizagem mais efetiva.

Elas oportunizam aos docentes a possibilidade de trabalharem sobre um determinado tema oferecendo atividades diferenciadas aos alunos, fazendo uma ponte entre o que eles já sabem (conhecimentos prévios) e o que precisam aprender o que é descrito como habilidades na BNCC.

A seguir descrevemos a montagem dos dois modelos usadas pelos professores:

Lista de materiais das para construção das Terrellas :

- 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.
- Dois Imãs de Neodímio formato de barra de dimensões 40 mmx60 mm comprado pelo mercado livre.
- Haste de ferro para fazer o suporte pode ser de madeira, contei com a ajuda de um serralheiro para soldá-la.
- Bola de isopor de 20 cm de diâmetro.
- Duas folhas de isopor uma de 5 cm de espessura e outra usada em construção para lajes.
- Globo para hamster de 12 cm de diâmetro.
- Fita dupla face
- Oito bússolas
- Tintas guache.
- Lixas de unhas e cola instantânea super bond.
- Pincel nº 16
- Um cano de pvc de 40 mm de diâmetro, o cano usado foi aquecido na ponta e nele foi introduzido um cano de 50 mm para ficar mais largo na parte de cima.

O primeiro modelo que construímos é mais próximo do modelo desenvolvido por Gilbert, pois o globo é fixo com um imã central, trata-se portanto de um modelo

semelhante ao histórico (O modelo apresentado por Gilbert em 1600 foi feito com magnetita). Para a sua construção seguimos os passos:

1. Pegamos a haste de ferro soldada pelo serralheiro. Na metade da bola de isopor pressionamos contra a haste de forma que o isopor encaixasse no ferro.



Fonte Própria

2. Usamos o ímã de Neodímio e pela própria atração magnética ele se ficou em cima do suporte de ferro.



Fonte Própria

3. Colocamos a outra metade do isopor e a pintamos com tinta guache. Na folha do isopor desenhamos as linhas de campo magnético.



Fonte Própria

Nesse modelo tem-se a facilidade de poder usar uma bússola livre e rodeá-la pelo globo observando a direção que ela assumirá do mesmo modo que Gilbert fez em 1600, além disso o ímã está escondido dentro do isopor o que pode ser usado como fato instigativo no início da aula.

O segundo modelo de Terrella é mais interativo pois usaremos o globo de hamster apoiado em cima do cano de pvc, isso permite o globo girar:

1. Usamos metade do globo de hamster e colamos as lixas de unha em forma de “x” para fazer um suporte e nele fixamos com fita dupla face o ímã em formato de barra. A grande facilidade deste modelo é o fato de ser transparente, mostrando o ímã dentro dele.



Fonte Própria

4. Pressionamos o lado mais fino do cano de pvc no isopor de construção e logo depois apoiamos o globo de hamster sobre a parte mais larga superior do cano.



Fonte Própria

3. Usamos outra folha de isopor e nela fixamos com fita dupla face bússolas formando um anteparo atrás do globo de hamster, este pode girar livremente alinhando as bússolas do anteparo.



Fonte Própria

Dada a transparência do globo o aluno pode facilmente perceber que o ímã dentro do globo é que de fato está mudando o alinhamento das bússolas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

1º AULA: ENTRE IMÃS E BÚSSOLAS

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL:

Analisar o conceito de campo magnético de um ímã e a sua interação com as bússolas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ▶ Sondar conhecimentos prévios de forma oral sobre ímãs e bússolas.
- ▶ Instigar os estudantes sobre o mistério do magnetismo usando um texto sobre Einstein.
- ▶ Brincar com os estudantes de guerra de mãos usando ímãs de neodímio para envolve-los nas atividades.

HABILIDADE BNCC:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Quadro e giz/pincel
- Bússolas e ímãs comuns e dois ímãs de neodímio.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS SUGERIDOS:

Iniciar a aula com perguntas feitas aos estudantes no objetivo de colher informações sobre conhecimento prévios sobre ímãs e bússolas e o campo magnético.

1º Pergunta: Por que o ímã atrai o ferro?

2º Pergunta: O ímã é capaz de perturbar o ponteiro da bússola ? porquê?

Segundo momento :

Entregar um texto sobre a experiência de Einstein com bússolas quando ele era criança. O texto em questão está explicitado abaixo.

Albert Einstein relata:

“Experimentei uma maravilha desse tipo quando criança, aos quatro ou cinco anos, quando meu pai me mostrou uma bússola. O fato de a agulha se portar de maneira tão determinada não condizia absolutamente com a natureza dos acontecimentos alojados no meu subconsciente mundo das ideias (onde as ações estavam relacionadas ao “toque”). Ainda me lembro - ou pelo menos acho que lembro - que essa experiência me causou uma marcante e duradoura impressão. Deve haver algo de profundamente oculto por trás disso tudo”.

O objetivo do texto é despertar nos estudantes o sentimento que o próprio Einstein sentiu: A fascinação que o magnetismo exerce, a misteriosa força magnética que atrai o ponteiro da bússola levou-o a intuir que, por trás das coisas e fenômenos, havia algo escondido que escapava a visão dos homens. No caso de Einstein isso o motivou a se tornar cientista

Terceiro momento: Os alunos serão convidados para a demonstração experimental da ação do campo magnético do ímã sobre os ponteiros da bússola, será permitido também que eles manuseiem os ímãs.

Logo em seguida será feita uma brincadeira com dois ímãs de neodímio que possuem campo magnético bastante intenso, eles vão sentir através do tato a força de atração e repulsão dos polos dos ímãs.

Quarto momento o quadro será usado para explicar aos alunos o conceito de linhas de campo magnético, vetor campo magnético e representar o alinhamento das bússolas por ação deste vetor.

AVALIAÇÃO: Análise do envolvimento dos alunos em cada atividade realizada.

2º AULA: A TERRA É UM GRANDE IMÃ

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL: Apresentar o experimento histórico Terrella e a importância do campo magnético para a vida dos seres vivos no nosso planeta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ▶ Trabalhar o experimento histórico Terrella verificando sua contribuição para o entendimento do campo magnético terrestre.
- ▶ Mostrar a importância da magnetosfera terrestre através de um vídeo do Nerdologia do youtube.
- ▶ Permitir a interação dos estudantes com a Terrella de modo que eles percebam o alinhamento das bússolas ao redor do experimento.

HABILIDADE BNCC:

▶ (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

RECURSOS DIDÁTICOS

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

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Iniciar a aula usando o 1º modelo de Terrella, neste modelo os alunos não enxergam o ímã dentro dele, então num primeiro momento será usada a bússola em volta da Terrella até eles perceberem que o ponteiro da bússola muda de direção ao longo do globo, neste momento é feita a pergunta o que existe dentro da Terrella que move o ponteiro da bússola?

Após este momento será mostrada aos alunos um vídeo do canal nerdologia do youtube¹⁰, este vídeo trata sobre o efeito do campo magnético sobre animais, o campo magnético como escudo protetor e as consequências desastrosas da inversão dos polos magnéticos do ímã terrestre.

No terceiro momento será usado o segundo modelo de Terrella onde eles podem girar o globo e perceber o efeito sobre as bússolas.

AVALIAÇÃO: Análise do envolvimento dos alunos em cada atividade realizada.

3º AULA: COLOCANDO A MÃO NA MASSA, CONSTRUÇÃO DE TERRELLAS.

CARGA-HORÁRIA: 2 H relógio.

OBJETIVO GERAL:

Permitir que os estudantes construam seus próprios modelos de Terrella.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zjcbm1sz-fy>

- Dividir a turma grupos e pedir para construírem maquetes com bolinhas e placas de isopor, tintas e cola, desenhando a magnetosfera terrestre com ou sem a presença do Sol.
- Fazer a avaliação geral através de um questionário também avaliando o envolvimento dos alunos nas atividades.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Imãs
- Bússolas
- Pincéis e tinta guache
- Bolas de isopor que possam ser abertas no meio
- Folhas de isopor e cola de isopor

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

A sala será dividida em grupos o ideal é ter até quatro componentes, será pedido a construção de maquetes representando a Terra. Pode se fazer a terra emitindo o vento solar e a magnetosfera terrestre, pode-se representar as linhas de campo ao redor do globo, aqui a ideia é usar a criatividade. Abaixo na figura algumas sugestões:

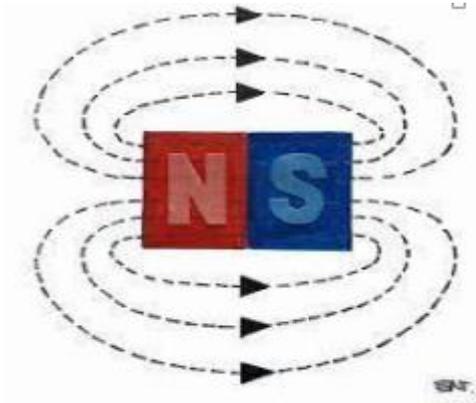


Figura: Maquetes representado o campo magnético terrestre

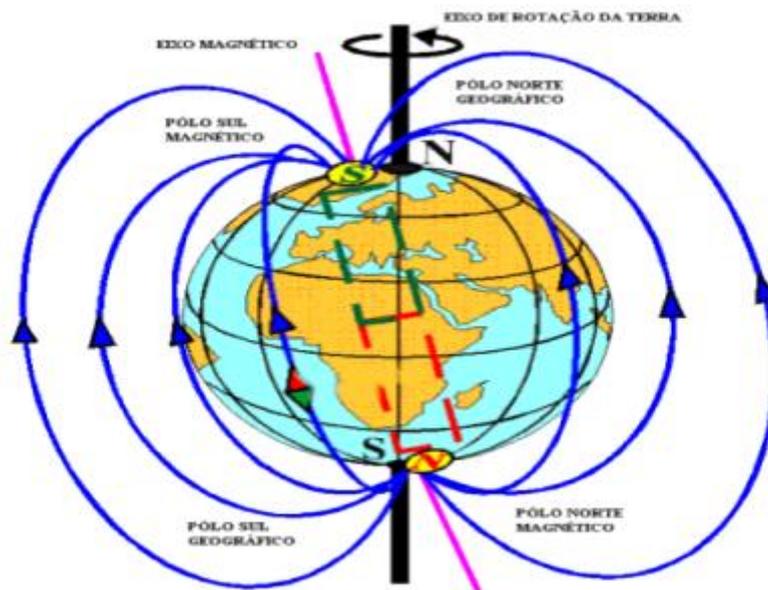
AVALIAÇÃO: Análise do envolvimento dos alunos em cada atividade realizada e aplicação de um teste final.

APÊNDICE B: TESTE FINAL

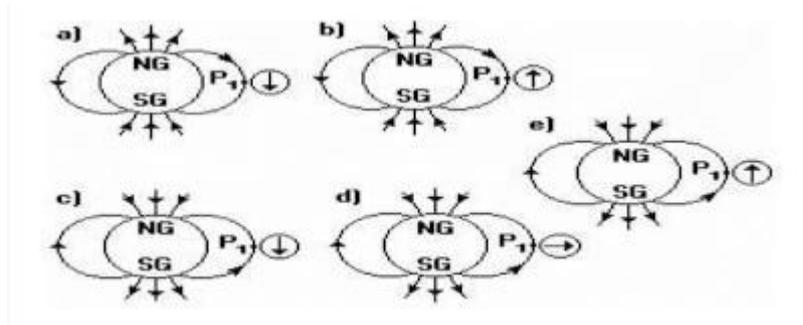
1. O que são essas linhas ao redor do imã ? Se colocarmos bússolas próximas ao imã como elas se comportam? Faça um esqueminha deste comportamento desenhando bússolas ao redor do imã.



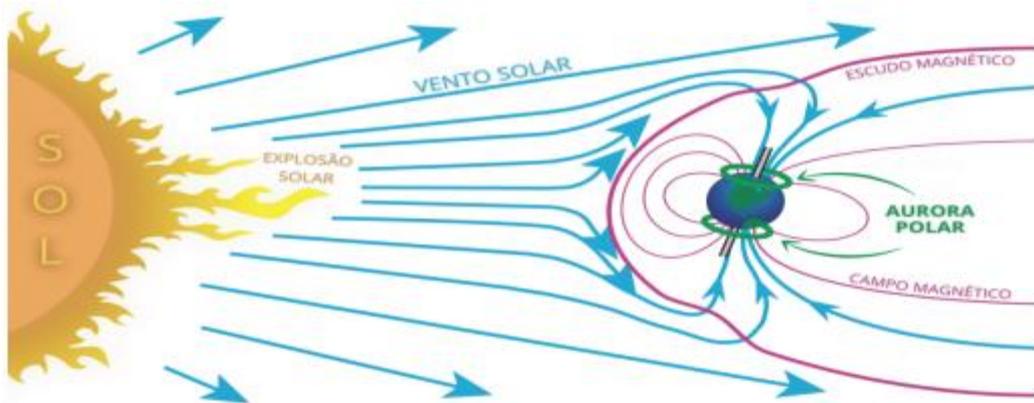
2. O que a figura abaixo com suas linhas representa?



3. .As linhas de força do campo magnético terrestre (desprezando-se a inclinação do eixo magnético) e a indicação da agulha de uma bússola colocada em P1, sobre a linha de força, são mais bem representados por: NG = Pólo Norte geográfico e SG = Pólo Sul geográfico



4. .Quem foi Willian Gilbert e qual aparato ele desenvolveu para explicar o magnetismo terrestre?
5. O que esta imagem significa para você?



APÊNDICE C : TERMO DE CONSENTIMENTO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO

Neste ato, e para todos os fins em direito admitidos, autorizo expressamente

() a utilização da minha imagem e voz, em caráter definitivo e gratuito, constante em fotos e filmagens decorrentes da minha participação em projeto de pesquisa e/ou

() a referência à minha instituição de ensino onde foi desenvolvida pesquisa do curso de Especialização em Ensino de Astronomia e Ciências Afins da UFRPE, conforme a seguir discriminado:

Título do projeto _____

Pesquisador(es) _____

Orientador _____

Coorientador (se houver) _____

Objetivos:

As imagens, a voz e o nome da instituição poderão ser exibidas nos relatórios parcial e final do referido projeto, na apresentação audiovisual, em conferências, palestras e seminários, em publicações e divulgações acadêmicas, em eventos científicos e no trabalho de conclusão de curso.

Por ser esta a expressão de minha vontade, nada terei a reclamar a título de direitos conexos a minha imagem e voz ou qualquer outro.

_____, ____ de _____ de 2022

Assinatura

Nome: _____

RG.: _____ CPF: _____

Telefone: () Endereço: _____