A INVESTIGAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM UMA OFICINA SOBRE ELETROMAGNETISMO

THE INVESTIGATION OF LOW-COST EXPERIMENTS IN A WORKSHOP ON ELECTROMAGNETISM

- **Gabriel Kauffmann Ruiz de Lima (UNESP - gabriel.kauffmann@unesp.br)**
- **Gabriel Kauffmann Ruiz de Lima (UNESP - gabriel.kauffmann@unesp.br)**
- **João Pedro Dionizio (UNESP – jp.dionizio@unesp.br)**
- **Suyane Aparecida Vieira Dias (UNESP - sav.dias@unesp.br)**

Eixo temático: Educação, Desenvolvimento e Aprendizagem

Resumo:
O presente trabalho tem como pretensão apresentar um plano de aula desenvolvido para o uso em um curso de Física com o tema central voltada para a relação entre eletricidade e magnetismo, o eletromagnetismo. Como base, o trabalho desenvolvido teve o uso de alguns referenciais teóricos que aprofundam sobre o conhecimento que envolve o currículo do estado de SP, o currículo nacional e também a metodologia ativa. A utilização da metodologia e o incentivo para que houvesse um aprofundamento investigativo por parte dos alunos foi fundamental para o andamento da aula e utilização dos materiais propostos para realização experimental. Os dados obtidos e analisados estão expostos para uma melhor apresentação, além disso provêm também de materiais obtidos ao final da aula, como discussões escritas pelos grupos e também desenhos que descrevem a realização de cada um dos experimentos. O experimento realizado e construído pelos estudantes foi um eletroímã que consiste na utilização de uma pilha, fios de cobre e um parafuso de material metálico. Após a análise dos dados foi perceptível a necessidade de uma boa separação de grupos sem hierarquia nas relações para a realização da atividade, uma compreensão por parte dos alunos de que existe uma relação entre eletricidade e campo magnético, e uma necessidade de revisitação dos experimentos e materiais para maior aproveitamento da atividade.

Palavras-chave: Eletromagnetismo. Experimentos. Investigação.

Abstract:
The aim of this study is to present a lesson plan designed for use in a physics course, focusing on the relationship between electricity and magnetism, i.e., electromagnetism. The work draws on several theoretical frameworks, which delve into the curriculum of the state of São Paulo, the national curriculum, and active learning methodologies. The use of this methodology and the encouragement for students to engage in investigative learning were fundamental to the progress of the lesson and the use of the materials proposed for experimental activities. The data obtained and analyzed are presented for clarity, and they also include materials gathered at the end of the class, such as written group discussions and drawings that describe the execution of each experiment. The experiment constructed and performed by the students was an electromagnet, which involved the use of a battery, copper wires, and a metallic screw. The data analysis revealed the need for well-defined group structures without hierarchical relationships to facilitate the activity, an understanding among students that there is a connection between electricity and magnetic fields, and a need to revisit the experiments and materials to enhance the overall learning experience.

Keywords: Electromagnetism. Experiments. Inquiry-based learning.

1. A metodologia ativa

Para a realização da aula, os conteúdos propostos foram trabalhados por meio de experimentos investigativos, passando por etapas de ação e reflexão. O objetivo disso foi que a

aula pudesse fazer com que todos os alunos passassem a ter maior contato com o conhecimento científico e assim chegassem em conclusões por seus próprios caminhos, sendo capazes de darem explicações causais dos fenômenos observados.

Para que isso fosse possível, os estudantes passaram por etapas de aprendizado: "(a) o professor propõe o problema; (b) os estudantes agem sobre o objeto para ver como reagem; (c) ação sobre os objetos para observar os efeitos; (d) tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado; (e) dando explicações causais para o efeito observado; (f) escrevendo e desenhando suas conclusões; (g) relacionando como cotidiano". (CARVALHO et al, 1998, p. 37)

Além disso, durante todo o processo da metodologia proposta, é importante que os professores realizem perguntas para que os alunos consigam se expressar ao máximo para saber como eles pensam e enxergam o problema, que neste caso foi a construção de um eletroímãs e a discussão de seus fenômenos. Dessa forma, é durante o este processo que os estudantes chegam em conclusões por seus próprios caminhos, sendo capazes de darem explicações causais do fenômeno observado.

Através de suas explicações causais, os alunos podem apresentar "erros", do ponto de vista científico (PIAGET, 2009). Em geral, muitos professores possuem a ideia de que os erros cometidos por seus estudantes, tanto em tarefas escolares, quanto em testes ou exames, devem ser atribuídos a fatores do próprio aluno. Dessa forma, considerar o erro como intrínseco a esse estudante, gera uma perspectiva culposa do erro e tem conduzido ao uso permanente do castigo como forma de correção e de direção da aprendizagem, podendo gerar traumas e dificuldades pedagógicas para os alunos. Entretanto, uma visão sadia do erro, possibilita sua utilização de forma construtiva durante o processo de avaliação, pois reconhecendo a origem e a constituição de um erro, podemos superá-lo, com benefícios para o processo de aprendizagem (LUCKESI, 2014).

Para que isso ocorra é necessário superar uma visão tradicional da avaliação, em que o método usado é classificatório e excludente. Já no ensino por investigação, a proposta de avaliação é mediadora dos processos de aprendizagem, para encorajar e reorganizar o saber, assim o professor sai do papel de juiz para o de mediador. Dessa forma, pela proposta investigativa, a interação professor-aluno deve acontecer de forma que estimule a liberdade criativa do estudante, para que eles não tenham medo de expor suas ideias e fazer perguntas.

2. Os documentos governamentais

Ao realizar uma atividade experimental em que os alunos tiveram a oportunidade de construir o experimento e analisar não só os conceitos mas também os procedimentos, eles passaram a ser sujeitos ativos no processo. O objetivo foi contribuir para que os alunos se tornassem cada vez mais protagonistas no processo de aprendizagem e que refletissem sobre o seu papel, acarretando no desenvolvimento de uma autonomia. Além disso, a atividade em grupo também exige trabalho em equipe e mobiliza uma série de competências socioemocionais.

Pode-se dizer que o presente estudo teve o intuito, também, de trabalhar de maneira plural com o foco em atingir vários pontos que estão de acordo com os chamados quatro pilares da educação para o século XXI que são citados no documento do Currículo Paulista. A importância dos quatro pilares da educação para o documento fica especificado na seguinte parte do documento:

"Para a formação do estudante, todas as áreas do conhecimento, inclusive a de CNT, consideram os quatro pilares da educação para o século XXI: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver; e aprender a ser; tornando o ensino mais próximo de suas realidades." (SÃO PAULO, 2020).

Sabendo que a componente curricular de física nesse documento atrela diretamente a compreensão e utilização dos conhecimentos científicos com a análise e explicação de fenômenos do cotidiano, principalmente voltados para o funcionamento do mundo, pode-se dizer que o aluno tem a oportunidade de compreender que seus conhecimentos científicos são de extrema importância para o contexto social que está inserido.

Assim, o conhecimento científico ajuda no entendimento de tecnologias e fenômenos naturais ligados com as vivências pessoais, individuais e coletivas. Ressalta-se a relevância do conhecimento físico/científico, que leva a demonstrar ao aluno que ele pode, a partir de um problema proposto, propor também soluções a questões relacionadas ao desempenho de diferentes tecnologias e outras situações que podem estar presentes na sua vida cotidiana.

A aula que foi ministrada se alinha também com as ideias do projeto Inova Educação, em diferentes áreas. Relacionando-se na parte de Tecnologia e Inovação, onde a construção do experimento não apenas ajudou na compreensão do seu funcionamento e utilização em tecnologias do dia a dia, mas também na construção de diagramas que podem ser usados em outras atividades ou até mesmo em disciplinas eletivas como na área de robótica, pois tendo consciência que o projeto inova tem a pretensão de desenvolver práticas inovadoras para o ensino de Física, podemos ressaltar que o algumas aulas que o projeto organiza são baseadas no uso de fluxograma, programação e uso de diversas linguagens.

Na parte de pensamento crítico, os alunos ao terem contato com tais tecnologias, também era esperado que analisassem a efetividade do uso da energia elétrica frente a outras normalmente utilizadas, como carros com motores elétricos em comparação com carros movidos através de motores a combustão, ou até mesmo fornos elétricos sendo mais seguros e eficazes que fornos a gás. Tendo em vista a formação de grupos durante as aulas, isso também gera uma contribuição para a formação social do aluno, compreendendo dessa forma alguns dos objetivos que o Projeto Inova deixa esclarecido em suas fontes.

3. O plano de aula

O plano de aula desenvolvido teve como ementa demonstrar a interação da corrente elétrica com o campo magnético, através da construção de um eletroímã.

Este conteúdo tem uma importância que vai além da perspectiva que o aluno tem sobre o comportamento da energia elétrica e do magnetismo. Pode-se considerar que este comportamento está presente e pode ser observado pelo aluno em diferentes meios, como na sua vida cotidiana, trabalho ou até mesmo ao compreender o planeta que habitamos.

Muitos dos fenômenos que observamos condizem com situações que remetem a interação da eletricidade com o magnetismo, isso se dá, por exemplo, em alguns motores elétricos, o campo magnético da Terra, o uso de bússola e dispositivos eletrônicos. O tema eletricidade e magnetismo e seus efeitos é um ponto que serve de base para que o aluno compreenda muitos dos fenômenos que podem ser observados no cotidiano.

As habilidades colocadas no plano de aula foram retiradas da documentação da BNCC (BRASIL, 2018), que foi estudada e analisada para que fosse possível selecionar os objetivos que apresentavam maior clareza e foco em relação ao tema central. Sendo elas a EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT307.

As habilidades selecionadas foram importantes para que o desenvolvimento do plano fosse feito de maneira que reconhecesse de que maneiras elas poderiam ser desenvolvidas durante a aplicação da aula.

Neste plano de aula o método de ensino foi baseado na investigação e interação ativa do aluno para que desta forma os alunos possam, trabalhando em grupo, interagir sobre os instrumentos e construir com os colegas, também através de discussões, o conhecimento e compreensão dos fenômenos que foram analisados. Teve-se a pretensão de fazer com que o aluno desenvolvesse o caráter investigativo, aprimorando os seus questionamentos referente a abstração de conteúdos científicos e lógicos, em conjunto com as discussões que envolveram as aplicações dos fenômenos observados.

Em relação a avaliação a ser aplicada durante a aula, esse processo foi feito durante todo o andamento da aula, na investigação em grupo, na escrita e na análise dos desenhos feitos para a explicação dos fenômenos que os alunos observaram, também ao final com a discussão em conjunto de todos os participantes. Seu caráter objetivo foi de avaliar os métodos de investigação realizados pelos grupos e as formas de descrever as relações causais do fenômeno.

O plano foi pensado e desenvolvido para um minicurso de cinco dias que foi realizado através de uma disciplina do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista de Bauru, em que cada dia foi proposto um tema para os participantes: Mecânica, Astronomia, Eletromagnetismo, Óptica e Física Moderna. Sendo o curso realizado nesta ordem.

Para uma maior compreensão do plano de aula, segue uma tabela para apresentação e divisão realizada:

Tabela 1. Descrição dos momentos da aula e carga horária (4h).

MOMENTO DA AULA	DESCRIÇÃO	TEMPO PROGRAMADO
1 - Distribuição dos materiais	Os alunos recebem os kits experimentais contendo os materiais necessários para o andamento da aula. Os alunos discutem sobre os materiais que receberam e as relações entre eles.	15 minutos
2 - Distribuição dos roteiros	Os participantes recebem os roteiros de experimentação que contém as questões norteadoras. Os alunos discutem sobre as questões e se todas estão claras para serem entendidas.	15 minutos
3 - Discussão entre docentes e participantes	Os docentes passam a discutir sobre a relação entre eletricidade e magnetismo, utilizando temas como motores elétricos e o uso da bússola.	30 minutos
4 - Desenvolvimento das questões do roteiro	Os alunos passam a utilizar os roteiros para desenvolverem as etapas experimentais sugeridas através das questões norteadoras.	60 minutos
5 - Análise da experimentação em forma de debate	É feito um debate entre os grupos e os docentes para contextualizar as observações e conclusões feitas por cada grupo.	60 minutos
6 - Descrição através dos desenhos e relatos escritos	É solicitado que façam as últimas descrições e desenhos no que envolve as conclusões dos grupos.	60 minutos

Fonte: Autoria própria.

3.1 Desenvolvimento dos roteiros e kits experimentais

Os roteiros utilizados tiveram como intuito nortear a realização dos experimentos que foram disponibilizados em forma de kits experimentais. Este roteiro foi construído com questões que foram divididas em cinco partes, como pensado no plano de aula.

Os kits experimentais disponibilizados continham clips de papel, copo com água, ímãs, bússolas, pilhas, parafusos e fios de cobre. Tais itens foram colocados para que a construção de um eletroímã fosse possível e que discussões propostas no roteiro fossem possíveis de serem realizadas. Essa construção e discussão foi norteada pelo roteiro dividido em cinco partes e que contém uma série de questões, como descrito pela tabela abaixo:

Tabela 2. Descrição do roteiro por partes.

PARTE	DESCRIÇÃO	QUESTÕES COLOCADAS NO ROTEIRO
1ª PARTE	Interagindo com os materiais.	• Quais materiais vocês receberam? • Vocês imaginam que há uma relação entre eles? Quais seriam essas relações? • Como funcionam esses materiais? • Qual é a função de cada um desses materiais no nosso cotidiano?
2ª PARTE	Criando nossas ferramentas.	• Vocês encontraram dificuldades em construir algum sistema? Quais foram? • Este sistema funciona para alguma situação? • Vocês acham que há necessidade de um outro material para modificarmos o funcionamento desse sistema? Explique.
3ª PARTE	Relacionando a eletricidade e o magnetismo.	• É possível conectarmos a pilha no sistema? • O que aconteceu quando conectamos a pilha? • O que aconteceu quando desconectamos a pilha? • Faça um desenho do sistema conectado a pilha
4ª PARTE	O funcionamento de um eletroímã.	• Quando conectamos a pilha, qual material recebe energia elétrica? • Qual é a hipótese de vocês para explicar o uso da energia elétrica? • Podemos fazer o material funcionar sem energia elétrica? Quais são suas hipóteses? • Qual é a diferença do seu ímã para um ímã natural?
5ª PARTE	Testando o eletroímã.	• Qual é a interação do eletroímã com uma bússola? • Qual é a interação do eletroímã com o ímã natural? • Qual é mais forte, o eletroímã ou o ímã natural? Como você descobriu isso? • É possível fazer o eletroímã ficar mais forte? Como? • Por que, quando aproximamos o eletroímã da bússola, ela para de apontar para onde estava apontando? • Como vocês imaginam o funcionamento da força do eletroímã? Faça um desenho dessa força • Onde podemos ver um eletroímã no nosso cotidiano? Explique

		• Qual a importância de entendermos o funcionamento de um eletroímã?

Fonte: Autoria própria.

A ideia principal é que os participantes executassem alguns processos experimentais para desenvolverem explicações acerca do que foi observado. Percebe-se que cada questão tem um objetivo, sendo eles conectados para que ao final fosse possível uma discussão sobre a relação entre a passagem de energia elétrica por um fio condutor e consequentemente um campo magnético sendo gerado.

A partir deste roteiro foi possível fazer com que os participantes interagissem com os materiais e vissem os efeitos em cada processo experimental. Sendo usado uma bússola e um clips de metal boiando na superfície de um copo da água para interagir com campos magnéticos gerados pelas pilhas juntamente com a ligação feita pelo fio de cobre.

4. Dados coletados na aplicação do plano de aula

Inicialmente na aplicação da aula os alunos presentes foram divididos em três grupos, através de um sorteio, um de dois e dois de três alunos, a classe era composta por quatro alunos do ensino fundamental, um do médio um graduando no curso de Física, uma graduada em bacharelado em biologia e um graduado em licenciatura em Matemática, este último atuava como docente de um dos alunos do ensino fundamental.

Já com a divisão dos grupos feita da maneira exposta os kits experimentais foram entregues. A seguir, os roteiros foram entregues e então solicitado que resolvessem a primeira parte, a qual consistiu em fazer com que o grupo interagisse com os materiais.. Ao analisar as respostas obtidas foi percebido que o entendimento em torno de quais eram os materiais foi condizente com o esperado.

Em relação a concepção prévia sobre o funcionamento dos materiais, e a relação entre eles, foi perceptível que houve diferença entre as respostas. A maioria explicou de forma condizente, porém um dos grupos não chegou a uma resposta clara e que realmente explicasse ao menos em partes a relação dos materiais, sendo que a explicação foi descrita como “o fio de cobre gera uma corrente elétrica e o suporte para pilha capita energia”. Sendo percebido que o grupo descreve que quem gera a corrente elétrica é o próprio fio de cobre e o suporte estaria fazendo um papel de captar a energia elétrica da pilha.

A partir da quarta parte da aula, que teve como foco a construção do eletroímã, todos os grupos chegaram a resultados parecidos, enrolando o fio de cobre no parafuso. Um dos grupos acabou não enrolando o fio de maneira suficiente e foi percebido pelos professores que tal montagem não geraria um campo tão perceptível nas interações propostas. Portanto houve a intervenção onde foi explicado que para um melhor funcionamento eram necessárias mais voltas do fio em torno do parafuso.

Nas respostas, os alunos também deixaram claro não encontrar mais dificuldades na montagem do sistema e conseguiram identificar e dar exemplos da utilidade do experimento, sendo citado o captador sonoro elétrico e a caixa de som. Dois dos grupos inclusive pensaram em um interruptor para a melhoria do sistema quando fosse conectado à pilha, apresentando uma preocupação com a eficiência da energia elétrica e evitar o gasto desnecessário.

Todos apresentaram a explicação de que era gerado, a partir da conexão da pilha no sistema, um campo magnético e também apontaram o aquecimento do fio de cobre devido ao curto circuito gerado pela conexão, sendo percebido que houve uma observação também sobre

o efeito Joule. Os participantes também citaram que ao retirar a pilha o eletroímã parava de funcionar, mostrando a questão da ausência da energia elétrica e em consequência a falta do campo magnético. Foi solicitado aos alunos um desenho do circuito elétrico:

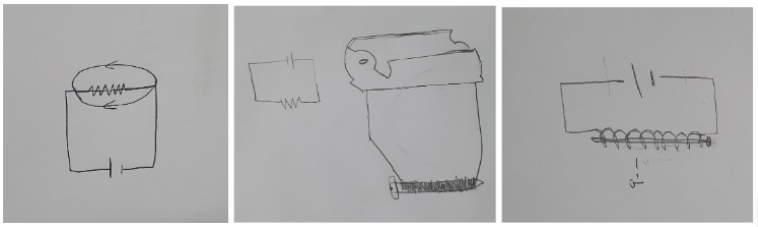

Figura 01: Desenhos feitos como resposta de como foi realizada a conexão.
Fonte: Autoria própria.

Os grupos fizeram um desenho para descrever o esquema elétrico realizado, alguns mudando algumas simbologias, todavia um dos grupos desenhou também o sistema de forma real.

Quando questionado sobre como a conexão com a pilha fazia o sistema ter seu próprio campo magnético, a maioria dos participantes responderam a questão relacionando a energia elétrica com o fenômeno, mas sem destacar a corrente elétrica ou discutir sobre o movimento de elétrons. Ainda nessa questão, um dos grupos utilizou da palavra “emantou” para se dirigir ao efeito que a corrente elétrica criou no parafuso, e posteriormente afirmou que o parafuso continuaria magnetizado mesmo sem a corrente elétrica ali presente.

A última questão da quarta etapa pedia para que os participantes comparassem o ímã natural e o eletroimã que tinham produzido. Os três grupos afirmaram que por conta da natureza dos materiais, o eletroímã produzia um campo de menor intensidade que ímãs naturais.

Nas respostas, aqui já discutidas, fica evidente que a maioria relaciona o campo magnético gerado com a energia elétrica da pilha mas não necessariamente citam a corrente elétrica. Percebe-se isso também em respostas que os grupos realizaram sobre essa relação, como por exemplo quando afirmar que o campo magnético só surge pelo fato de que o fio estava enrolado e recebia energia elétrica, e sendo assim não conseguimos gerar um campo magnético com um fio não enrolado, ou somente pela presença do parafuso além da energia elétrica.

Assim, a discussão realizada no último momento da aula levou em conta a questão do funcionamento do experimento por conta da energia elétrica, discutindo principalmente o papel da corrente elétrica como causa do fenômeno magnético.

Com isso, quando questionados sobre interação do eletroímã em funcionamento com outros materiais e objetos, todos os grupos conseguiram observar a mudança na direção em que a bússola apontava quando o eletroímã era aproximado. Um dos grupos coloca como causa da tal mudança uma energia, a qual não foi especificada.

Na interação da bússola com o ímã natural, os grupos apontaram que houve uma diferença perceptível na intensidade do campo magnético do ímã natural e o do eletroímã, sendo o ímã natural considerado mais forte. O apontamento da diferença na intensidade era esperado visto que os imãs que possuíam eram de neodímio e possuíam campos magnéticos mais fortes como eles observaram nos testes.

Além disso, dois grupos relacionaram a intensidade do campo magnético do eletroímã com as propriedades de tensão e corrente elétrica da pilha, e o número de espiras. Já o outro, fez a relação da intensidade do campo com uma quantidade de energia, novamente não

especificada, e que também o tempo em que o sistema ficou ligado na pilha interferiu no campo magnético. Assim, apresentando uma explicação para o consumo de energia elétrica da pilha.

No que envolve a questão que discutia a causa do efeito observado na bússola quando interagia com os ímãs e eletroímãs, a resposta foi unânime e a causa apresentada foi que a interação se devia ao campo magnético dos materiais.

Foi solicitado aos grupos que realizassem um desenho que apresentasse as forças do eletroímã construídas. Os resultados obtidos estão apresentados nas seguintes imagens.

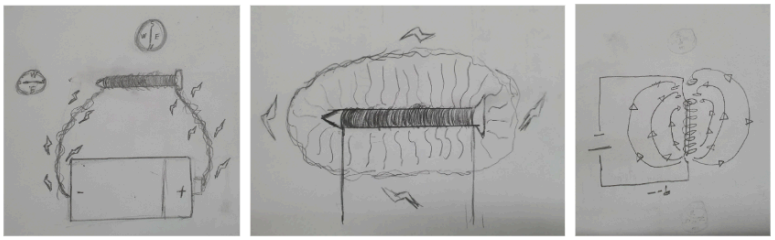

Figura 02: Desenhos feitos para demonstrar o campo magnético.
Fonte: Autoria própria.

Dois deles foram abstrações da maneira de como enxergavam o campo, um focando mais na corrente elétrica chegando até o parafuso e uma interação com as bússolas também desenhadas e que apontavam de formas diferentes. O segundo desenho apresenta uma tentativa para demonstrar o campo magnético, este porém que aparentemente seria constante e com uma clara delimitação. O último foi mais fiel às linhas de campo como convencionalmente usadas, apresentando de onde as linhas de campo magnético saem e chegam no parafuso colocado no meio do fio condutor.

Por fim, no que envolve as duas últimas perguntas, um dos grupos respondeu que apenas em relógios podemos encontrar um eletroímãs. Os outros dois conseguiram apresentar discussões mais abrangentes e relacionaram o observado com instrumentos musicais , caixas de som, fones e microfones, todos aparentemente bem presentes no cotidiano destes.

Na discussão englobando a importância de entender o funcionamento do experimento, dois grupos apresentaram a relevância dos conceitos abordados para entender o funcionamento de um motor elétrico e de aparelhos do cotidiano, como ventiladores e trancas elétricas. Um outro grupo que foi mais a fundo e afirmou que são estes os conceitos que influenciam o funcionamento de uma usina hidrelétrica.

5. Conclusões

Para concluir o presente trabalho a partir dos dados obtidos, pode-se de início ressaltar a importância da separação dos grupos por idade ou ao menos por formação. Para a metodologia aqui utilizada, foi necessário destacar que todos os participantes interagissem com os objetos e montassem os experimentos, para que dessa forma pudessem discutir as ideias.

Também destaca-se que os próprios professores aplicando tal metodologia precisam de cuidado com a criação e escolha das questões, evitando que tais roteiros levem os alunos a não se questionarem sobre os fenômenos observados.

Ao analisar os dados e respostas fica claro que os alunos compreenderam que existe a relação entre eletricidade e campo magnético, mesmo que sem a construção da ideia que a própria passagem de corrente elétrica pelo fio já bastaria para gera-lo. Isso foi observado no momento em que os grupos relacionam a existência do campo magnético de um eletroímã com o formato do fio, enrolado ou não enrolado, ou com a existência do parafuso no sistema.

Além disso, ainda há necessidade de um novo trabalho para discutir o conceito de energia. Ressalta-se isso a partir do que foi apresentado por um dos grupos que citou por várias vezes o termo “energia” mas sem defini-lo e para múltiplas explicações. Destacando-se que há uma questão importante para trabalhos futuros adicionar perguntas sobre a concepção de energia dos participantes.

Também sobre a concepção da geração do campo magnético, foi percebido a importância de uma divisão correta na entrega de materiais e até possíveis etapas adicionais no experimento. No caso do experimento tratado, a entrega apenas do cobre e da pilha para testes antes da montagem do eletroímã poderia evitar a ideia de que o parafuso é parte fundamental na geração do campo, ligando essa diretamente a passagem da corrente no fio e levando a uma ideia mais próxima do que se era esperado.

6. Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CARVALHO, A. M. P. de C.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R. G.; REY, R. C. De. Ciências no Ensino Fundamental O Conhecimento Físico. 1a ed. São Paulo.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. 1a ed. São Paulo: Editora Cortez, 2014.

PIAGET, J. La causalité chez l’enfant (Children’s understanding of causality). **The British Journal of Psychology**. Inglaterra, v. 100, p. 207-224. 2009

SÃO PAULO. Estado de São Paulo. **Currículo Paulista**. São Paulo, 2020.

SÃO PAULO. **Programa Inova Educação | Transformação hoje, inspiração amanhã.** 2022. Disponível em < https://inova.educacao.sp.gov.br/ >