

**O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO E O MÉTODO *PEER INSTRUCTION****Teaching Electromagnetism and the Peer Instruction method*

**Samuel da Silva Marques** [samuell14@hotmail.com ]  
**Jucimar Peruzzo** [jucimar.peruzzo@ifc.edu.br]  
**Fábio Lombardo Evangelista** [fabio.evangelista@ifc.edu.br]  
**Rafael Cardim Pazim** [rafael.pazim@ifc.edu.br]  
**Luciano Lewandoski Alvarenga** [luciano.alvarenga@ifc.edu.br]  
 Instituto Federal Catarinense  
 Rodovia SC 283, km 17. CEP 89703-720. Concórdia/SC

*Recebido em: 12/12/2020**Aceito em: 15/06/2021***Resumo**

Este artigo relata uma experiência de ensino através de metodologias ativas, como o *Peer Instruction*, para uma turma (público-alvo) do terceiro ano de um curso técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio de uma escola pública de Concórdia. Além da metodologia do *Peer Instruction*, foi utilizado, como referencial teórico, a teoria sociointeracionista de Vygotsky, enfatizando-se a interatividade entre os estudantes. Os tópicos da oficina didática foram força magnética e campo magnético. A abordagem metodológica foi qualitativa e para a coleta dos dados foram utilizadas observações diretas durante a realização das aulas e sete testes, de natureza conceitual, chamados *word problems*. O *Peer Instruction* proporciona integração dos alunos e incentiva a colaboração, conforme proposto pelo sociointeracionismo de Vygotsky. A turma foi organizada em grupos que respondiam o mesmo teste duas vezes: a primeira sem interação com os pares e a segunda interagindo com seus pares. Como resultado, houve considerável reelaboração conceitual por boa parte dos alunos, indicando que a metodologia contribuiu para o aprendizado. Observou-se ainda que a sala de aula se tornou um ambiente mais descontraído e prazeroso com um certo empenho na busca da solução dos problemas propostos.

**Palavras-chave:** Teoria sócio-histórica; Abordagens ativas; *Peer Instruction*.

**Abstract**

This article reports a teaching experience through active methodologies, such as *Peer Instruction*, for a class (target audience) of the third year of a technical course in Agriculture integrated with High School in a public school in Concórdia. In addition to the *Peer Instruction* methodology, Vygotsky's socio-interactionist theory was used as a theoretical framework, emphasizing interactivity among students. The topics of the didactic workshop were magnetic force and magnetic field. The methodological approach was qualitative and for data collection direct observations were used during the classes and seven tests, of a conceptual nature, called *word problems*. *Peer Instruction* provides integration of students and encourages collaboration, as proposed by Vygotsky's social interactionism. The class was organized into groups that answered the same test twice: the first without interacting with peers and the second interacting with their peers. As a result, there was considerable conceptual re-elaboration by most students, indicating that the methodology contributed to learning. It was also observed that the classroom became a more relaxed and pleasant environment, with a certain effort in the search for a solution to the proposed problems.

**Keywords:** Socio-historical theory; Active approaches; *Peer Instruction*.

## 1. Introdução

Este trabalho relata uma proposta aplicada em condições reais de ensino-aprendizagem em que é realizada uma investigação da aprendizagem através de abordagens ativas na disciplina de Física, com alunos do terceiro ano do curso técnico de Agropecuária, turma 3C, do Instituto Federal Catarinense – *Campus* Concórdia. Esta atividade faz parte de um dos requisitos do componente obrigatório à obtenção do título de licenciado em Física, o estágio curricular obrigatório para a formação docente. Este requisito, a oficina didática, utilizou o método chamado *Peer Instruction* (instrução por pares) para o ensino de conceitos associados ao tema Eletromagnetismo.

De maneira geral, o objetivo deste trabalho foi proporcionar um ambiente interativo favorável ao ensino de Física e a aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo. Do ponto de vista de metodologias diferenciadas ou metodologias ativas, promover uma discussão entre os alunos enriquecida por suas diferentes características históricas e culturais.

Como norte às ações da oficina didática, este trabalho adotou os seguintes objetivos secundários:

- Proporcionar interatividade entre os estudantes durante a instrução dos conceitos físicos;
- Apropriar-se da metodologia de ensino, *Peer Instruction*, e dos recursos computacionais para a aplicação da mesma;
- Tornar o ensino da disciplina de Física mais agradável num ambiente em que os estudantes construam, através da interação social, seu conhecimento;
- Permitir a discussão e reflexão de conceitos físicos entre os discentes ou pares da turma 3C (público-alvo).

O método *Peer Instruction* se destaca pelo envolvimento ativo dos alunos na construção de seu conhecimento via interação social com seus pares. Neste sentido, os testes conceituais aplicados têm um papel importante, pois a partir deles, há discussão e reflexão no ambiente da sala de aula. Aliás, com o método utilizado neste ambiente escolar, a rotina foge das aulas tradicionais de Física que, em geral, utilizam um número elevado de exercícios com a resolução matemática dos mesmos sem que haja reflexão e discussão dos conceitos físicos. O *feedback* entre professor e alunos, com o método *Peer Instruction*, destaca-se para a percepção, por parte do professor, se os conceitos físicos estão sendo aprendidos pelos estudantes (CROUCH, *et al*, 2007).

O trabalho realizado nessa atividade incluiu dois encontros, cada um com 2 horas-aula (oficina didática). Estes dois encontros foram desenvolvidos em momentos diferentes, e em ambos se utilizou do método *Peer Instruction*, focando nos testes conceituais e em atividades de identificação dos conceitos físicos. Com essa metodologia, procuramos entender como os alunos reagem a uma nova sistemática de ensino e através dos dados coletados, produzir gráficos que possam também ser interpretados de maneira quantitativa, que reforça o caráter científico desse trabalho.

Os gráficos são importantes para analisar, por exemplo, o número de alunos que erraram uma questão em um primeiro momento, mas foram convencidos por seus colegas a mudarem sua opinião e escolherem a alternativa correta. Mostram o percentual de alunos que agem da mesma maneira no decorrer das atividades e relaciona esse percentual com as teorias apresentadas.

Este trabalho justifica-se, pela premente necessidade de fornecer ao futuro educador (professor de Física), instrumentos que auxiliem o trabalho docente com turmas do ensino básico.

Uma formação que contemple diversos métodos de trabalho, principalmente em disciplina que contenham um cabedal conceitual considerado complexo por muitos, contribuindo para uma visão contextual da disciplina de Física.

As abordagens ativas permitem aos estudantes maior liberdade de ação e locomoção em sala de aula. Tal novidade provoca, para alguns observadores desavisados não conhecedores do método, certa agitação no ambiente de aula. Portanto, este artigo através dos dados levantados procura responder: *O método Peer Instruction, aliado a uma teoria educacional construtivista que incentiva a interação entre indivíduos, contribui para um ambiente que favoreça a aprendizagem conceitual de alguns elementos do Eletromagnetismo?*

Para embasar teoricamente este artigo, optou-se pela teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky (1896 – 1934), por estar em harmonia com o método *Peer Instruction* em que a interatividade entre os indivíduos é parte fundamental para que haja aprendizagem.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, por entender-se ser a melhor forma para atender o problema e objetivos estipulados neste trabalho, mesmo que se demonstre dados quantitativos no escopo do mesmo. A organização de instrumentos de coleta de dados permite a sua validade interna (FREITAS, 2010).

Este artigo está dividido em quatro seções. Na segunda seção é realizada uma explanação sobre a origem do método *Peer Instruction* e seu criador – Erik Mazur, além do referencial teórico sociointeracionista de Lev Vygotsky. Na terceira seção é realizada uma análise crítica do método aplicado e os resultados obtidos pelos alunos em sala de aula. E, por último, são feitas as considerações finais.

## 2. Fundamentação Teórica

A revisão da literatura aqui apresentada contempla trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais, sejam eles sobre o uso das metodologias, como é caso dos trabalhos publicados pelo próprio professor neerlandês Eric Mazur, ou de caráter teórico, como os trabalhos de Lev Semeanovich Vygotsky, psicólogo e teórico russo de questões relacionadas ao desenvolvimento cognitivo (aprendizagem). Também foram analisadas entrevistas e vídeos onde o *Peer Instruction* é apresentado, sempre levando em consideração a relevância de seus argumentos para a nossa abordagem.

### 2.1. Eric Mazur e o *Peer Instruction*

Em uma de suas entrevistas, o professor Eric Mazur (professor do departamento de Física da Universidade de Harvard nos EUA) fala sobre o fato de seus alunos terem resultados bons em testes quantitativos, ou seja, tinham bom desempenho em resolver equações, mas quando eram submetidos a testes de caráter conceitual, acabavam tendo problemas (PEER Instruction for Active Learning - Eric Mazur, 2014).

O professor Mazur fala sobre uma pesquisa de que leu a qual dizia que alunos resolviam facilmente *textbook problems* (problemas de livro didático), mas tinham sérias dificuldades com os *word problems* (problemas baseados em palavras, em interpretação). Mas como ele mesmo disse, algo devia estar errado com os testes, porque seus alunos eram alunos de Harvard. Abaixo está transcrito uma parte da entrevista, na qual o professor Eric Mazur afirma o seguinte:

[...] deve haver algo errado com este teste, e eu fiz mais algumas pesquisas no segundo semestre, quando você começa o Eletromagnetismo. Eu comparei o desempenho dos alunos sobre os *word based problems* com os *textbook problems* e eu descobri que eles poderiam fazer os *textbook problems*, mas eles não podiam responder a um simples *word based*

*problem* (PEER Instruction for Active Learning - Eric Mazur, 2014) (tradução nossa).

Parece que a Universidade de Harvard mesmo sendo tão seletiva e dispondo dos melhores profissionais, também enfrentava problemas com o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos, principalmente conceitos físicos, por parte dos alunos. Aparentemente, o professor não podia entender o que estava acontecendo e muito menos sabia o que fazer para amenizar a situação. Uma medida podia ser tomada, o que aqui também temos a intenção de pesquisar. Em outro trecho da entrevista o professor diz algo interessante que de certa forma fundamenta este trabalho: “Mas eu sou um cientista! Então, uma coisa que aprendi é que você não faz apenas declarações. Se você faz uma declaração é melhor mostrar dados” (MAZUR, 2014) (tradução nossa).

A metodologia *Peer Instruction* tem como elemento central o protagonismo do aluno. Isto quer dizer que, por meio da metodologia, é requerido ao aluno que aplique os conceitos básicos que lhe são apresentados e, posteriormente, explique aos colegas estes conceitos. A metodologia foi desenvolvida para ser aplicada em classes com um grande número de alunos, todavia são verificados bons resultados também em aplicações em pequenos grupos, envolvendo todos os alunos (CROUCH e MAZUR, 2001).

Nas aulas que tem como base a metodologia *Peer Instruction* o professor expõe de maneira clara e objetiva alguns conceitos e, posteriormente, apresenta para os alunos uma questão objetiva referente ao conceito estudado. Os alunos respondem à questão por meio de um sistema de votação e caso haja uma baixa taxa de acerto (inferior a 70%, sugerida pela metodologia), os alunos são divididos em grupos de 2 a 5 pessoas e, de maneira preferencial, que tenham escolhido respostas diferentes. A partir desses grupos, os alunos discutem a questão e tentam convencer uns aos outros de suas respostas. Após algum tempo, o professor abre o processo de votação para a mesma questão mais uma vez e, posteriormente, a explica para a turma (ARAUJO; MAZUR, 2013). Este processo de votação pode ser feito por meio de *flashcards*, *clickers* ou aplicativos *mobile*.

Basicamente, as aulas ministradas no formato do *Peer Instruction* propõem testes conceituais para serem resolvidos pelos alunos, com respostas em múltipla escolha. Antes de propor cada teste, o professor faz um *feedback* do(s) conceito(s) que está (estão) envolvido (s) na resolução do problema. A partir disso, os alunos têm um tempo para responder aos testes de maneira individual e depois um outro momento para respondê-los após ter discutido com os colegas (pares).

De acordo com Crouch *et al* (2007), os testes conceituais são importantes para verificar se os alunos realmente aprenderam os conceitos físicos trabalhados em sala de aula, diferente do aprendizado que acontece em aulas comuns (*lectures*), com equações e resolução de problemas. Os testes conceituais são aqueles onde são exploradas questões que exijam compreensão das grandezas físicas envolvidas em um problema, deixando o formalismo matemático em segundo plano.

## **2.2 Um pouco da psicologia de Vygotsky aplicada ao *Peer Instruction***

Em seus trabalhos, o teórico russo Lev Vygotsky (1896 - 1934) fala sobre questões que fundamentam os processos de aquisição do conhecimento por parte de jovens, na maioria das vezes crianças. Em uma de suas teorias, conhecida como Sociointeracionista ou Sócio Histórica, não que ele mesmo tenha a denominado assim, mas pesquisadores em geral chegaram em consenso de denominá-la dessa maneira, Vygotsky discorre sobre a importância e a influência de interações entre os sujeitos em processos de aquisição de linguagem e da aquisição de conhecimento (VYGOTSKY, 1991).

VYGOTSKY *apud* NEVES e DAMIANI (2006) não nega que exista diferença entre os indivíduos, que uns estejam mais predispostos a algumas atividades do que outros, em razão do fator físico ou genético. E esse é um fator que é possível observar nas salas de aula, ao contrário do senso comum que muitos professores acabam demonstrando que se os indivíduos são submetidos a um mesmo conteúdo e a uma mesma abordagem, eles “têm” que apresentar os mesmos resultados.

Na sua teoria, Vygotsky refuta essa crença. A ideia de Vygotsky, nesse caso, seria a de promover a interação entre os indivíduos (MOREIRA, 2011). É importante dizer, nesse momento, que talvez Vygotsky não tenha produzido tais conhecimentos para serem aplicados diretamente na proposta apresentada por este trabalho, pois a teoria Sócio Histórica não necessariamente fala sobre assuntos relacionados à aprendizagem de ciência, resolução de problemas, muito menos aulas tradicionais ou *Peer Instruction*. Porém, sua teoria busca entender a aprendizagem, ou melhor, como o indivíduo, por meio da aprendizagem, se desenvolve. Dessa maneira, objetivamos absorver alguns de seus conceitos e tentar relacioná-los, principalmente no que diz respeito aos processos onde a interação e a colaboração entre os indivíduos é valorizada.

Dessa forma, o que é proposto pelo método do *Peer Instruction* parece estar bastante relacionado com o que propõe Vygotsky. Um outro conceito interessante sobre o qual é necessário mencionar, é o dos *Concept Tests* (testes conceituais), propostos pelo *Peer Instruction*. Os *Concept Tests* são o meio pelo qual essa metodologia objetiva causar a discussão entre os alunos. A elaboração de um *Concept Test* exige cuidado, para que o teste não venha se mostrar muito trivial quanto à sua resolução e nem cause um desconforto muito grande entre os alunos, de modo que o achem praticamente impossível de se resolver ou discutir.

A respeito da importância dos *Concept Tests* e de como estes devem ser construídos, CROUCH *et al* (2007), destacam:

*ConceptTests* apropriados são essenciais para o sucesso. Eles devem ser projetados para expor as dificuldades dos alunos com o material e para dar aos alunos a oportunidade de explorar conceitos importantes; eles não devem principalmente testar inteligência ou memória. Por essa razão, escolhas de respostas incorretas devem ser plausíveis e, quando possível, baseadas em mal-entendidos típicos dos alunos (CROUCH, Catherine H. *et al*, 2007) (tradução nossa).

Nesse sentido, o objetivo não é apenas testar o conhecimento dos alunos ou a capacidade de memorizar conceitos. O sucesso em uma atividade desse tipo está também relacionado em observar que após discutirem suas respostas, possa, na maioria dos casos, haver uma convergência para a resposta correta.

### 2.3 Instrumentos e Signos segundo Vygotsky

No trabalho de Vygotsky, podemos encontrar ainda outros conceitos que são bastante peculiares a nossa proposta. Dentre estes estão os conceitos de signos e instrumentos. Basicamente, Vygotsky afirma que o signo é algo que tem significado, que pode ser usado para generalizar uma situação e os instrumentos seriam estratégias para conseguir alcançar ou interiorizar esse signo e, dependendo da situação, um signo, algo significativo, que já foi apropriado pode ser considerado também um instrumento (MOREIRA, 2011).

Dessa maneira, podemos dizer que no caso de uma aula, um signo seria um conceito científico o qual se quer alcançar a compreensão. Muitos instrumentos podem ser usados para, através de sua manipulação, se tornarem signos e consolidarem conceitos científicos. Acreditamos que, uma vez apropriado, um signo, ou um conceito científico, este será muito útil na resolução de problemas e interpretação de situações que exigem do aluno respeitar certas leis, teoremas, conceitos.



Para Miranda (2010), os signos têm natureza psicológica e funcionam como mediadores no processo de desenvolvimento de tarefas, pois, através deles, as pessoas são capazes de generalizar situações, organizar uma estratégia para resolver um problema. Assim, acreditamos que, se de alguma maneira, através do uso de instrumentos e signos, os alunos conseguirem organizar seu pensamento de maneira a generalizar situações-problema a partir de um conceito fundamental, a prática docente se tornará mais eficaz e os alunos terão sim, um desenvolvimento cognitivo mais apurado.

### 3. Descrição da oficina didática com a utilização do *Peer Instruction*

A oficina didática aconteceu no período regular das aulas em que foram utilizados duas horas/aulas, tendo como tema central alguns conceitos de Eletromagnetismo.

Salientamos que as condições em que o *Peer Instruction* foi concebido originalmente são diferentes das aqui apresentadas. O contexto que apresentamos e analisamos é bem diferente, embora seja adaptável aos exemplos de outros autores que mostraram o sucesso dessa abordagem (ARAUJO; MAZUR, 2013). Os alunos, muitas vezes, mostraram-se apáticos durante a aula, geralmente nervosos e preocupados apenas com as notas, dificultando alcançar os objetivos definidos, comprometendo a eficácia do trabalho.

Com o objetivo de viabilizar essa prática em nossa abordagem, aplicamos uma lista de exercícios que envolvia tanto questões conceituais (*word problems*) quanto numéricas (*textbook problems*), no entanto, o resultado não foi bom.

A dificuldade observada foi que, diferente do que aparece nos trabalhos do professor Eric Mazur, houve grande dificuldade em conseguir que os alunos estudassem em casa. A abordagem apresentada pelo professor difere daquela que usamos em, pelo menos, um ponto: *o conceito de sala de aula invertida*. Teoricamente, usando essa abordagem, os alunos deveriam estudar em casa e vir para a aula tirar dúvidas.

Para tanto, mudamos o planejamento, trabalhando os conceitos em sala de aula, a fim de conseguir viabilizar a oficina com o *Plickers*. O *Plickers* é um aplicativo que possibilita realizar uma aula com testes e usar cartões de resposta para computar os dados ou respostas. Este aplicativo está disponível online – <https://www.plickers.com> – e os *Plickers Cards* podem ser visualizados na Figura 1, abaixo.



**Figura 1.** *Plickers Cards*.

Fonte: *Mobile Intercultural Cooperative Learning* (2021).

No dia da realização dessa oficina didática, devido a limitação da *internet* no local foram aplicados sete testes. Infelizmente, essa é uma limitação imposta ao *Plickers*. A cada teste, os alunos tinham determinado tempo para pensar a respeito da resposta correta e então respondiam. Depois disso, revelava-se o percentual de alunos que haviam respondido a cada alternativa, sem revelar qual alternativa estava correta e novamente pedia-se que os alunos respondessem aos testes, mas, diferente do primeiro momento, dessa vez os alunos podiam conversar entre si e discutir a respeito do que haviam respondido anteriormente e mudarem ou não sua opinião.

A alteração das respostas era desenvolvida totalmente com base na interação entre os próprios alunos, sem intervenção do professor. É importante dizer que, mesmo os resultados finais não alcançando os desejados 70% de acerto, em 6 dos 7 testes as respostas convergiram para a alternativa correta.

Os alunos respondiam aos testes conceituais através de cartões com códigos QR (Figura 1), que eram lidos por um *smartphone* com o aplicativo *Plickers* (Figura 2), e os dados eram computados e carregados para uma página na *internet*, sendo mostrados pelo computador conectado ao projetor multimídia.

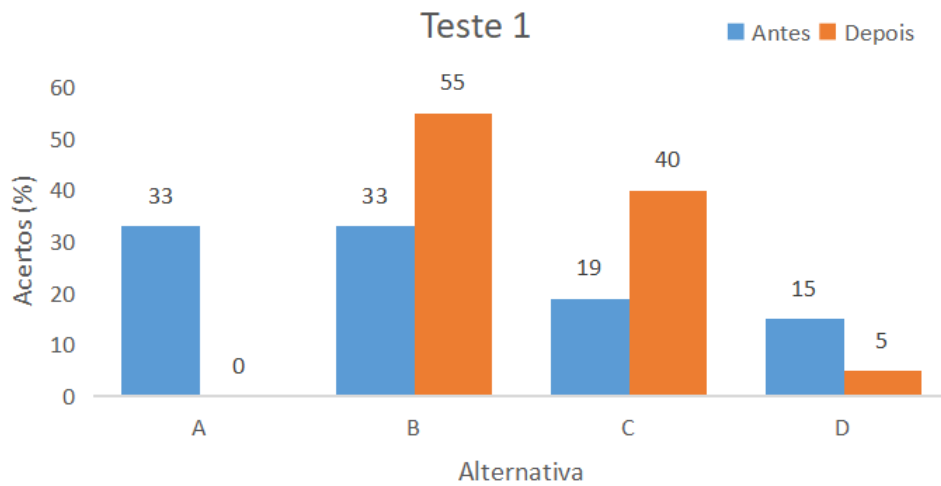


**Figura 2.** Alunos respondem aos testes conceituais usando os cartões de resposta.  
Fonte: O autor (2021).

Uma das vantagens em se utilizar os cartões refere-se ao fato de dificultar a cópia das respostas ao olhar os cartões dos colegas, pois nenhum cartão é igual ao outro, e a alternativa que cada aluno escolhe depende da posição que ele mostra cada cartão. Isso exige que os alunos conversem entre si para, se oferecerem a mesma alternativa, respondam de maneira consciente.

A seguir, mostraremos as respostas obtidas com os testes propostos por meio do aplicativo *Plickers*. Cabe salientar que há duas respostas para a mesma questão, isto é, uma resposta individual -antes- discussão e outra -depois- da discussão no grande grupo (público-alvo). No Apêndice A, pode-se visualizar os gráficos originais gerados pelo programa *Plickers*. Neste caso, os traços abaixo de cada alternativa indicam a proporção de alunos que a responderam. O percentual no canto superior direito de cada figura está relacionado com a resposta correta.

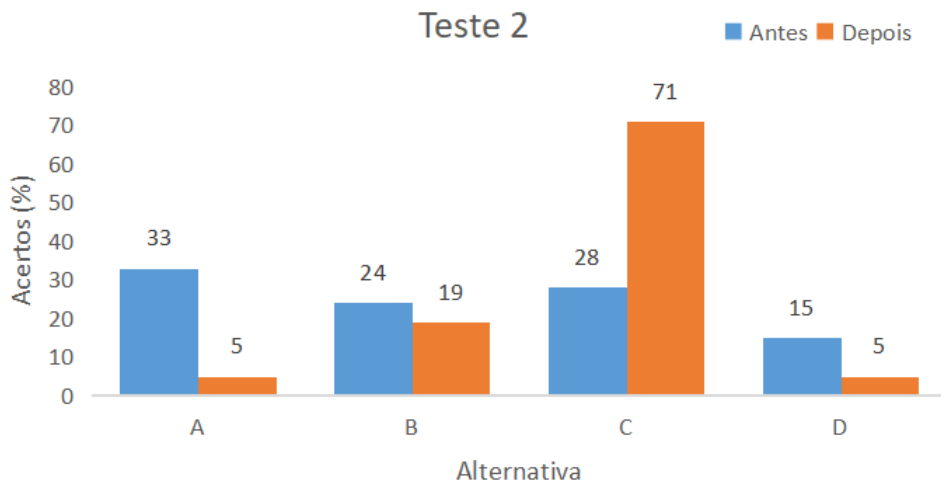
A Figura 3 refere-se ao teste 1 aplicado aos estudantes, relacionando o sentido da corrente elétrica que percorre um fio e o sentido do campo magnético criado. O fio condutor e a direção e sentido do campo magnético foram desenhados no quadro-negro.



**Figura 3.** Resultados do teste 1 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra B.  
Fonte: O autor (2021).

Notamos que, antes da discussão no grande grupo, as respostas fornecidas pelos estudantes foram distribuídas nas quatro alternativas fornecidas para o teste 1 em que 33% acertaram a questão. Com a discussão e reflexão por parte do público-alvo, em que podiam interagir uns com os outros, muitos tentaram convencer seu colega sobre sua resposta fornecida. Percebemos que no final, a resposta da maioria convergiu para a alternativa correta (55%), longe do ideal (70%) mas houve um significativo aumento para a alternativa correta.

A Figura 4 refere-se ao teste 2 aplicado aos estudantes. Ela procura explorar a relação que há entre um fio retilíneo perpendicular ao plano do quadro-negro percorrido por uma corrente elétrica e o sentido do campo magnético gerado. Veja as respostas fornecidas antes e depois da discussão em grupos. O desenho foi colocado no quadro-negro.



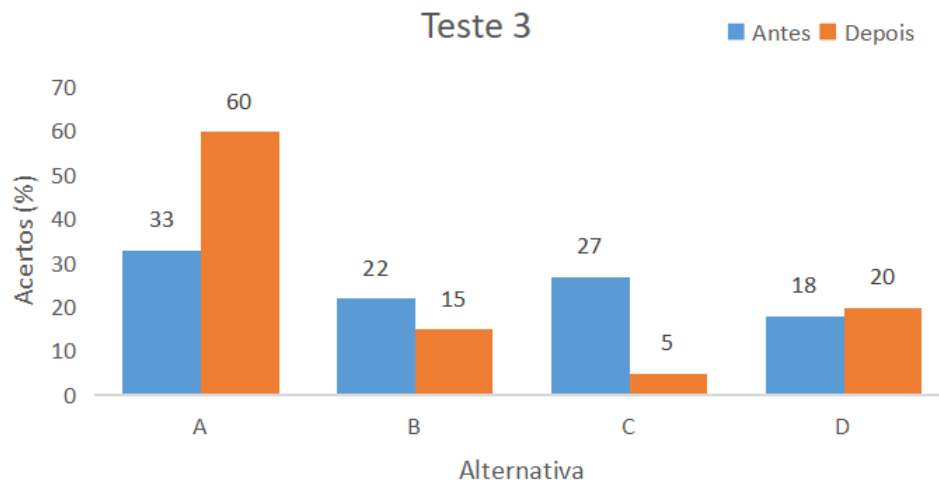
**Figura 4.** Resultados do teste 2 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra C.  
Fonte: O autor (2021).

Também neste teste notamos um equilíbrio nas respostas fornecidas antes da discussão, em que apenas 28% acertaram o teste. No entanto, após a discussão entre os integrantes do público-alvo, 71% acertaram o teste. Neste, portanto, foram atingidas as expectativas de 70% de acerto.

Já no teste 3, temos uma partícula carregada negativamente que penetra num campo magnético uniforme. *Se uma força magnética gerada pelo campo magnético é direcionada para cima dentro do plano, em que direção encontra-se o campo magnético?* Veja na Figura 5 as respostas fornecidas antes e depois da discussão no grande grupo. Também o desenho da questão foi



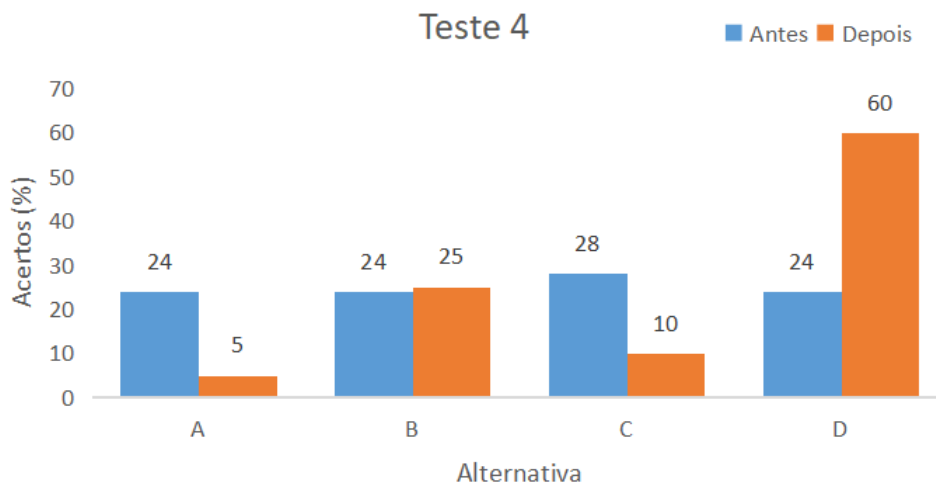
colocado no quadro-negro.



**Figura 5.** Resultados do teste 3 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra A.  
Fonte: O autor (2021).

Notamos novamente uma distribuição das respostas nas quatro alternativas fornecidas para o teste 3 em que 33% assinalaram a resposta correta A. Após a retomada com a discussão no grande grupo, 60% do público-alvo convergiu para a resposta correta com um aumento de 27% na alternativa correta. Também foi considerado satisfatório o resultado desta questão.

A Figura 6 nos apresenta o teste 4. O resultado deste teste foi considerado surpreendente e merece uma análise mais cuidadosa. O teste 4 tratava sobre linhas de indução magnética geradas por um ímã.



**Figura 6.** Resultados do teste 4 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra D.  
Fonte: O autor (2021).

Note que antes da discussão 24% assinalaram a alternativa A (correta na visão do professor, vide Apêndice A). Após a discussão no grande grupo, apenas 5% assinalaram a alternativa correta. O que aconteceu? Os alunos “desaprenderam”?

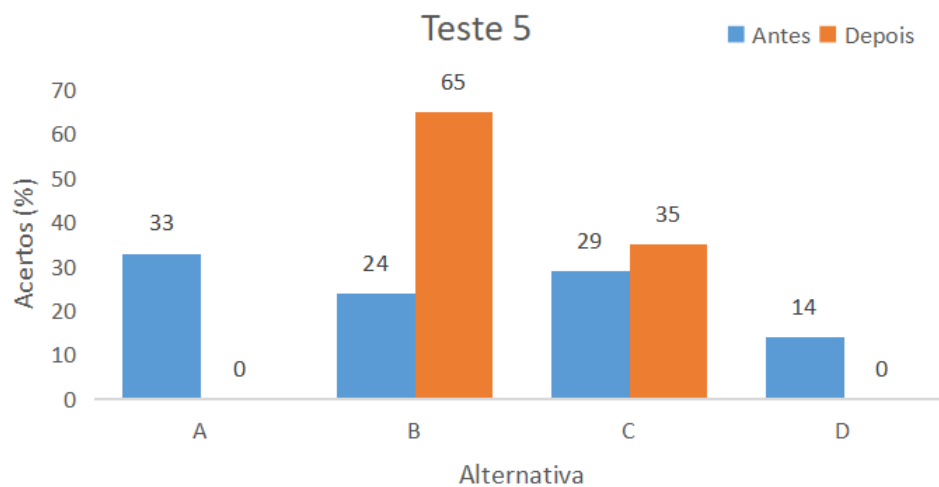
Houve um equívoco no momento da construção da questão por parte do docente (professor). No teste 4 a opção correta é a letra D, mas o aplicativo mostrava letra A. Porém, percebemos que os

alunos ainda mantiveram uma melhora na escolha das opções corretas, aumentando a porcentagem optante pela letra D após a discussão por pares.

A sustentação da resposta correta ocorreu quando a questão foi aberta para discussão por pares e um dos colegas levantou o argumento de que as linhas de campo deveriam continuar na mesma direção que a imagem sugeria, ou seja, subiam e, na ausência de opiniões contrárias, este argumento predominou e provocou essa conversão para a alternativa “D”.

Essa foi uma dificuldade de trabalhar com essa metodologia pois, se ocorre um erro do professor, e não deixarmos claro que, de alguma maneira os alunos chegaram a um comum acordo correto, se os argumentos errados forem mais convincentes, os resultados serão os piores.

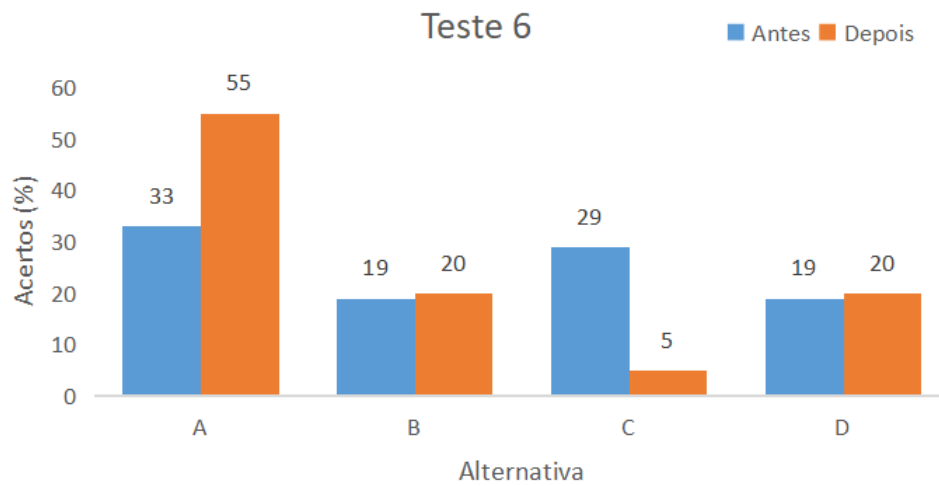
Agora vamos observar a Figura 7 com os resultados das respostas obtidas antes e depois da discussão em grupo.



**Figura 7.** Resultados do teste 5 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra B.  
Fonte: O autor (2021).

Podemos notar que antes da discussão em grupo, 24% das respostas foram assinaladas na alternativa correta B. Mas, com a discussão entre os pares e a análise da questão, os estudantes reformularam suas respostas. O resultado é que 65% do público-alvo acertou o teste. O resultado foi considerado satisfatório apesar de estar abaixo dos 70% estipulado como parâmetro de aprendizagem.

Na Figura 8 mostramos as respostas fornecidas ao teste 6, que tratava de dois fios longos e paralelos percorridos por correntes elétricas de sentidos contrários. A intenção foi relacionar a ocorrência da atração ou repulsão entre os fios conforme os sentidos das correntes, evidenciando que polos iguais (mesmo sentido no plano) se repelem e polos opostos (sentidos contrários no plano) se atraem.



**Figura 8.** Resultados do teste 6 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra B.  
Fonte: O autor (2021).

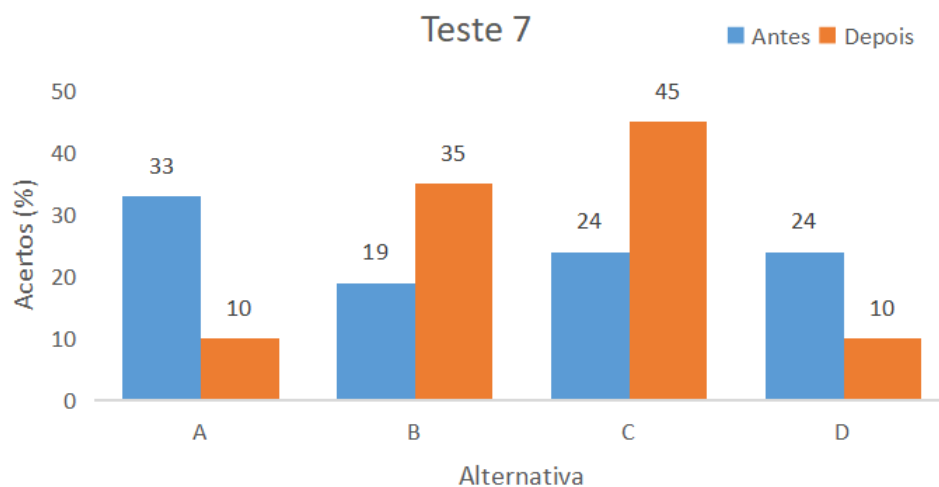
Especificamente, este foi o teste com o menor desempenho e foi tema de uma discussão posterior e explicação por parte do professor. Num primeiro momento, havia um equilíbrio entre as alternativas.

Caso o leitor não tenha percebido, a elaboração desse teste constituiu em um segundo erro do professor, conforme Apêndice A. Esse tipo de atividade nos mostra que os testes conceituais nos proporcionam a oportunidade de se desculpar com os alunos e acabar com a ideia de que o professor é o detentor pleno do saber e isento de erros. O equívoco no momento da construção da questão por parte do docente no teste 6 refere-se à opção correta letra B, mas o aplicativo mostrava letra A.

Tivemos 33% da turma respondendo a alternativa erroneamente colocada como correta A, que os fios se atraem. Com a discussão em grupo, a convergência para resposta passou de 33% para 55%, um acréscimo de 22% à resposta errada.

Acreditamos que este aumento no percentual errôneo ocorreu por relacionarem os sentidos opostos das correntes elétricas com os polos opostos magnéticos.

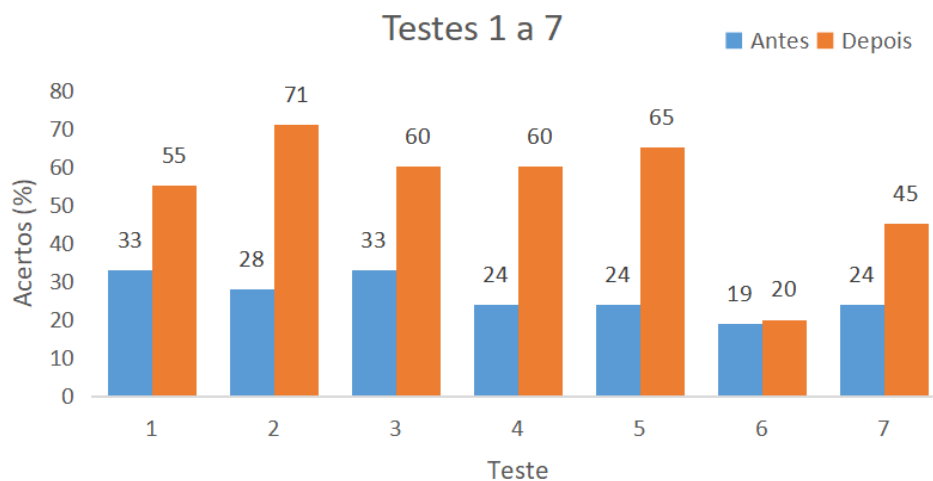
Por fim, a Figura 9 traz o resultado do teste 7, que procura trabalhar as variáveis necessárias para causar a indução magnética em uma espira.



**Figura 9.** Resultados do teste 7 antes e após a discussão no grande grupo. Resposta correta: letra C.  
Fonte: O autor (2021).

Observamos que no primeiro momento, sem discussão entre os pares, apenas 24% assinalaram a alternativa correta. Também observa-se um equilíbrio nas respostas fornecidas pelo público-alvo. No entanto, após a discussão entre pares, subiu para 45% de acerto na alternativa correta. Apesar de estar abaixo do indicado (70% de acerto) houve significativa melhora nas respostas fornecidas.

Fica evidente a influência do *Peer Instruction* na reformulação das respostas discentes. Com isso não podemos dizer que os alunos aprenderam os conceitos desejados, mas ao menos perceberam que estavam equivocados em algumas das suas respostas. O mais preocupante foi perceber que a aula ministrada antes das aplicações dos testes não promoveu o aprendizado da maioria dos estudantes, fato constatado no baixo percentual de acerto das questões antes da discussão por pares. Um resumo de todos os testes antes e depois das discussões no grande grupo está na Figura 10.



**Figura 10.** Compilado das respostas corretas dos 7 testes antes e depois das discussões no grande grupo.  
Fonte: O autor (2021).

#### 4. Considerações Finais

A aplicação de metodologias ativas, como o *Peer Instruction*, na oficina didática teve um papel formativo na carreira do futuro docente. Dessa forma, constitui-se numa etapa de aprendizado, pois permitiu empregar na prática o conhecimento adquirido durante a graduação.

Essa experiência nos permitiu criar um ambiente de ensino do eletromagnetismo levando em consideração os conhecimentos de natureza histórico-cultural dos alunos, quais suas dificuldades e diferenças na maneira de pensar. Nos proporcionou usar metodologias diferentes para abordar o problema do Ensino de Física e analisar a respeito de suas potencialidades e dificuldades.

Com relação ao referencial teórico adotado para nortear o trabalho docente, mostrou-se adequado com a proposta metodológica. Isso ficou evidenciado pela interatividade entre os pares do público-alvo. Segundo Vygotsky (1991), a interação social é um dos meios para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Isto ficou perceptível durante a aplicação da atividade descrita no escopo deste trabalho.

Como possível resposta à questão levantada: *O método Peer Instruction, aliado a uma teoria educacional construtivista que incentiva a interação entre indivíduos, contribui para um ambiente que favoreça a aprendizagem conceitual de alguns conceitos do Eletromagnetismo?* Os

resultados observados com a interação entre os pares, de seis das sete questões, sugerem que houve considerável reelaboração das respostas pelos alunos, sugerindo que a metodologia empregada pode ter contribuído para o aprendizado de parte do público-alvo. Observou-se ainda que a sala de aula se tornou um ambiente mais descontraído e prazeroso com um certo empenho na busca da solução dos problemas propostos.

No entanto, sentimos a necessidade da criação de uma dinâmica em sala de aula que permita a conversa entre diferentes metodologias, que proporcionem maior integração entre os alunos, que eles possam se sentir envolvidos e que consigam vislumbrar uma liberdade no sentido do trabalho coletivo.

Cabe salientar ainda a dificuldade em conseguir com que os alunos estudassem em casa. O conceito de sala de aula invertida traz a premissa de que eles deveriam estudar e vir para a aula simplesmente para tirar dúvidas, fato este não alcançado nesse trabalho.

Como sugestão para trabalhos futuros, propomos um número maior de questões ou testes conceituais (*word problems*) em um tempo adequado para a sua aplicação, permeada por uma metodologia mista, evitando o cansaço e o desânimo discentes acarretados pela mesmice docente. Também é salutar se aprofundar na questão de como ocorreu a troca de ideias entre os alunos, de forma a compreender melhor o processo de evolução das ideias individualmente.

## REFERÊNCIAS

Araujo, I. S., & Mazur, E. (2013). Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno brasileiro de ensino de física*. 30(2), 362-384.

Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., & Mazur, E. (2007). Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. *Research-based reform of university physics*. 1(1), 40-95.

Crouch, C., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*. 69

Freitas, W. R. D. S., & Jabbour, C. J. C. (2010). *O Estudo de Caso(s) como Estratégia de Pesquisa Qualitativa: fundamentos, roteiros de aplicação e pressupostos de excelência*. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos: 2010.

Mazur, E. (2014). Peer Instruction for Active Learning . *Cambridge: Serious Science*. Acesso em: 10 abr., 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofI>

MICOOL. Plickers – Assessment for Learning. Acesso em: 19 nov., 2018, <https://micool.org/updates/blog/2016/05/18/plickers-assessment-for-learning/>.

Miranda, M. I. (2010). Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. *Ensino em Re-vista*. 3(1), 7-28.

Neves, R. D. A., & Damiani, M. F. (2006). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *UNIrevista*. 1(2), 1-10.

Vigotsky, L. S. et al. (1991). *Psicologia e Pedagogia I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. 2. ed. Lisboa: Estampa.



## APÊNDICE A

## Teste 1

33%

Uma corrente percorre um fio de tal forma que gera um campo magnético. O campo magnético está no sentido horário no plano do quadro. Qual é a direção da corrente?

- A Mais informações são necessárias para resolver.
- B Entrando na tela.
- C No sentido anti-horário.
- D Saindo da tela.

55%

Uma corrente percorre um fio de tal forma que gera um campo magnético. O campo magnético está no sentido horário no plano do quadro. Qual é a direção da corrente?

- A Mais informações são necessárias para resolver.
- B Entrando na tela.
- C No sentido anti-horário.
- D Saindo da tela.

## Teste 2

29%

Um fio reto leva uma corrente diretamente para dentro do quadro. Em que direção seria o campo magnético?

- A Direita para esquerda.
- B Esquerda para direita.
- C Sentido horário.
- D Sentido anti-horário.

71%

Um fio reto leva uma corrente diretamente para dentro do quadro. Em que direção seria o campo magnético?

- A Direita para esquerda.
- B Esquerda para direita.
- C Sentido horário.
- D Sentido anti-horário.

## Teste 3

33%

Uma partícula carregada negativamente está se movendo para a direita ao longo de um plano vertical. Se a força gerada por um campo magnético constante é direcionada para cima dentro do plano, em que direção é o campo magnético?

- A Saindo do plano, em direção ao observador.
- B Para baixo dentro do plano.
- C Saindo do plano, longe do observador.
- D Para cima dentro do plano.

60%

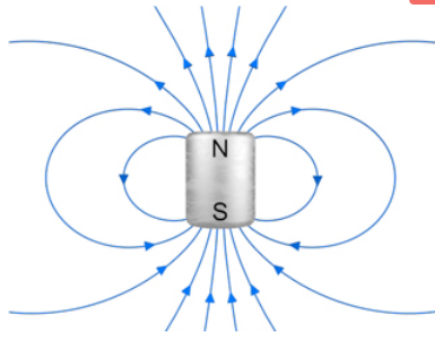
Uma partícula carregada negativamente está se movendo para a direita ao longo de um plano vertical. Se a força gerada por um campo magnético constante é direcionada para cima dentro do plano, em que direção é o campo magnético?

- A Saindo do plano, em direção ao observador.
- B Para baixo dentro do plano.
- C Saindo do plano, longe do observador.
- D Para cima dentro do plano.

## Teste 4

A imagem mostra as linhas de campo fora de um ímã permanente. As linhas de campo dentro do ímã:

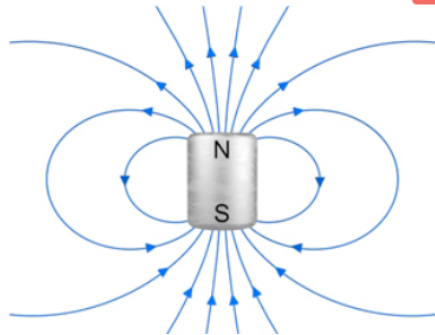
24%



- A** Descem.
- B** Não existem, pois o campo é zero.
- C** Vão da esquerda pra direita.
- D** Sobem.

A imagem mostra as linhas de campo fora de um ímã permanente. As linhas de campo dentro do ímã:

5%



- A** Descem.
- B** Não existem, pois o campo é zero.
- C** Vão da esquerda pra direita.
- D** Sobem.

## Teste 5

24%

Um fio reto leva uma corrente diretamente para fora do quadro. Em que direção seria o campo magnético?

- A Saindo da tela.
- B Sentido anti-horário.
- C Sentido horário.
- D Entrando na tela.

65%

Um fio reto leva uma corrente diretamente para fora do quadro. Em que direção seria o campo magnético?

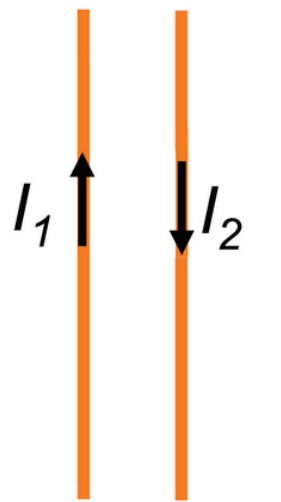
- A Saindo da tela.
  - B Sentido anti-horário.
  - C Sentido horário.
  - D Entrando na tela.
-



## Teste 6

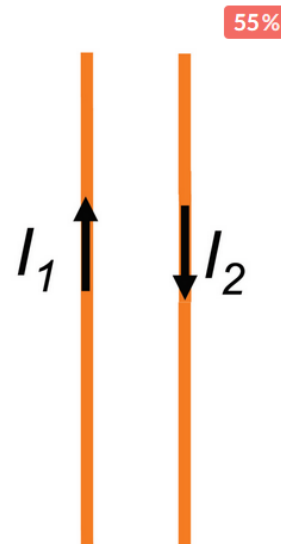
Considere dois fios paralelos percorridos por correntes. Com as correntes em sentido oposto, os fios:

- A Se atraem.
- B Se repelem.
- C Se movem em outras direções.
- D Não se movem (a força resultante é zero).



Considere dois fios paralelos percorridos por correntes. Com as correntes em sentido oposto, os fios:

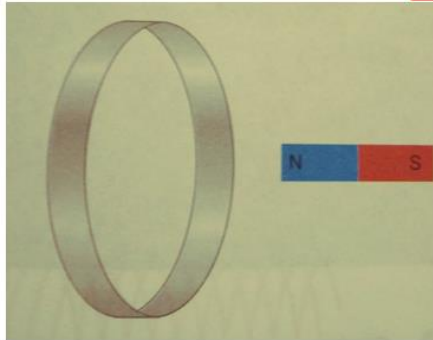
- A Se atraem.
- B Se repelem.
- C Se movem em outras direções.
- D Não se movem (a força resultante é zero).



## Teste 7

A figura representa uma espira e um ímã próximos. Das situações descritas abaixo, a que não corresponde a uma indução de corrente na espira é:

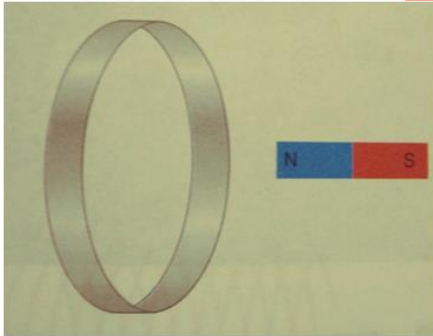
24%



- A A espira se move para cima e o ímã para baixo.
- B A espira e o ímã se afastam.
- C Ambos se movem para a direita com a mesma velocidade.
- D A espira e o ímã se aproximam.

A figura representa uma espira e um ímã próximos. Das situações descritas abaixo, a que não corresponde a uma indução de corrente na espira é:

45%



- A A espira se move para cima e o ímã para baixo.
- B A espira e o ímã se afastam.
- C Ambos se movem para a direita com a mesma velocidade.
- D A espira e o ímã se aproximam.