

Discussões entre estudantes durante a resolução de questões de física e confiança na resposta escolhida

Discussions among students that solve questions of physics and confidence in their own answers

Helder F. Paula ^{1*}, Cecília Simam Salema ²

¹ Professor de Física do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais.

² Graduanda em Licenciatura em Física. Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas da UFMG.

*E-mail: helder100@gmail.com

Recibido el 30 de diciembre de 2023 | Aceptado el 29 de abril de 2024

Resumo

Neste trabalho nós apresentamos os resultados de uma pesquisa na qual nós investigamos a utilização de um método de ensino e aprendizagem conhecido como *Peer Instruction* (PI). O contexto da pesquisa é um curso de introdução à Física oferecido em uma escola de ensino profissionalizante de nível médio. O PI é um método no qual os estudantes são estimulados a explicar sua compreensão dos conteúdos aos seus colegas e podem ser confrontados com a compreensão de seus pares. Nossa questão de pesquisa era: as discussões entre estudantes aumentam o número de estudantes que escolhem a resposta certa e afetam o nível de confiança desses sujeitos em suas respostas? Os dados que obtivemos mostram um aumento bastante expressivo no número de respostas certas e um efeito muito significativo das discussões entre pares sobre a confiança dos estudantes em suas respostas.

Palavras-chave: *Peer instruction*; Educação em ciências; Ensino de Física; Ensino e aprendizagem entre estudantes.

Abstract

In this paper we present the results of a research in which we investigate the use of a teaching and learning method known as *Peer Instruction* (PI). The context of the research was an introduction course to physics. PI is a method in which students are encouraged to explain their understanding about conceptual issues to their colleagues and can be confronted with the understanding of their peers. Our research problem was: do student discussions increase the number of students who choose the right answer and affect the confidence level of these people in their answers? The data we obtained show a remarkable increase in the number of right answers and a very significant effect of peer instruction on students' confidence in their answers.

Keywords: *Peer Instruction*; Science Education; Physics teaching; Teaching and learning among students.

I. INTRODUÇÃO

A resolução de questões é uma atividade muito frequente nas salas de aula de matemática, física e química. Essa prática começa na Educação Básica e se estende aos cursos de graduação. Assim, rotineiramente, estudantes dessas três disciplinas respondem a questões apresentadas pelo professor em sala de aula ou se dedicam à realização de listas de exercícios como tarefas para casa. Os resultados para a aprendizagem de toda essa “exercitação” são avaliados por professores e estudantes em provas e testes que, geralmente, são constituídos por questões similares àquelas “exercitadas”.

Para os estudantes, a avaliação da aprendizagem também acontece quando eles acessam o gabarito dos exercícios e verificam se acertaram as respostas. Quando o acerto acontece, a confiança dos estudantes na sua compreensão da matéria aumenta. Quando descobrem que escolheram respostas erradas, essa confiança diminui e surge o sinal de alerta: “não estou entendendo a matéria”.

Dentre as questões que compõem as listas de exercícios há aquelas cujas respostas podem ser construídas mediante o resgate de informações retidas na memória e também há outras em que as respostas são obtidas a partir de um uso “mecânico” de algoritmos. Há, todavia, questões que demandam a interpretação de situações e o estabelecimento de relações mediadas por conceitos estruturantes de uma dada disciplina. São essas “questões conceituais” que melhor permitem a professores e estudantes avaliarem o nível de compreensão discente dos temas tratados na disciplina.

Um dos métodos de ensino e aprendizagem baseados na resolução de questões conceituais é o *Peer Instruction*. No Brasil, esse método é também conhecido como “Instrução pelos colegas” (Araújo & Mazur, 2013). O método cria oportunidades para os estudantes ensinarem seus colegas e aprenderem com eles durante a resolução de questões conceituais. Assim, o método proporciona o que podemos chamar de “ensino e aprendizagem entre pares”, que é uma tradução não literal da expressão *Peer Instruction* (PI).

As etapas ou fases do PI são as seguintes. Em uma primeira fase, os estudantes leem e respondem individualmente uma questão conceitual. O professor analisa a distribuição dessas primeiras respostas e decide se vai pedir aos estudantes que apresentem justificativas para sua escolha de resposta diante dos seus colegas. Essa discussão, quando ocorre, é considerada a segunda fase de uma sessão de PI. Na terceira fase, o professor convida os estudantes a responderem a mesma questão por uma segunda vez para dar a eles a oportunidade de manter ou alterar sua primeira resposta. A quarta e última fase de uma sessão de PI acontece quando o professor realiza uma síntese final na qual ele identifica a resposta correta da questão e tece comentários sobre a lógica por trás de cada alternativa incorreta. Essas quatro fases sucessivas do método seguem representadas na figura 1 a seguir.

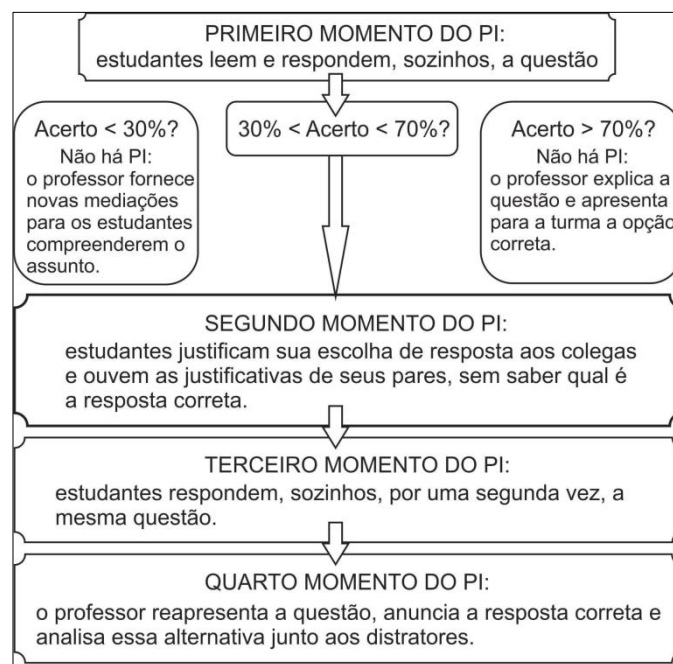


FIGURA 1. Fases do *Peer Instruction*. Fonte: Autor 1 et al. (2023, p. 50)

Crouch e Mazur (2001) recomendam que a discussão entre pares sobre as questões conceituais ocorra apenas quando o índice de estudantes que acertam a questão fica acima de 30% e abaixo de 70%. A pesquisa realizada por esses autores mostrou que as interações entre os estudantes têm mais efeito sobre a aprendizagem quando o índice fica dentro dessa faixa. Quando o índice é inferior a 30%, recomenda-se que o professor retome o assunto para aumentar o nível de compreensão dos estudantes sobre o tema. A discussão entre pares também não deve ocorrer se o índice inicial de acertos na questão for superior a 70% porque, nesta situação, é menos provável que existam opiniões divergentes sobre as opções de resposta dentro dos grupos.

A verificação da eficácia do PI não está restrita à atividade de pesquisa, pois há recursos que permitem aos professores avaliarem as contribuições do método em tempo real, na sua própria sala de aula. A ferramenta que temos

utilizado com este objetivo é a plataforma <https://www.plickers.com>. As operações necessárias ao uso desta plataforma foram descritas em Autor 1 *et al.* (2023). Este trabalho contém links para vídeos tutoriais que mostram todos os recursos da plataforma. Como não há a necessidade de descrever novamente esses recursos aqui, nós faremos, nos parágrafos a seguir, apenas uma apresentação mais geral e sucinta da plataforma.

A plataforma permite a digitação de questões de múltipla escolha com até quatro alternativas de resposta. As questões digitadas podem ser arquivadas em bibliotecas. Ademais, as bibliotecas podem ser organizadas por temas e subtemas, a critério do professor. A plataforma também permite a importação de listas com os nomes de estudantes para a criação de turmas ou a digitação direta de nomes para realização desta operação. A plataforma gera um QR Code exclusivo para cada estudante, cuja aparência é mostrada na figura 2 abaixo.

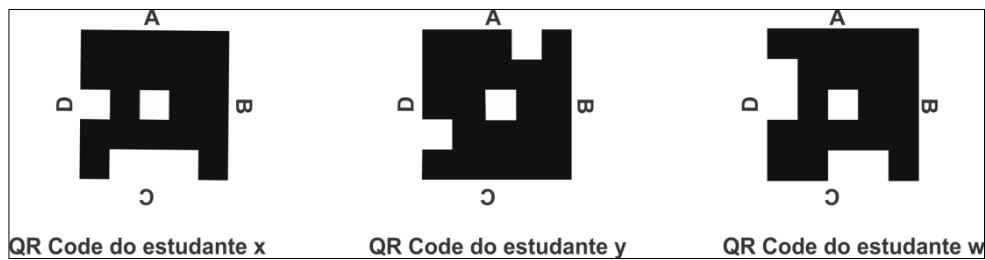


FIGURA 2. Exemplo da aparência de três cartões QR Code personalizados, todos eles orientados com a opção de resposta “a” virada para cima. Fonte: figura elaborada pelos autores.

Um arquivo em pdf com até 40 desses códigos individuais permite que todos os estudantes de uma turma com até 40 alunos possuam seu QR Code personalizado. Os estudantes são orientados a colar a figura com o QR Code na parte interna da capa de um caderno de uso frequente. Cada QR Code exclusivo pode ser orientado de quatro diferentes formas (ver figura 3) e é isso que permite à plataforma registrar a opção de resposta dos estudantes diante de cada questão. A letra que fica na parte de cima do cartão determina a opção de resposta que é registrada na plataforma.

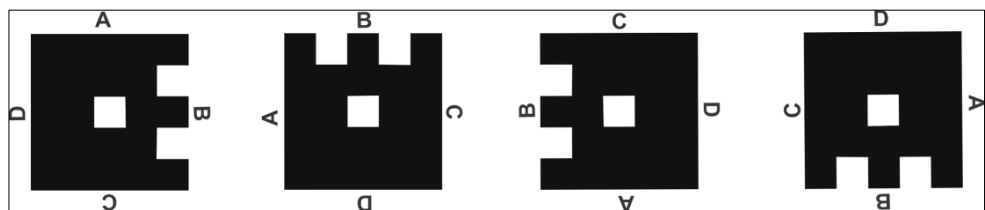


FIGURA 3. Exemplo da aparência de um mesmo cartão QR Code orientado de quatro formas distintas para indicar a opção de resposta. Fonte: figura elaborada pelos autores.

Para projetar as questões em sala de aula, o professor deve abrir o site da plataforma www.plickers.com em um computador ligado a um datashow. O professor também precisa instalar o aplicativo da plataforma no celular. Com o aplicativo aberto no celular, ele pode escolher qual questão será projetada em cada momento. Os estudantes, por sua vez, devem escolher uma opção de resposta e levantar seu cartão pessoal para exibir sua resposta a cada nova questão. A imagem de múltiplos cartões pode ser capturada simultaneamente pela câmera do celular do professor. Quando a captura acontece, o nome dos estudantes que já responderam a questão aparece na projeção. Assim, ao verem seus nomes grifados na projeção, os estudantes sabem que já podem baixar o cartão.

Toda essa operação demora apenas alguns segundos. Quando o professor encerra a captura das respostas, ele visualiza um histograma com a distribuição das respostas na tela do celular. No celular, o professor pode optar por projetar esse histograma para a turma, pode também projetar a opção resposta correta ou, ao contrário, estimular os estudantes a conversarem sobre as opções de resposta sem revelar qual é a resposta correta.

II. REFERENCIAL TEÓRICO E QUESTÃO DE PESQUISA

Em geral, a pergunta de um professor que quer avaliar a eficácia do PI na sua sala de aula é a seguinte: a discussão entre pares aumenta o número de respostas certas na segunda vez que os estudantes enfrentam a mesma questão? Além dessa pergunta intrínseca ao uso do método, nós agregamos uma segunda pergunta na pesquisa apresentada

neste manuscrito: a discussão entre pares afeta o nível de confiança dos estudantes nos raciocínios que eles utilizam para responder às questões?

Com base nessa combinação de perguntas, a questão de pesquisa que orientou o trabalho apresentado neste manuscrito pode ser assim formulada: as discussões entre pares, durante as sessões de PI, aumentam o número de estudantes que escolhem a resposta certa e afetam o nível de confiança desses sujeitos em suas respostas? Para enfrentar essa questão, nós fizemos uma pequena adaptação do método PI solicitando que os estudantes indicassem seu nível de confiança nas respostas, logo depois de terem respondido cada questão. Para obtermos o registro dessa informação, os estudantes foram orientados a usarem seu QR Code individual na hora de responder à seguinte enquete: o quanto você está confiante de que deu a resposta certa? Essa enquete tinha quatro alternativas: (a) nem um pouco confiante; (b) um pouco confiante; (c) tenho quase certeza; (d) tenho certeza.

As hipóteses que nos levaram a formular essa segunda pergunta são as seguintes: 1^o- um estudante que acerta a questão, mas não está muito seguro de sua escolha de resposta, tem menos chance de influenciar as escolhas de seus colegas do que um estudante que acerta a questão e está convicto de sua escolha; 2^o- um estudante que erra a questão convicto de que sua resposta estava certa, tem mais chance de influenciar seus colegas e levá-los a cometer um erro similar ao seu, quando comparado a um estudante que erra a questão, mas não está muito seguro de sua resposta.

A hipótese de que o nível de confiança dos estudantes afeta seu comportamento durante as sessões de PI nos foi apresentada por Brooks e Koretsky (2011). A pesquisa desses autores utilizou autodeclarações de confiança dos estudantes para verificar se o nível de confiança influenciava a participação desses sujeitos nas discussões em grupo, bem como, reflexivamente, se a discussão em grupo afetava o nível de confiança.

Há muitas evidências a favor da eficácia do PI que foram construídas em pesquisas na área de educação e de ensino de física. Assim, por exemplo, Crouch e Mazur (*idem*) realizaram um estudo ao longo de dez anos no qual compararam cursos introdutórios de mecânica newtoniana que implementaram o método PI com cursos que não utilizaram essa metodologia. Por meio da aplicação de um pré-teste e um pós-teste, os pesquisadores identificaram um ganho de aprendizagem duas vezes maior entre os estudantes que utilizaram o PI.

Brooks e Koretsky (*idem*) avaliaram a eficácia do PI por meio das explicações que os estudantes forneciam para suas respostas antes e depois da discussão com os pares. Utilizando como critério de avaliação a complexidade do conteúdo das respostas e sua aproximação com a explicação científica, esses autores descobriram que as discussões em grupo produziam um efeito significativo na melhoria das justificativas.

Kola (2017) afirmou que o diálogo promovido pelo PI permite que os estudantes exponham suas ideias e resolvam seus mal-entendidos. Nessa situação, os estudantes teriam a oportunidade de utilizar os conceitos apreendidos e de assumir responsabilidade sobre seu aprendizado. Campos *et al.* (2021) alegaram que a aprendizagem conceitual realizada por meio das sessões de PI é o resultado de uma atividade de argumentação na qual os estudantes são estimulados a explicar sua compreensão dos conteúdos e podem ser confrontados com a compreensão de seus pares. Tullis e Goldstone (2020) sustentam que a discussão entre pares permite que o estudante adquira novos conhecimentos ou uma melhor avaliação sobre sua compreensão do problema proposto.

Smith *et al.* (2009) verificaram se um aumento de respostas certas após a discussão entre pares poderia ser um mero efeito da influência de estudantes que acertaram a questão proposta. Para investigar a existência desse possível efeito, os autores utilizaram duas questões similares para avaliar a compreensão de cada conteúdo ensinado. Na segunda questão de cada par, os estudantes não tinham oportunidade de interagir com os colegas antes de escolher sua resposta. Como o aumento do acerto das respostas foi mantido nesta segunda questão, os autores concluíram que esse aumento era mesmo determinado por aprendizagem e não pela influência de alguns estudantes sobre os seus colegas.

III. CONTEXTO E METODOLOGIA DA PESQUISA

Nossa pesquisa foi realizada junto a três turmas do 1^o ano de cursos profissionalizantes integrados de nível médio oferecidos em uma escola pública federal. Na escola, todos os cursos deste tipo contêm disciplinas de formação básica nas áreas de linguagens (língua materna e língua estrangeira), ciências naturais, matemática e ciências sociais, além das disciplinas técnicas ou de formação específica. São cinco os cursos técnicos integrados oferecidos: 1- Automação; 2- Análises Clínicas; 3- Eletrônica; 4- Programação e Desenvolvimento de Sistemas; 5- Química. Uma das turmas que participou da pesquisa tinha apenas estudantes de Química. As outras duas turmas continham estudantes dos cursos de Automação, Eletrônica, Programação e Desenvolvimento de Sistemas. Esses três cursos na escola são agrupados dentro de uma área conhecida como Núcleo de Tecnologia da Informação. Os estudantes dos cursos reunidos nesses núcleos têm várias disciplinas em comum.

A entrada na escola se dá por meio de um concorrido processo de seleção e os estudantes, em geral, apresentam engajamento nas atividades escolares e interesse em aprender. As salas de aula são bem equipadas, a escola conta com diversos laboratórios de ensino e nas disciplinas com laboratório as turmas são divididas em duas subturmas.

No 1º ano, os estudantes têm quatro aulas semanais de física agrupadas em dois pares de aulas geminadas. As aulas por subturma acontecem em um laboratório onde trabalham grupos fixos com até quatro estudantes guiados por roteiros de experimentos. As sessões de PI acontecem exclusivamente no par de aulas geminadas em que o professor interage com toda a turma. Os alunos, neste caso, não costumam ficar organizados em pequenos grupos e, por isso, nas sessões de PI, as conversas geralmente acontecem entre estudantes que sentam perto uns dos outros.

Supomos que, quando discutem as questões conceituais com os colegas, os estudantes têm a oportunidade de compreender melhor a questão. Depois da discussão, cada estudante tem a chance de responder a mesma questão novamente. Comparando as respostas dadas antes e depois da discussão entre pares, podemos identificar os cinco itinerários mostrados no quadro 1, a seguir. Os dois itinerários que nós esperamos observar caso a discussão entre pares leve à aprendizagem são aqueles identificados pelas siglas A-A e E-A.

QUADRO 1. Itinerários de resposta em uma sessão de PI.

	Itinerário	Sigla
1	Acerto, tanto na primeira, quanto na segunda resposta.	A-A (Acerto - Acerto)
2	Erro na primeira, mas acerto na segunda resposta.	E-A (Erro - Acerto)
3	Acerto na primeira, mas erro na segunda resposta.	A-E (Acerto - Erro)
4	Erro na primeira e repetição do mesmo erro na segunda resposta.	E-ME (Erro – Mesmo Erro)
5	Erro na primeira resposta e erro diferente na segunda resposta.	E-OE (Erro – Outro Erro)

Com a autorização do professor, nós acessamos as planilhas que ficam registradas na plataforma plickers.com. Nós montamos as planilhas que compuseram nossa base de dados sem resgatar nenhuma informação que pudesse identificar os estudantes individualmente. Apenas o número de ocorrências associado a cada itinerário mostrado no quadro 1 foi resgatado. Além disso, apenas as ocasiões nas quais o professor se lembrou de utilizar a enquete sobre o nível de confiança foram incorporadas aos nossos dados.

A pesquisa que realizamos é quantitativa e utiliza uma estatística descritiva simplificada gerada a partir de dados recolhidos automaticamente por uma plataforma educacional acessível pela internet. Essa plataforma registra a resposta individual de estudantes para perguntas de múltipla escolha. No nosso caso, essas perguntas eram questões conceituais de física escolar que estavam associadas a enquetes sobre o nível de confiança dos estudantes nas respostas às questões conceituais.

Há duas formas diferentes de comparar o índice de acerto nas questões, nas respostas dadas pelos estudantes antes e depois das discussões entre pares. Uma delas consiste em comparar diretamente os índices de resposta correta em cada ocasião. A outra foi criada por Hake (1998) e é conhecida como ganho de aprendizagem normalizado. No cálculo deste ganho, o aumento do número de acertos é dividido pelo máximo aumento possível em cada ocasião. Em termos algébricos temos: $\text{Ganho Normalizado} = (\text{índice de acertos na } 2^{\text{a}} \text{ resposta} - \text{índice de acertos na } 1^{\text{a}} \text{ resposta}) / (100 - \text{índice de acertos na } 1^{\text{a}} \text{ resposta})$. Assim, por exemplo, se o índice de acerto na 1ª resposta é $n_1 = 60$ e o índice na 2ª resposta é igual a $n_2 = 80$, nós temos um ganho normalizado de aprendizagem de 0,5 ou 50%, pois na primeira ocasião havia 40% de respostas erradas que poderiam ser transformadas em respostas certas e a metade deste percentual acabou realmente sendo convertido em respostas corretas. Eis um segundo exemplo: em uma questão na qual os índices de acerto são 40% na 1ª resposta e 80% na 2ª resposta, o ganho normalizado é de 0,67 ou 67%. Ao compararmos esses dois exemplos vemos que questões com o mesmo índice de acerto na 2ª resposta podem estar associadas a ganhos normalizados diferentes.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para determinar se as discussões entre pares, por um lado, aumentam o número de estudantes que escolhem a resposta certa e, por outro lado, afetam o nível de confiança desses sujeitos em suas respostas, nós acessamos os registros arquivados na plataforma plickers.com, durante um semestre letivo, em três turmas de 1º ano da escola onde realizamos a pesquisa. A partir desse acesso, nós resgatamos 17 ocasiões nas quais, tanto ocorreram discussões entre pares, quanto o professor se lembrou de pedir para os estudantes manifestarem seu nível de confiança nas duas oportunidades de resposta. Juntando as 17 ocasiões, obtivemos 381 conjuntos de respostas.

Nos 381 conjuntos de respostas, nós identificamos 227 acertos antes da discussão entre pares (59,6% do total) e 322 acertos após a discussão (84,5% do total). Fazendo um cálculo do ganho normalizado do número de acertos, nós

encontramos um percentual de 61,6%. Isso quer dizer que em cerca de sessenta por cento das oportunidades dadas aos estudantes para responder, por uma segunda vez, a mesma questão, houve migração de uma resposta errada para a resposta certa ou a manutenção da resposta correta.

A figura 4 a seguir mostra o percentual de ocorrência de cada um dos cinco itinerários de resposta apresentados no Quadro 1. Depois da figura comentamos os itinerários na ordem da maior para a menor frequência.

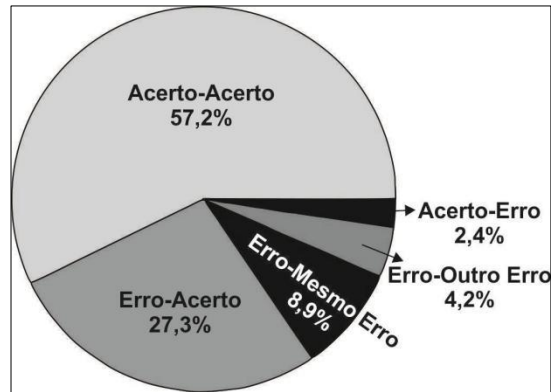
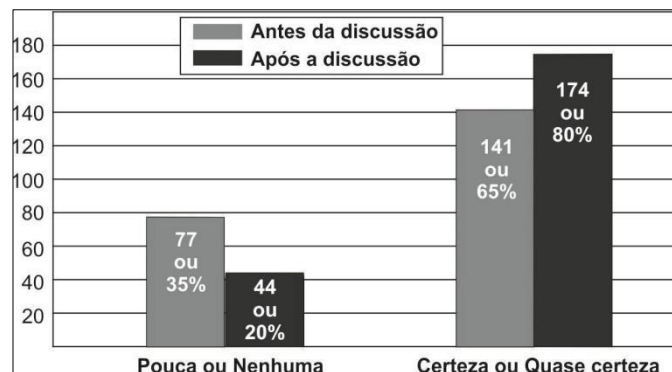


FIGURA 4. Percentuais de cada itinerário de resposta. Fonte: figura elaborada pelos autores.

Acerto-Acerto: Em 218 oportunidades (57,2% do total de 381), os estudantes acertaram a questão na primeira resposta e mantiveram a escolha pela resposta correta após a discussão com os pares (trajetória A-A do Quadro 1). Resolvemos reunir os percentuais “pouca” ou “nenhuma confiança” em um único nível, fazendo o mesmo com os percentuais “certeza” ou “quase certeza”. Assim, obtivemos uma distribuição binária do nível de confiança no itinerário A-A que é apresentada no gráfico da figura 5. Adotamos essa redução das quatro categorias originalmente criadas para identificar o nível de confiança dos estudantes para facilitar a visualização dos dados por meio de gráficos. Fizemos a redução cientes de que essa escolha tornaria a diferenciação dos níveis de confiança mais imprecisa.



FIGURAS 5. Alteração do nível de confiança no grupo que escolheu a opção correta na primeira e manteve essa escolha na segunda oportunidade de resposta. Fonte: figura elaborada pelos autores.

De acordo com este resultado, percebemos que o nível de confiança aumentou de maneira significativa entre os estudantes que escolheram a resposta certa no início do processo e mantiveram a escolha pela resposta correta após a discussão entre pares. Há pelo menos duas hipóteses distintas que podem explicar o aumento de confiança nesse caso: (a) os estudantes tiveram uma segunda oportunidade de ler e pensar sobre a situação e isto os tornou mais confiantes em sua interpretação da questão; (b) os estudantes ficaram mais confiantes nas respostas que escolheram ao perceberem fragilidades nas outras alternativas defendidas por seus colegas. Devido às limitações da nossa pesquisa, nós não temos dados para avaliar essas hipóteses.

Erro-Acerto: No segundo itinerário mais frequente, nós encontramos 104 ocorrências (27,3% do total) nas quais houve erro na primeira oportunidade de resposta, seguido da migração para a resposta certa após a discussão entre pares (trajetória Erro-Acerto do quadro 1 e da figura 4). Como se pode depreender a partir da análise do gráfico mostrado na figura 6 a seguir, antes da discussão entre pares, prevalecia a falta de confiança. Depois da discussão houve um aumento de seis pontos percentuais no nível de confiança. Esta alteração no grau de confiança, significativamente menor do que a observada no itinerário Acerto-Acerto, mostra que em 44% dos casos a migração de uma resposta

errada para a resposta certa esteve associada com um aumento do nível de confiança. Uma hipótese para interpretar esse aumento do nível de confiança é a de que a interação entre pares permitiu aos estudantes compreender melhor a questão e identificar o erro que eles cometeram na primeira oportunidade de resposta.

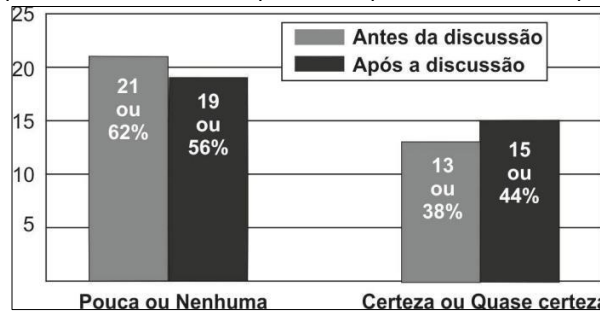


FIGURA 6. Alteração do nível de confiança no grupo que escolheu uma opção errada na primeira oportunidade de resposta, mas migrou para a resposta certa após a discussão entre pares. Fonte: figura elaborada pelos autores.

Erro-Mesmo Erro: Um terceiro itinerário envolveu 34 ocorrências (8,9% do total) em que os estudantes erraram a primeira resposta e mantiveram o erro após a discussão entre pares (itinerário Erro-Mesmo Erro). Como vemos no gráfico da figura 7 a seguir, nestes casos houve um aumento muito expressivo na confiança dos estudantes em suas respostas. Devido ao pequeno número de ocorrências deste itinerário, nós decidimos não elaborar hipóteses para explicar este resultado.

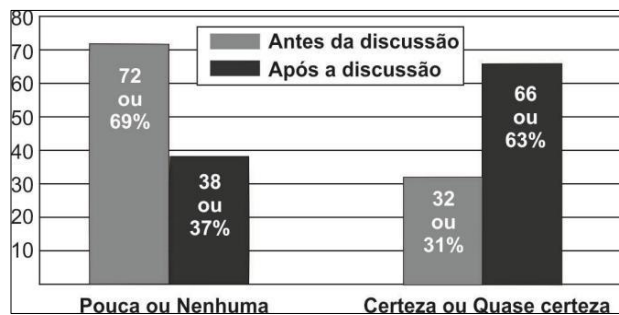


FIGURA 7. Alteração do nível de confiança no grupo que escolheu uma opção errada na primeira oportunidade de resposta e manteve a escolha errada após a discussão entre pares. Fonte: figura elaborada pelos autores.

Os dois itinerários com os menores números de ocorrências são: (A) a migração de uma resposta errada para outra resposta errada diferente (Erro-Outro Erro) que ocorreu 16 vezes (4,2% do total); (B) a migração de uma resposta certa para uma opção de resposta errada (Acerto-Erro) que ocorreu em apenas 9 ocasiões (2,3% do total). Mais uma vez, nós decidimos não criar hipóteses para interpretar esses pequenos números de ocorrências.

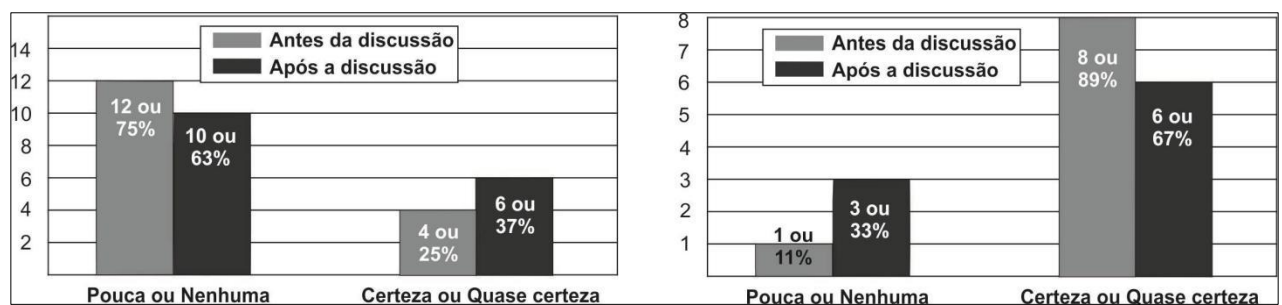


FIGURA 8. (A) (acima a esquerda)- Alteração do nível de confiança no grupo que escolheu uma opção errada na primeira oportunidade de resposta e mudou para outra escolha errada após a discussão entre pares. (B) (acima a direita)- Alteração do nível de confiança no grupo que escolheu a opção correta na primeira oportunidade de resposta e mudou para uma resposta errada após a discussão entre pares. Fonte: figuras 8A e 8B elaboradas pelos autores.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o auxílio da plataforma plickers ou de ferramentas similares, os professores podem avaliar a eficácia do *Peer Instruction* (PI) como método de ensino e aprendizagem, em tempo real e em suas próprias salas de aula. O uso desse tipo de recurso permite ao professor registrar a resposta individual de cada estudante, identificar quem acertou ou errou e verificar se a discussão entre pares aumentou o índice de acertos em cada questão. Com base nessas informações, o professor pode tomar a decisão de dar prosseguimento aos conteúdos ou retomar a matéria para esclarecer algum ponto específico no qual os estudantes mostraram maior dificuldade de compreensão.

Neste trabalho, nós apresentamos uma pesquisa na qual avaliamos se as discussões entre pares, durante as sessões de PI, aumentam o número de estudantes que escolhem a resposta certa e afetam o nível de confiança desses sujeitos nas respostas escolhidas. Nós identificamos 17 sessões de PI nas quais o professor pediu aos estudantes para indicarem seus níveis de confiança nas respostas. Essas discussões foram motivadas por questões conceituais de física escolar que foram utilizadas durante um semestre letivo por três turmas de estudantes de uma escola pública federal com cursos profissionalizantes.

A escolha da nossa questão de pesquisa foi motivada pelo trabalho de Brooks e Koretsky (idem) que sustentou a tese de que a autoconfiança dos estudantes influencia o comportamento desses sujeitos nas discussões realizadas durante as sessões de PI. Os dados da nossa pesquisa foram construídos a partir de registros coletados automaticamente pela plataforma www.plickers.com. Os dados reunidos na seção anterior deste manuscrito mostram que houve um ganho normalizado de 61,6% no número de respostas corretas. Em outras palavras, após as interações entre os estudantes, houve um aumento bastante significativo no número de respostas certas dadas às questões conceituais.

O cálculo do ganho normalizado de Hake foi utilizado também por Crouch e Mazur (idem) para quantificar o aumento da taxa de acerto após a adoção do PI. A média dos valores calculados ao longo dos anos foi de 62%, que é praticamente igual ao valor obtido na pesquisa que nós realizamos.

O primeiro itinerário com maior frequência de ocorrências em nossos dados foi aquele em que os estudantes escolheram a resposta certa antes da interação com os pares e mantiveram essa escolha após a interação. O segundo itinerário com maior frequência de ocorrências em nossos dados é também aquele mais desejado pelos professores que utilizam o método PI em suas salas de aula: a migração de uma resposta errada para a resposta certa, após a discussão entre pares. A taxa de ocorrência deste segundo itinerário em nossa pesquisa (27,3%) se assemelha à taxa observada por Crouch e Mazur (idem), que foi de 32%, e a encontrada por Tullis e Goldstone (idem), que foi de 28%.

Tanto no caso de estudantes que acertaram a resposta nas duas ocasiões, quanto no caso de estudantes que migraram de uma alternativa errada para a resposta certa, nós encontramos um efeito muito significativo das discussões entre pares sobre a confiança dos estudantes em suas respostas. Se considerarmos que ficar mais confiante na resposta é algo que beneficia os estudantes, nós podemos afirmar que as discussões entre pares beneficiam muitos estudantes.

Além da questão que formulamos e respondemos na pesquisa aqui relatada, nós poderíamos ter elaborado outras questões correlatas, tais como: 1- um estudante que acerta a questão sem estar seguro de sua escolha de resposta chega a influenciar as escolhas de seus colegas durante a interação entre pares? 2- um estudante que acerta a questão e está convicto de sua escolha influencia seus pares nas sessões de PI? 3- um estudante que erra a questão e está convicto de sua resposta errada leva seus colegas a cometerem um erro similar ao seu? 4- um estudante que erra a questão e não está seguro de sua resposta exerce influência sobre seus pares?

Para enfrentarmos questões como essas, nós precisaríamos realizar e analisar registros das discussões entre estudantes durante as sessões de PI. Isso, todavia, demandaria outro desenho de pesquisa e recursos que nós não precisamos utilizar na pesquisa que fizemos, tais como gravadores de áudio, câmeras de vídeo ou pesquisadores com cadernos de campo realizando observações participantes na sala de aula.

REFERÊNCIAS

Araújo, 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.

Brooks, B. J., & Koretsky, M. D. (2011). The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1477-1484.

Campos, E., Tecpan, S., & Zavala, G. (2021). Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, e20200463.

Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), 970-977.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Kola, A. J. (2017). An Investigation of Incorporating Dialogical Argumentation into Peer Instruction (PI) for Pre-Service Teacher Learning of Current Electricity. *Üniversitepark Bülten*, 6(1), 7-19.

Paula, H. F. & Salema, C. S. (2023). Avaliação de um recurso criado para estimular a aprendizagem entre estudantes. *Revista Interdisciplinar Sulear*, 6(14), 45-60.

Smith, M. K., Wood, W. B., Adams, W. K., Wieman, C., Knight, J. K., Guild, N., & Su, T. T. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323(5910), 122-124.

Tullis, J. G., & Goldstone, R. L. (2020). Why does peer instruction benefit student learning? *Cognitive research: principles and implications*, 5, 1-12.