



MAGNETISMO PLANETÁRIO: uma nova abordagem didática para o ensino de Física no Ensino Médio

Aysllan de Sousa Sobrinho *

Wemerson José Alencar **

RESUMO

Os conteúdos de Física, geralmente, são pouco explorados e apresentados através de conceitos dogmatizados e equações matemáticas que tornam o processo de ensino-aprendizagem dessa Ciência desinteressante. Nesse sentido, o presente trabalho busca justificar a inserção de tópicos de magnetismo planetário nos conteúdos de Física do Ensino Médio, ao ser tópico didático significativo, exploratório, aperfeiçoador, importante e motivador dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e início do Ensino Médio. Para tanto, utilizou-se como enfoque metodológico uma pesquisa-ação com o intuito de investigar e intervir no processo da pesquisa, por meio da apresentação de uma proposta didática, aplicada com 20 alunos do 1º ano do Ensino Técnico Integrado em Administração e Informática de Nível Médio do IFPI/*Campus* Angical, sugestiva aos professores de Física no que concerne a aplicação do conteúdo no espaço educativo, cuja natureza da pesquisa é do tipo qualitativa. A análise e interpretação dos dados obtidos após a sequência salientam uma boa recepção quanto ao objeto de conhecimento indicado para inserção no ensino médio, já que os alunos participaram ativamente das aulas argumentando e respondendo corretamente ao questionário indicado, onde os alunos consolidaram e ampliaram suas concepções sobre o campo magnético dos planetas evidenciando-se, portanto, uma aprendizagem significativa. Além dos documentos curriculares nacionais, deram sustentação ao trabalho os marcos teóricos de Ausubel (1973, 2001), Moreira (2017), Correia (2007), Moreira e Masini (2006), dentre outros.

Palavras-chave: Magnetismo planetário. Campo Magnético. Aprendizagem significativa. Ensino de Física. Proposta didática.

ABSTRACT

Physics content is generally little explored and presented through dogmatic concepts and mathematical equations that make the teaching-learning process of this science uninteresting. In this sense, the present work seeks to justify the insertion of topics of planetary magnetism in the contents of physics of the secondary education, being the didactic topic significant, exploratory, perfecting, important and motivating of the knowledge acquired in elementary education and the beginning of secondary education. To do so, a research-action was used as a methodological approach to investigate and intervene in the research process, through the presentation of a didactic proposal, applied with 20 students from the 1st year of the IFPI / *Campus* Integrated Technical Education in Computer Science and Information Technology Angical, suggestive of the teachers of physics in what concerns the application of the content in the educational space, whose nature of the research is of the qualitative type. The analysis and interpretation of the data obtained after the sequence emphasize a good reception regarding the object of knowledge indicated for insertion in secondary education, since the students participated actively in the classes arguing and responding correctly to the questionnaire indicated, where the students consolidated and extended their conceptions on the magnetic field of the planets, evidencing, therefore, a significant learning. In addition to the national curricular documents, the theoretical frameworks of Ausubel (1973, 2001), Moreira (2017), Correia (2007), Moreira and Masini (2006), among others, were supported.

Keywords: Planetary Magnetism. Magnetic Field. Significant Learning. Teaching of Physics. Didactic Proposal.

*Graduandos do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Piauí- IFPI, *Campus* Angical. Email: aysllan7@hotmail.com.

**Mestre em Física. Professor do Instituto Federal do Piauí - IFPI, *Campus* Angical. Email: wemersonalencar@ifpi.edu.br.



1 INTRODUÇÃO

Perguntas como “o que, para que e como ensinar?”, continuam fazendo parte do pensamento de muitos professores que lecionam Física, uma Ciência fascinante, mas também complexa, que busca dar uma explicação racional e compreensível dos diversos fenômenos e leis que regem o mundo natural tanto no quesito global quanto espacial do vasto Universo que o cerca.

Além do mais, vigora-se ainda hoje, um ensino de Física, pautado na mera transmissão de conteúdos visando à aprendizagem de fórmulas matemáticas e conceitos dogmatizados, tornando o estudo de conteúdos dessa disciplina acadêmica desinteressante e irrelevante para formação dos estudantes, o que resulta em uma série de dificuldades de aprendizagem como, à falta de interesse por parte dos discentes com relação aos conteúdos ensinados na sala de aula, isentos de significados aos alunos em formação.

Em contrapartida a essa concepção de ensino mecanicista, vive-se nos dias atuais, numa espécie de transição do currículo de Física, em um cenário, cuja criação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) busca destacar mais ainda o pleno alcance de uma aprendizagem significativa no Ensino Médio e evoca objetos de conhecimentos, por exemplo, do eletromagnetismo e gravitação que não se limitem na memorização de definições e equações matemáticas ocultando a importância, por exemplo, dos campos magnético e gravitacional para a vida no planeta.

Assim, presente em livros, revistas, desenhos, filmes de ficção científica e séries de televisão, os fenômenos magnéticos, oriundos de um campo magnético, permanecem despertando o interesse das pessoas por ser material atrativo de comunicação. Sua relação com o planeta foi e ainda é objeto de estudo de vários pensadores ao longo da história que buscam formular sua origem, importância e interações, desde a descoberta da magnetita até a definição de eletromagnetismo no século XIX.

Desse modo, mesmo sendo importante objeto de estudo para o desenvolvimento do eletromagnetismo, sua presença no ensino da Física ainda é bastante precária. Sabendo disto, este trabalho propõe-se a fazer a seguinte problematização: Como a inserção de tópicos de Magnetismo Planetário no Ensino Médio pode contribuir para trazer à tona o fascínio existente no estudo da Física ao servir como conteúdo didático significativo, já que o campo magnético planetário insiste em ser pouco explorado na maioria dos livros didáticos atuais, geralmente aparecendo com uma pequena menção no 9º ano do Ensino Fundamental e um breve histórico no 3º ano do Ensino Médio?

Partindo, portanto, desta premissa, o presente trabalho tem como objetivo geral justificar a inserção do tema Magnetismo Planetário no ensino de Física do Ensino Médio, tendo como

objetivos específicos: analisar como esse tema pode contribuir para despertar o fascínio dos estudantes pela Física, apresentar uma proposta didática sobre o tema e avaliar a introdução desse conteúdo no ensino-aprendizagem desta Ciência. Para tanto, a sequência didática foi aplicada com alunos do 1º ano de nível Médio do IFPI/Campus Angical, utilizando como enfoque metodológico a pesquisa-ação por ser espaço de investigação e intervenção no ensino em questão, fazendo uso de uma abordagem qualitativa no tratamento da pesquisa.

A escolha do conteúdo da proposta didática se deve ao fato de evidenciar o fascínio existente no estudo da Física, servir de conteúdo impulsionador da aprendizagem significativa e ser objeto de conhecimento exploratório, aperfeiçoador, importante e motivador dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e início do Ensino Médio no processo de ensino-aprendizagem da educação para as Ciências.

Sendo assim, como parte do embasamento teórico da pesquisa, de início são apresentadas as concepções sobre ensino de Física e aprendizagem significativa com base nas contribuições teóricas de Ausubel (1973, 2001), Moreira (2017), e Moreira e Masini (2006), além dos documentos curriculares nacionais. Adiante, são discutidas as características do magnetismo planetário e campo magnético terrestre, tendo como referência os estudos de Correia (2007), Souza e Lunardi (2013), Pereira e Antonialli Júnior (2017), dentre outros.

2 ENSINO DE FÍSICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO

Devido às novas mudanças oriundas da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/1996) novos rumos foram dados ao processo educativo a fim de superar as limitações pertinentes do Ensino Médio, regulada exclusivamente numa formação técnica preparatória para o Ensino Superior ou Profissionalizante. Essa nova regulamentação, estabelece essa etapa da educação básica não mais limitada aos testes pré-universitários ou mecanismo de introdução ao mercado de trabalho, mas como etapa qualificadora para a vida, cidadania e aprendizado permanente.

Seguindo essa linha de pensamento, o atual ensino de Física do Ensino Médio, concebido sobre a ótica da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), propõe um conjunto de aprendizagens essenciais que têm por finalidade o desenvolvimento de três competências específicas, articuladas com as competências gerais da Educação Básica e com a área das Ciências da Natureza do Ensino Fundamental. São elas, a análise dos fenômenos naturais e processos tecnológicos; construção e utilização de modelos explicativos sobre a vida e o Universo; e analisar situações-problema, bem como avaliar a aplicabilidade do conhecimento

científico e tecnológico, utilizando-se dos métodos e linguagem das Ciências da Natureza para propor soluções de âmbito regional, local ou global.

Sobre essas competências, as orientações nacionais (BRASIL, 2018, p. 537) relacionam um grupo de 23 habilidades a serem alcançadas ao longo do ensino médio, cujo foco principal é assegurar o pleno desenvolvimento de tais competências propondo “ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental”.

Estas mudanças no ensino da Física, na perspectiva de uma educação contemporânea, buscam alterar um ensino descontextualizado e desatualizado em pleno século XXI, onde para Moreira (2017, p. 3) “[...] é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto”. Ou seja, prevalece ainda a aprendizagem mecânica dos conteúdos em detrimento da aprendizagem significativa dos mesmos.

Sendo assim, os objetos de conhecimento da Física precisam tornar o discente capaz de observar e compreender o porquê de se estudar determinado assunto emitindo um caráter não mais pragmático, todavia integrador e perceptível de significados a formação do aluno que possuirá todos os atributos necessários para lidar com situações ao seu redor e àquelas mais distantes que fazem parte do seu olhar curioso e investigador.

Desse modo, compreende-se como necessária a adição do conceito de aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (1973), na qual um novo conhecimento deve se relacionar com alguma informação preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo a fim de que ocorra não uma mera memorização, todavia uma reestruturação dos significados hierarquizados na mente do sujeito.

Esses conceitos presentes na mente dos indivíduos são chamados de elementos subsunçores que para Ausubel (1973, p. 25), trata-se de uma estrutura própria na qual outras informações poderão se agregar ao cérebro humano para construir outros significados ou quem sabe ressignificá-los. Desta forma, para que ocorra esse tipo de aprendizagem é primordial essa interação entre o conhecimento apresentado com os conceitos ou ideias já estabelecidas no arranjo cognitivo do aprendiz.

Portanto, duas condições podem ser elencadas para que ocorra a aprendizagem significativa, como comenta Moreira e Masini (2006, p. 156):

[...] Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito *potencialmente significativo*. [...] A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva [...].

Dizer que um material é potencialmente significativo é assegurar que o novo material se relacione com os conhecimentos prévios do aluno e de que sua estrutura cognitiva contenha proposições relevantes passíveis de interação, pois para Ausubel (2001) é esta correlação entre os novos significados, ditos potenciais, e ideias relevantes, hierarquizadas na mente do aprendiz, que dão margem a constituição de significados verdadeiros e psicológicos.

2.1 Magnetismo dos Planetas

O conhecimento do magnetismo dos planetas está condicionado aos resultados provenientes de sondas espaciais interplanetárias que mensuram o campo magnético dos planetas e estas informações podem ser recolhidas por meio da polarização da luz refletida por eles.

Para Carvalho (2012) e Halliday, Resnick e Krane (2012) a fonte que gera o campo magnético dos planetas está associada a um mecanismo de dínamo, na qual a intensidade magnética destes corpos celestes depende de variáveis que sustentam esse efeito dínamo. Nesse caso, a magnitude do campo magnético dos planetas que compõem o Sistema Solar é diferenciada, devido as suas especificidades.

Nota-se, de acordo com observações oriundas das sondas espaciais, que Júpiter possui o maior campo magnético devido à massa de seu planeta, enquanto Vênus tem o menor, visto que sua rotação é muito baixa mesmo possuindo um núcleo equivalente ao da Terra. Marte também apresenta um pequeno campo, este fato, se deve provavelmente a um núcleo pequeno, muito embora tenha rotação próxima à da Terra. Os outros planetas em condições normais, não são magnetizados, pelo menos é o que se espera, já que são constituídos de Hélio e Hidrogênio.

O campo magnético da Terra, inicialmente, acreditava ser fruto da grande quantidade de materiais magnéticos presentes no planeta. Tal afirmação era baseada na intuição de que o desenho das linhas de campo magnético terrestre sugerisse que dentro dela houvesse uma grande barra magnética (CORREIA, 2007). Essas suposições foram o pontapé inicial da primeira teoria sobre a origem do Magnetismo Terrestre pautada em um núcleo permanentemente magnetizado, cujo precursor dessa teoria foi William Gilbert ao imaginar a Terra como um grande ímã.

No entanto, ao final do século XIX, mostrou-se que essa teoria não era válida, visto que os materiais ferromagnéticos perdem suas propriedades magnéticas quando a temperatura ultrapassa certo ponto limite denominado de *ponto de curie*. Para Nelsno e Medeiros (2012, p. 2) “O interior da Terra, nas camadas mais profundas, consegue ser mais quente do que a temperatura de Curie das substancias ferromagnéticas.” Portanto, novos estudos deveriam ser realizados a fim de explicar o “Big Bang” do Magnetismo Terrestre.

A partir disto, Ampère introduziu o que seria a nova teoria sobre a origem do magnetismo do planeta Terra ao explicar que são correntes elétricas presentes no interior do globo que causam a ação magnética da Terra sobre uma agulha de uma bússola (AMPÈRE, 1820 *apud* CHAIB; ASSIS, 2007). Nasce desta forma, a Teoria mais aceita ultimamente que considera o campo magnético terrestre como resultado das correntes elétricas existentes no núcleo da Terra, conhecida como Geodínamo.

Portanto, nessa teoria, é o movimento do fluido de ferro e níquel no núcleo externo da Terra gerado por meio das correntes de convecção, cujo mecanismo se assemelha ao da água quente situada no fundo da panela que sobe, enquanto a fria no topo desce que produz correntes elétricas ao acionar o movimento dos átomos do fluido mais quente para cima, enquanto o mais frio para baixo num ciclo contínuo denominado de convecção. Essas correntes elétricas, por sua vez geram campos elétricos e magnéticos, cujo campo magnético se combina com o campo gerado pela rotação da Terra formando assim a barreira protetora magnética.

A existência do campo magnético da Terra, portanto, é essencial para proteger o planeta dos ataques dos ventos solares que consiste, de acordo com Pereira *et al* (2017, p. 2) em “um fluxo constante de partículas que permeia o meio interplanetário [...] construído por núcleos de hidrogênio e elétrons, altamente ionizado [...]”. Se estas radiações cósmicas chegassem à Terra com toda sua intensidade e sem nenhuma proteção, ter-se-ia uma série de doenças, pois esses raios cósmicos afetariam os tecidos humanos provocando danos graves às células do corpo, causadas pelo excesso da radiação eletromagnética.

Além do mais, Correia (2007, p. 21) afirma que caso não houvesse esse campo, o acesso direto dessa radiação na atmosfera poderia eletrizá-la ainda mais acarretando na sua expansão e por consequência provocando a queda dos satélites de baixa altitude. Outro fato importante é que sem esse campo magnético não seria possível visualizar fenômenos naturais como as auroras, geradas a partir da interação das partículas de alta energia vindas do Sol com o campo magnético da Terra, cuja colisão com átomos neutros da atmosfera produzirão fótons (partícula de luz), ao transferir energia aos elétrons que a perderão com o tempo, dando origem assim, as auroras.

Para Souza e Lunardi (2013, p. 27) “A luz de uma aurora depende do tipo de gás presente na atmosfera. Um átomo de oxigênio pode emitir radiação em duas frequências principais do espectro de luz visível, verde e vermelho. Já os átomos de nitrogênio emitem luz vermelha.”. À vista disto, a aparição das auroras se deve a presença do campo magnético terrestre que proporciona a visualização deste fenômeno em regiões próximas ao polo norte, Aurora Boreal, e polo sul, Aurora Austral.

Existem também estudos que apontam a relevância do magnetismo terrestre para orientação de alguns animais. Por exemplo, as tartarugas-cabeçuda, borboletas monarcas, com antenas magnéticas sensíveis a luz, abelhas e formigas, têm sua navegação baseada no campo magnético da Terra por conterem sensores internos magnéticos que facilitam identificar a direção do campo, afetando a orientação dessas espécies de acordo com a intensidade e inclinação magnética, conforme apontam as pesquisas de Pereira e Antonalli Júnior (2017) e D'Ornelas (2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho objetivou inserir tópicos de magnetismo planetário no ensino de Física do Ensino Médio. Para tanto, utilizou-se como enfoque metodológico uma pesquisa-ação com o intuito de investigar e ao mesmo tempo atuar de forma a modificar certos fatos da realidade educacional pesquisada, pois de acordo com Baldissera (2001, p. 25) “Na pesquisa-ação acontece simultaneamente o “conhecer” e o “agir”, uma relação dialética sobre a realidade social desencadeada pelo processo de pesquisa.”.

Para Tripp (2005), a pesquisa-ação pode ser estruturada em três etapas no que concerne a prática e sua investigação, cujas fases se definem como planejamento, implementação e avaliação. Sabendo disto, a pesquisa seguiu os passos da forma como segue.

Inicialmente, como parte do planejamento, analisaram-se como os conteúdos de campos magnéticos são trabalhados nas aulas de física e qual o valor que os discentes atribuem ao ensino de magnetismo na escola, através de questionários com fins de diagnósticos constituídos de perguntas abertas e fechadas e discussões com os discentes, além de identificar qual abordagem é dada ao magnetismo planetário no livro didático a fim de que tais informações servissem de subsídio para elaboração da sequência didática.

Em seguida, como etapa de implementação e execução da pesquisa, foi aplicada a proposta didática de Magnetismo Planetário, tendo como campo de investigação, o Instituto Federal do Piauí, *Campus/Angical*, cujos sujeitos da pesquisa foram 20 (vinte) alunos do 1º ano do Ensino Técnico Integrado em Administração e Informática de Nível Médio, no período de Janeiro de 2019, essa quantidade se deve ao fato de a pesquisa ter acontecido no final do período letivo, momento em que muitos alunos já estavam de recesso.

A organização da sequência didática, proposta nesse trabalho, foi estruturada em 03 (três) módulos com apresentação inicial do tema, discussão sobre o magnetismo dos planetas e abordagem sobre a importância do campo magnético para os planetas.

Por fim, como parte do processo de avaliação da ação pedagógica, optou-se por utilizar os seguintes instrumentos de coleta de dados: aplicação de questionários aos discentes (GIL,

1999) semiestruturados semelhantes ao questionário diagnóstico e observação não estruturada (VIANNA, 2007) do envolvimento dos 20 (vinte) estudantes nas discussões em sala de aula, buscando compreender qual o impacto que a inserção do conteúdo trouxe aos alunos em formação básica. Desta forma, a pesquisa adquire um caráter qualitativo no que se refere à sua abordagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de atingir o objetivo deste trabalho e pensando nos desafios encontrados por professores de Física, construiu-se uma proposta didática sobre o conteúdo sugerido, Magnetismo Planetário, a fim de evidenciar como esse tema pode ser abordado no Ensino Médio. Ao todo ocorreram 03 (três) encontros para que o conteúdo e os recursos pudessem ser explorados satisfatoriamente. Os momentos letivos aconteceram nas dependências do IFPI/*Campus Angical* com uso do laboratório de Física da própria instituição de ensino.

4.1 Aplicação da Sequência Didática

A proposta didática aqui sugerida foi elaborada para ser aplicada com alunos do primeiro ano do Ensino Médio num período de 03 (três) aulas de 50 minutos cada. A escolha por uma turma desse nível se deu por se adequar as orientações da BNCC que ressalta para essa etapa da educação um aperfeiçoamento dos conteúdos ensinados no Ensino Fundamental. Nesse sentido, buscou-se introduzir desde o primeiro ano esse tema do magnetismo planetário com a finalidade de consolidar, ampliar e aprimorar o conhecimento dos estudantes no que se refere ao campo magnético e seus efeitos como forma de serem elementos subsunçores para os temas de eletromagnetismo presentes no terceiro ano dessa etapa básica de formação.

À vista disto, as atividades da sequência seguem os pressupostos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) assim como as orientações da BNCC para o Ensino Médio de modo que os discentes possam adquirir competências e habilidades comuns na aprendizagem significativa de conhecimentos essenciais da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

4.1.1 Primeiro momento

No primeiro momento, foi apresentado um questionário diagnóstico contendo cinco perguntas norteadoras que serviram de base para compreender o que os alunos já sabiam do tema, assim esse material se tornou o pontapé inicial para discutir o conteúdo. Desta forma, os alunos dialogaram, inicialmente, entre si as respostas em grupos com o objetivo de maximizar as informações, sendo logo em seguida apresentadas a todos da turma.

Destaca-se, de maneira geral, que os alunos têm uma ideia pouco precisa sobre o campo magnético enquanto modo de atuação, dando ênfase em força atrativa. Sua importância para o planeta é pouco explorada, já que se resumiam, conforme os alunos, em atração de objetos e desenvolvimento tecnológico, o que oculta sua maior relevância. Mostraram dificuldade em formular uma explicação para o fenômeno da aurora boreal/austral, além de não conseguirem descrever fisicamente a forma como o campo magnético terrestre interage com uma bússola.

Tal resultado corrobora com os estudos de Moreira (2017) ao apontar que persiste ainda no contexto do ensino de Física, uma ciência do tipo bancária narrativa em que o professor deposita o conhecimento na mente do aluno, levando-a a uma aprendizagem mecânica suscetível de déficits de formação do saber e passível de esquecimento.

Partindo desta premissa, buscou-se reforçar os conhecimentos prévios dos estudantes, trabalhados no nono ano Ensino Fundamental, discutindo-se como acontecem as interações magnéticas bem como o conceito de campo magnético e sua produção de forças atrativas e repulsivas nos ímãs, por meio do uso dos mesmos no ambiente da sala, finalizando com uma abordagem histórica do magnetismo, já que de acordo com as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, esse tratamento didático contextualiza o problema e mostra como conhecimento é construído (BRASIL, 2006).

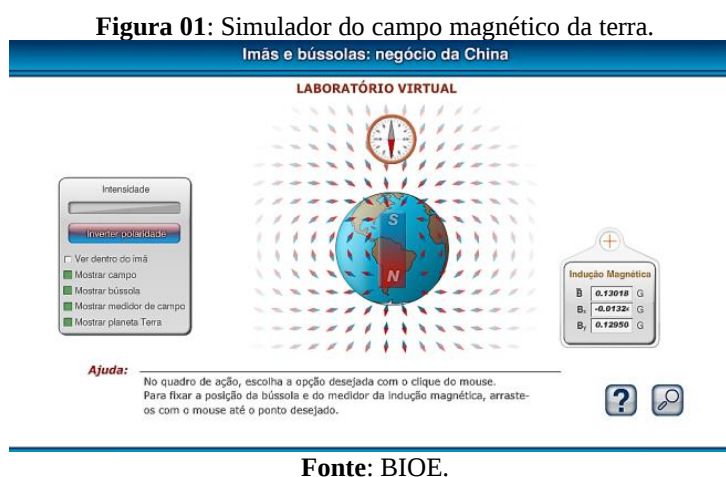
Essa abordagem histórica foi realizada por meio de uma plataforma virtual: túnel do tempo do magnetismo que apresenta as principais descobertas, desde a magnetita em 585 a.C até sua relação com os fenômenos elétricos por Oersted em 1820, disponível no Banco Internacional de objetos Educacionais (BIOE), um local de armazenamento de diversos recursos digitais que para Costa *et al.* (2018) contribuem tanto para diversificar quanto facilitar o ensino e aprendizagem envolvendo Ciência e tecnologia na perspectiva de um ensino contextualizado.

Após esse enfoque, os discentes relataram que passaram a compreender os erros como parte da construção do conhecimento ao perceberem durante a aula que a maioria dos estudiosos também se equivocaram com algumas ideias, ademais perceberam que a Física não é uma Ciência pronta como um estudo somente de cientistas “perfeitos”, mas é gradativa e sujeita às mudanças.

Nesse sentido, o ensino de Ciências em questão tornou-se do século XXI, pois de acordo com Moreira (2017, p.12) uma das características do ensino desse período é a centralidade no desenvolvimento da argumentação e comunicação com uso de laboratórios digitais para aprendizagem de conteúdos clássicos e contemporâneos, tendo o professor como mediador.

4.1.2 Segundo momento

No desenvolvimento da sequência, apresentaram-se, por meio de slides, as características do campo magnético terrestre bem como sua interação com as bússolas, indicando como o polo norte magnético da agulha sempre aponta para o norte geográfico, devido à presença de um polo sul magnético. Para tanto, foi utilizado um simulador virtual do BIOE que mostra como a bússola segue constantemente as linhas de campo magnético, independentemente de sua posição.



Em seguida, discutiu-se com os alunos qual seria a causa da origem do campo magnético do planeta, cujas respostas apontaram para primeira teoria formulada de um núcleo magnetizado, porém foram explanadas as falhas dessa teoria e apresentada a mais aceita atualmente: Teoria do Geodínamo. Os alunos se mostraram surpresos e curiosos com essa teoria que envolve conteúdos da física, tornando-a racional e satisfatória.

Foi mostrada a proposta dessa teoria na qual propõe que o fluido elétrico presente no núcleo externo da Terra interage com campo magnético terrestre, produzido também por meio da rotação do planeta, induzindo correntes elétricas, igualmente quando se move um ímã próximo a um fio condutor, de acordo com a lei de indução de Faraday. Portanto, é essa espécie de dínamo no interior do planeta que permite a sustentação desse campo magnético, já que sem esse processo o campo do planeta decairia com o tempo, pois não haveria indução magnética, devido à ausência do fluido condutor eletrizado que reforçasse o campo e tornasse o dínamo autossustentável ao suprir a energia necessária para ocorrência de tal efeito.

Assim, os alunos indagaram se os outros planetas tinham um campo magnético parecido com o da Terra, cuja pergunta se tornou o início da discussão e exploração sobre o campo magnético dos planetas do Sistema Solar. Aqui foram mencionadas as características de cada planeta como núcleo, tamanho, rotação, formação que o fazem terem campos magnéticos distintos.

Como fechamento dessa etapa, mostrou-se a seguinte equação do campo magnético, também conhecida como lei de Ampère, uma lei do inverso da distância que define o valor do campo gerado por uma corrente elétrica num fio condutor retilíneo (AMPÈRE, 1820 *apud* CHAIB; ASSIS, 2007):

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \text{ (equação 1).}$$

Onde, μ_0 é a permeabilidade magnética do meio, i a corrente elétrica e d a distância do fio até um ponto da linha de campo. Vale ressaltar que essa equação se trata de campos magnéticos criados a partir de correntes estacionárias.

O objetivo de inserir a equação 1, mais utilizada no ensino médio, é desenvolver a habilidade descrita nos PCNs de discriminar e traduzir linguagem matemática (BRASIL, 1999), com o intuito de mostrar como a corrente elétrica é essencial na geração do campo magnético, pois ambos são proporcionais, sendo possível abordar teoricamente a relação entre essas duas grandezas físicas na geração do campo magnético dos planetas. Ao término, os discentes disseram então terem compreendido ainda melhor a teoria do Geodínamo e o porquê dos diferentes valores do campo magnético.

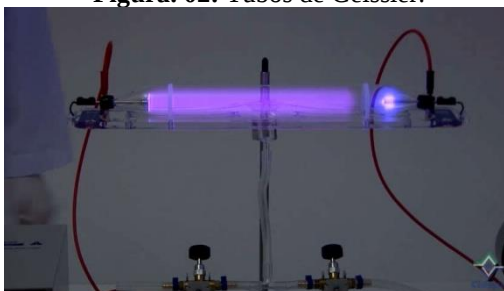
4.1.3 Terceiro momento

A última aula da proposta didática teve como foco principal destacar a importância do campo magnético para o planeta, já que os alunos precisam compreender sua essencialidade a fim de caracterizarem o material como potencialmente significativo ao relacionarem os conceitos prévios de campo magnético terrestre com sua aplicabilidade no cotidiano, ampliando assim o conhecimento adquirido, conforme orienta Ausubel (2001) no que diz respeito ao alcance de uma aprendizagem significativa.

Sendo assim, por meio de slides, apontaram-se a relação entre o campo magnético da Terra e sua interação com a orientação de algumas espécies de animais por meio de bússolas internas presentes nos mesmos. Os estudantes ficaram bastante curiosos, pois não sabiam desta relação, já que para eles essa relação do campo se resumia apenas a alguns objetos. Portanto, foi possível aperfeiçoar o tema do campo magnético enquanto campo de conhecimento.

Posteriormente, foi realizada uma atividade experimental utilizando os tubos de Geissler, conforme mostra a Fig. 02, com o objetivo de fazer uma analogia com a formação da aurora boreal onde o choque das partículas com os átomos de oxigênio em baixa quantidade, devido à retirada do ar por meio de uma bomba de vácuo, produz uma energia luminosa dentro do tubo. O experimento chamou a atenção dos alunos que o fizeram perguntar como isso se relacionava com as auroras, cuja explicação se deu sucessivamente com o apoio de slides.

Figura. 02: Tubos de Geissler.



Fonte: <https://www.cidepe.com.br/tubosdegeissler>.

Explicou-se como o Sol emite partículas com alta energia, chocando-se com o campo magnético da Terra, usando uma força magnética para desviar essas partículas, cuja equação 2 mostra como ela depende do seno do ângulo entre o campo e a velocidade que nos polos tende à zero, por isso só é possível enxergá-las nos hemisférios norte e sul. Ao entrarem, as partículas, em contato com os gases da atmosfera terrestre elas transferem energia para os átomos fazendo com que os elétrons se excitem e pulem para uma camada mais energética, que com o tempo perde essa energia a liberando em uma forma luminosa, chamada de fóton, formando assim a aurora.

$$F = qvB\sin\theta \text{ (Equação 2)}$$

Logo depois, como atividade de fixação do conhecimento, utilizou-se um vídeo retirado do Youtube* sobre a barreira protetora magnética que tornasse os discentes capazes de fazer julgamentos e propor as implicações ambientais, resultantes do desaparecimento do campo magnético terrestre, cuja competência e habilidade podem ser vistas nos PCNs e na BNCC (BRASIL, 1999; 2018).

Para encerramento da sequência didática, aplicou-se novamente um questionário semelhante ao diagnóstico, contendo seis perguntas sobre o tema trabalhado, cujas respostas apontaram para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa do conteúdo, onde os alunos por meio da assimilação consolidaram e ampliaram o tema, oferecendo subsídios para composição de novos elementos subsunções no aprofundamento do campo magnético dos planetas, dando margem para novos estudos nos tópicos de eletromagnetismo.

Tal atividade segue o princípio de diferenciação progressiva de Ausubel (1973), na qual ideias mais gerais são discutidas inicialmente e progressivamente diferenciadas nos aspectos específicos do tema, que para Moreira e Masini (2006) facilita a aprendizagem dos conceitos em um nível maior do que o estilo convencional de organização do conteúdo.

*YOUTUBE. **O que é uma Aurora Boreal.** Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=Sdx0JbWDx50>>. Acesso em Jan. 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das reflexões indicadas das ações pedagógicas inerentes deste trabalho, observa-se que a inserção do magnetismo dos planetas como tópico didático no ensino de Física na 1ª etapa do Ensino Médio resulta em abordagem diferenciada e significativa no ensino-aprendizagem, por ser conteúdo fascinante e interessante, capaz de aprofundar e aperfeiçoar os saberes do Ensino Fundamental e impulsionar outros conhecimentos a serem apreendidos.

A proposta didática aqui apresentada se mostra satisfatória, pois os alunos participaram ativamente das aulas por meio de perguntas argumentativas e resolução correta do questionário sugerido, onde todos os recursos utilizados, ora experimentais, ora digitais, deram indícios do alcance de uma aprendizagem significativa, cuja sequência didática aplicada se caracteriza como um produto educacional sugestivo aos professores de Física no que concerne a abordagem desse tópico didático no Ensino Médio.

O Campo Magnético dos Planetas, portanto, é de suma importância para a vida no mesmo, foi, historicamente, e é atualmente muito relevante nos estudos sobre fenômenos magnéticos, sendo um conteúdo repleto de curiosidades que pode ser abordado no Ensino Médio a fim de estimular os alunos e mostrar que a Física é muito mais do que conhecimento pronto e acabado, é disciplina investigativa e capaz de habilitar os alunos a desenvolverem o pensamento e compreenderem os diversos fenômenos caracterizados e explicados por esta Ciência, cuja ênfase está no aprender a lidar com situações sejam reais, ambientais, tecnológicas, dentre outras que fazem parte do universo no qual ele está inserido.

Como projeto sugestivo, pode-se investigar como esse conteúdo poderia ser aplicado no terceiro ano do Ensino Médio de modo a complementar e enriquecer o ensino da Física, configurando-se como tópico didático intermediário entre o estudo do Eletromagnetismo, fixando os conhecimentos desenvolvidos ao longo do ano letivo, e da Física Moderna, como início das discussões da Física Contemporânea.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Paralelo editora, 2001.

BALDISSERA, Adelina. Pesquisa-Ação: Uma Metodologia do “Conhecer” e do “Agir” Coletivo. **Sociedade em Debate**, v. 2, n. 7, p. 5-25. Pelotas, 2001.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular- BNCC**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Banco Internacional de Objetos Educacionais**. Disponível em: <<http://objetoseducacionais.mec.gov.br>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

BRASIL. **Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

CARVALHO, Regina Pinto de. **O Globo Terrestre na visão da Física**: Leituras complementares para o ensino médio. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.

CHAIB, João Paulo M. C.; ASSIS andré K. T. **Ampère e a Origem do Campo Magnético Terrestre**. In: I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e III Simpósio Nacional sobre Ensino de Geologia no Brasil. UNICAMP, Campinas/SP, 2007. Disponível em: <[https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Ampere-e-a-origem-do-magnetismo-terrestre\(2007\).pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Ampere-e-a-origem-do-magnetismo-terrestre(2007).pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2018.

CORREIA, Caio Fábio Teixeira. **O campo magnético da terra**. Monografia apresentada ao Programa de Educação Tutorial do Curso de Bacharelado em Física. Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa-PB, 2007. Disponível em: <<http://studylibpt.com/doc/853307/monografia---o-campo-magnetico-da-terra>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

COSTA, Francisca Queila da. *et al.* Tecnologias no Ensino de Física: O Banco Internacional de Objetos Educacionais. In: V CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, v. 1, 2018, Olinda-PE. **Anais V Conedu**. Olinda-PE: Editora Realize, 2018. p. 01-05. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD4_SA19_ID3503_09092018105433.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

D'ORNELAS, Stephanie. Como os animais navegam pelo Campo Magnético da Terra. **Hypesciencie**. In: <<https://hypescience.com/como-os-animais-navegam-pelo-campo-magnetico-da-terra/>>. Acesso em: 7 out. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física 3**. Tradução de Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco, Leydervan de Sousa Xavier e Paulo Pedro Kenedi. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 3, 2002. 390p.

MOREIRA, M. A e MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do professor de física**, v. 1, n. 11, p. 01-13. Brasília, 2017.

NELSON, Osman Rosso; MEDEIROS, José Renan de. Assim na Terra como no céu: a Teoria do Dínamo como ponte entre geomagnetismo e o magnetismo estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 1-9. Natal-RN, 2012. ISSN 1806-1117.

PEREIRA, Marcos César; ANTONIALLI JÚNIOR, William Fernando. **Estudo do Campo Magnético alterado sobre o comportamento de formigas**. 2017. 100 fl. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Dourados-MS, 2017.

SOUZA, Alisson Moreira de; LUNARDI, Luciano. **O campo magnético terrestre sua origem e influência na vida do planeta terra**. UFBA, Bahia, 2013. Disponível em: <<http://ebah.com.br/content/ABAAAgVlcAA/campo-magnetico-terrestre>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

TRIPP, David. Pesquisa-Ação: Uma Introdução Metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VIANNA, HERALDO M. **Pesquisa em Educação**: a observação. Brasília: Liberlivros, 2007.