

RELATO DE EXPERIÊNCIAS DO USO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION* NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO

EXPERIENCE REPORTS ABOUT THE PI METHODOLOGY IN INTEGRATED HIGH SCHOOL

Ricardo Fagundes Freitas da Cunha¹ - CP II
Daniel Guilherme Gomes Sasaki² - CEFET/RJ

RESUMO

Um dos maiores desafios da educação profissional, científica e tecnológica integrada ao ensino médio é proporcionar aprendizagem aos estudantes que, além de possuírem uma extensa carga horária na instituição de ensino, permanecem 3 horas ou mais em transportes públicos diariamente e, no pouco tempo que lhes sobram, precisam trabalhar. Diante dessa realidade, aulas com metodologias ativas podem ser um caminho para engajar esses estudantes que já chegam à sala exauridos, possibilitando promover aprendizagem cognitiva, pensamento crítico, capacidade de comunicação e argumentação, colaboração e criatividade. Nesse sentido, este trabalho traz um relato de experiência do uso da metodologia *Peer Instruction* em três turmas de 3º ano de ensino médio integrado durante todo o primeiro trimestre de 2022, em um colégio público federal no Rio de Janeiro. Espera-se que este trabalho auxilie os professores inseridos nesse contexto educacional.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias ativas; Peer Instruction; Educação profissional, científica e tecnológica; Ensino médio integrado.

ABSTRACT

One of the biggest challenges of professional, scientific and technological education integrated into secondary education is to provide learning to students who, in addition to having a large workload at the educational institution, spend 3 hours or more on public transport every day and, in the short time left, they need to work. Faced with this reality, classes with active methodologies can be a way to engage these students who already arrive at the classroom exhausted, making it possible to promote cognitive learning, critical thinking, communication and argumentation skills, collaboration and creativity. In this sense, this work presents an experience report on the use of the Peer Instruction methodology in three integrated high school classes throughout the first quarter of 2022, in a federal public school in Rio de Janeiro. It is expected that this work will help teachers immersed in this educational context.

KEYWORDS: Active Methodologies; Peer Instruction; Professional, scientific and technological education; Integrated high school.

DOI: 10.21920/recei72023929241252
<http://dx.doi.org/10.21920/recei72023929241252>

¹Doutor em Ciência, Tecnologia e Educação e Professor do Colégio Pedro II, onde atua como docente de cursos de ensino médio integrado e do Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (profEPT). E-mail: ricardofagundes@cp2.g12.br / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2502-7747>.

²Doutor em Física e Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, onde atua como docente de cursos de ensino médio integrado e do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE). E-mail: daniel.sasaki@cefet-rj.br / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0087-6809>.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da educação profissional, científica e tecnológica integrada ao ensino médio é proporcionar aprendizagem aos estudantes que, além de possuírem uma extensa carga horária na instituição de ensino, permanecem 3 horas ou mais em transportes públicos diariamente e, no pouco tempo que lhes sobram, precisam trabalhar.

Nesse contexto, o professor que sempre trabalhou somente com aulas expositivas pode perceber nas metodologias ativas uma possibilidade de proporcionar maior engajamento e melhorar a aprendizagem de seus estudantes. Uma das várias metodologias ativas é o *Peer Instruction* (PI), criada no início da década de 1990 pelo professor de física da Universidade de Harvard, Eric Mazur. O PI é uma das metodologias ativas menos complexas de serem aplicadas e, provavelmente, esse é um dos motivos pelos quais se deram a sua popularização. Porém esse benefício da simplicidade traz consigo o fato de o PI ser uma metodologia ativa em que parte da aula não é ativa, e dependendo de como for a fluência do professor com a metodologia, essa parcela da aula sem engajamento dos estudantes pode ser maior ou menor, impactando na aprendizagem da turma.

Por se tratar de uma metodologia ativa, os estudantes passam a ter uma parcela maior de responsabilidade no processo de sua aprendizagem. Dessa observação, tem-se que, por um lado, a aula se torna mais dinâmica, com os alunos trocando informação entre si, um colaborando com o outro, se comportando de maneira ativa em sala de aula, ao invés de simplesmente ficarem imóveis, ouvindo o professor. Porém, se os alunos não entenderem seus papéis e, ao invés de discutirem sobre a matéria, utilizarem o momento de troca para discutir outro assunto qualquer, o objetivo pedagógico não será alcançado. Para o PI funcionar, assim como outras metodologias, além de o professor conhecer bem seu *modus operandi*, deve conhecer as etapas que envolvem a aplicação do método, assim como as fragilidades. Esses detalhes, como maneiras de coletar as respostas, seleção de questões, quantitativo de estudantes por grupo e participação do professor durante a aplicação do PI, serão debatidos neste trabalho.

A METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*

Em 1990, o professor Mazur aplicou em seus alunos o teste com questões conceituais de mecânica elaborado por Halloun e Hestenes (1985 a), e constatou que eles eram capazes de responder exercícios difíceis, baseados em resoluções de equações, mas não conseguiam responder corretamente questões envolvendo conceitos básicos. A explicação, segundo o professor, é que os exercícios de aplicações de equações eram parecidos com o que ele resolvia em sala e que seus alunos faziam exaustivamente antes das provas³. É um processo de memorização, sem ocorrer uma compreensão esperada dos fenômenos trabalhados. Esses bons resultados nesses exercícios são capazes de enganar os professores, no sentido de achar que estão realizando um bom trabalho (MAZUR, 2015).

O professor Mazur observou também, em suas aulas, que alunos que recém aprenderam um determinado assunto (*recent learners*) eram mais aptos a ensinar seus colegas (*new learners*) que o professor, que havia aprendido há muito tempo e, portanto, não lembrava mais das dificuldades desse novo aprendizado (MAZUR, 2015).

Esse ambiente de sala de aula e suas percepções foram os ingredientes que fizeram o professor desenvolver a metodologia PI. Toda essa narrativa evidencia um caráter puramente

³ Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRoII>. Último acesso em: 28/03/2023.

empírico do método. Mazur não era um pesquisador da área de ensino e ele nem sabia que estava desenvolvendo uma metodologia, apenas fez o que achava que iria melhorar a compreensão dos estudantes.

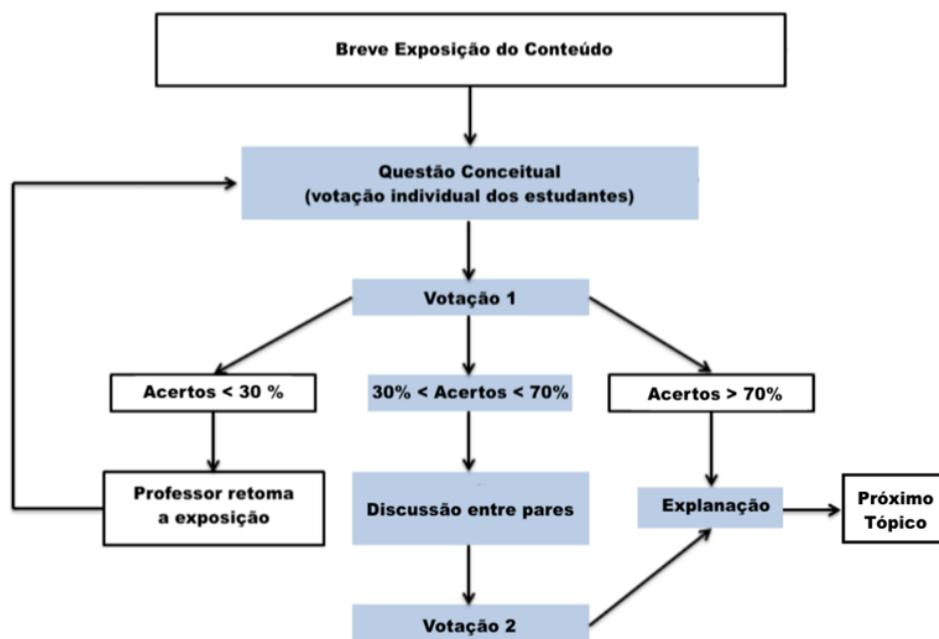
Ademais, o artigo de Crouch e Mazur (2001), foi publicado após dez anos de pesquisa e desenvolvimento do PI e possui, atualmente, mais de 3800 citações. O fato de ser uma metodologia bastante estudada e testada por pesquisadores da área do mundo inteiro garante ao método uma solidez, por mais que não tenha tido um referencial teórico em sua concepção.

Após uma breve contextualização sobre a criação da metodologia, se faz necessário compreender como é uma aula com essa metodologia. Diferentemente de uma aula expositiva e monológica, em uma aula com o PI, o professor não irá dividir seu tempo de aula em momento de explicação de teoria, mostrando detalhes presentes no livro texto, e, depois, resolvendo alguns exemplos de aplicações do assunto no quadro para os alunos olharem e copiarem.

No PI, o professor fará uma breve explicação sobre um determinado assunto e, em seguida, irá propor uma questão conceitual. A aula, ao invés de ser uma grande explicação teórica seguida de exercícios se torna uma sucessão de curtas apresentações acompanhada de uma questão conceitual que aborde o tema. Os alunos respondem individualmente a questão proposta. Se o percentual de acertos for superior a 70%, o professor explica a questão e segue para a próxima apresentação. Se a percentagem de acertos for inferior a 30%, o professor volta à etapa da apresentação teórica, apresentando mais detalhes e observações. Após essa segunda exposição do assunto, o professor irá propor uma nova questão conceitual (MAZUR, 2015, p. 10).

E em que momento os estudantes interagem entre si? Se o percentual de acertos for entre 30% e 70%, que é onde se encontram a maioria das questões empregadas nessa metodologia. O professor deve elaborar questões visando essa região, para que, durante a aula, os alunos (*new learners*) possam aprender com os colegas que aprenderam recentemente o assunto (*recent learners*). A figura 1 mostra o algoritmo do PI sob um olhar mais geral.

Figura 1 - Processo de aplicação da metodologia de aprendizagem ativa *Peer Instruction*.



Fonte: Adaptação feita pelos autores de Lasry, Mazur, Watkins (2008, p. 1067).

No trabalho de Lasry, Mazur, Watkins (2008), os autores entendem que há uma flexibilidade em relação ao percentual de acertos, a depender do contexto. Se, por exemplo, 33% dos estudantes acertarem determinado item o professor tem a autonomia para retomar a explicação ao invés de seguir com a discussão entre pares. Muller et al. (2012) publicaram um relato de aplicação do PI no ensino médio com uma série de detalhes em cada etapa. Os autores adotaram o intervalo 35% - 70% para a discussão entre os pares, intervalo esse adotado por Crouch e Mazur (2001).

Em relação à discussão entre pares, a literatura indica um intervalo de 2 a 5 estudantes por grupo a depender do quantitativo e perfil da turma. No trabalho publicado por Giuliadori, Lujan e DiCarlo (2006), os grupos continham de 2 a 3 integrantes. Já Aratijo e Mazur (2013) recomendam de 2 a 5. Em uma pesquisa feita em quatro turmas com 110 estudantes cada na Universidade Normal de Beijing, Zhang, Ding e Mazur (2017) dividiram os alunos em grupo de 3 a 4 membros.

Uma vez compreendido o diagrama do PI e, assim, o seu funcionamento geral, o professor deve conhecer o intervalo de tempo médio esperado para cada etapa. Em se tratando da etapa inicial, em que é realizada uma breve exposição oral sobre o tema, o tempo estimado é entre 7 e 10 minutos segundo Mazur (2015, p. 27). Já Aratijo e Mazur (2013) afirmam que essa parte inicial tem 15 minutos de duração. Os trabalhos de Muller et al. (2012) e Muller et al. (2017), por sua vez, apontam 20 minutos. Pode-se notar que o tempo de cada etapa depende de vários fatores como: público-alvo, estrutura local, a prática que o docente tem com a aplicação da metodologia, engajamento da turma e o fato de os estudantes já estarem ou não familiarizados com o PI.

Conforme o professor for desenvolvendo as suas atividades com as suas turmas saberá estimar com maior acurácia o tempo de cada etapa. O quadro 1 a seguir mostra o tempo médio esperado em cada momento do PI, segundo as referências citadas nesse parágrafo, bem como o trabalho de Crouch e Mazur (2015).

Quadro 1 - Intervalo de tempo estimado de duração para cada etapa do PI.

Etapas	Tempo (minutos)
Exposição oral	7 - 20
Exposição da questão +	1 - 3
Leitura e votação individual	
discussão entre pares	2 - 5
explanação	2

Fonte: os autores.

Baseando-se nos valores presentes no quadro 1 cada tópico a ser trabalhado em sala tem uma duração entre 12 e 30 minutos, sendo que esse tempo não leva em consideração a possibilidade de o percentual de acertos ser inferior a 30% - 35%. Nesse cenário, o professor deve voltar à explicação e apresentar uma nova questão para votação, podendo entrar em PI ou não.

Além de saber quanto tempo irá durar cada bloco de sua aula outra preocupação do professor deve ser em relação às tais questões conceituais. Grande parte dos professores que

atuam na educação básica nacional, tanto na esfera pública quanto na privada, têm dezenas de turmas e, conseqüentemente, um volume enorme de aulas semanais. Esse excesso de trabalho desmotiva o profissional a sair da sua zona de (des)conforto. Logo, a tarefa de criar questões conceituais pode ser quase intangível. A elaboração desse tipo de questão requer tempo, no sentido que o docente deve explorar as *misconceptions* envolvendo o tema a ser abordado, de modo que a questão entre no *range* das discussões entre pares. E seu enunciado deve ser claro, sem causar dúvidas quanto à interpretação ou abrir possibilidades de respostas variadas.

Nesse sentido, para o PI ser mais eficaz, é indicado que o professor selecione *research-based questions*, *i.e.*, questões validadas através de pesquisas, e são diversos os testes conceituais disponíveis para serem usados. Halloun e Hestenes (1985) expuseram, no final do artigo, o teste de mecânica que eles aplicaram nos estudantes. Há outros também, como o TUG-K (*Test of Understanding Graphs in Kinematics*)⁴ e o teste que o professor Mazur usou para medir os ganhos de aprendizagem de seus estudantes ao longo dos anos 90, o FCI (*Force Concept Inventory*)⁵. Na versão brasileira do seu livro mais recente, o professor Mazur (2015) apresenta ao leitor uma verdadeira coleção de testes conceituais, englobando praticamente todos o currículo do ensino médio, todos em português, incluindo o FCI, traduzido como ‘Inventário sobre o Conceito de Força’ (ICF), elaborado originalmente por Hestenes, Malcolm e Swackhamer (1992). O endereço eletrônico <https://www.physport.org/assessments/> conta com 95 testes voltados para a educação básica e para o ensino superior. Além de testes conceituais validados de física, existem testes que cobrem diversos assuntos de química, biologia e matemática, como os expostos no endereço eletrônico da Universidade de Pittsburgh⁶.

Contudo, por mais que todos esses testes sejam validados, toda validação é realizada em um contexto. Um teste validado em estudantes universitários de um curso de engenharia pode não funcionar no Ensino Profissionalizante de Jovens e Adultos (PROEJA), por exemplo. Se o professor quiser aplicar o teste na íntegra, antes e depois de uma sequência didática, para avaliar a aprendizagem de seus estudantes, deve validá-lo, caso o mesmo não tenha sido validado no contexto da aplicação. Mas o professor pode pinçar questões desses testes e usá-las em suas aulas. Como são vários testes, existem diversas questões disponíveis dos mais variados assuntos.

Fica aqui uma observação: esses testes são usados no mundo todo e, para continuarem válidos, ajudando milhares de professores e estudantes, deve-se tomar precauções durante suas aplicações, seja do teste inteiro ou de alguns de seus itens. Até mesmo para se certificar que as votações correspondem aos pensamentos de seus alunos. O professor deve, portanto, se certificar que os estudantes não tirarão fotos das questões e/ou farão uso de celulares durante as aplicações, evitando uma possível propagação dos testes na *internet*, em busca por respostas.

A facilidade de se encontrar questões conceituais reduz algumas limitações relativas ao tempo de preparação das aulas pelos docentes. Porém, como expor essas questões para que os alunos as respondam? Como saber quais são as respostas dos estudantes logo de imediato, minutos após a proposição da questão?

O endereço eletrônico <https://peerinstruction.wordpress.com/2013/01/15/quick-start-guide-to-flipping-your-classroom-with-peer-instruction/> oferece um guia de como dar uma aula com PI. Esse endereço eletrônico faz parte do *New Quick Start Guide on Peer Instruction* (Novo guia rápido sobre *Peer Instruction* – tradução feita pelo autor), que está inserido no *site* do grupo de pesquisa do professor Mazur, <https://mazur.harvard.edu/>. Esse guia é elaborado pela professora da Universidade do Texas, Julie Schell, que também faz parte do grupo de pesquisa

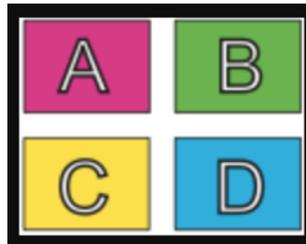
⁴<https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=6&A=TUGK>. Último acesso: 28/03/2023.

⁵<https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=5&A=FCI>. Último acesso: 28/03/2023.

⁶<http://dbserc.pitt.edu/Assessment-General-Information>. Último acesso: 28/03/2023.

do professor Mazur. Além de apresentar algumas dicas aos professores, mostra alguns métodos para obter o feedback instantâneo das respostas dos estudantes. Uma opção, que Mazur usa frequentemente em seus vídeos⁷ fazendo aplicação do PI, é o *clickers*, um sistema eletrônico sem fio de votação. Já outras opções apresentadas são: os estudantes levantarem a mão e, com os dedos, apontarem a respostas (1 = A, 2 = B, 3 = C e 4 = D), ou fazer o uso de *flashcards*, em que o professor entregaria aos seus alunos cartelas coloridas impressas, onde cada cor corresponde a uma opção, como mostra a figura 2.

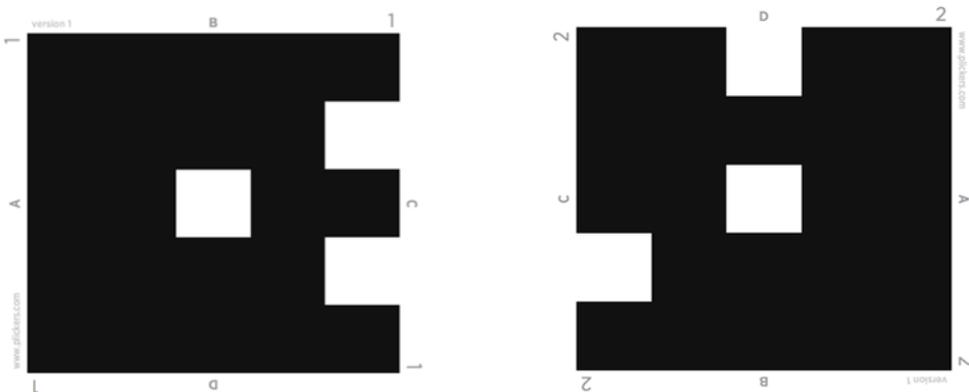
Figura 2 - A cartela da figura é um *flashcard*, e pode ser usado como sistema de votação no PI.



Fonte: <https://peerinstruction.files.wordpress.com/2012/04/screen-shot-2012-04-06-at-1-03-22-pm.png>.

Oferecendo uma alternativa, diversos trabalhos como (ARAÚJO et al., 2016) e (SILVA; SALES; CASTRO, 2018) mostram o uso de *plickers*⁸ para obter o *feedback* dos estudantes. Os *plickers* são cartões interativos impressos, com *QR codes* e, por esse motivo, apresentam enorme vantagem em relação aos *flashcards*. A figura 3 mostra exemplos de dois desses cartões interativos.

Figura 3 - Exemplos de dois cartões interativos.



Fonte: https://assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards_2up.pdf. Adaptado pelos autores.

Esse endereço eletrônico oferece, na sua versão gratuita, até 40 cartões. Todos diferentes entre si, reduzindo as possibilidades de um aluno ver rapidamente a resposta de uma colega ao

⁷ https://www.youtube.com/watch?v=wont2v_LZ1E, por exemplo. Último acesso: 28/03/2023.

⁸ <https://get.plickers.com/>. Último acesso: 28/03/2023.

seu lado e, por insegurança, copie-a. Ao posicionar a letra B para cima, por exemplo, o aluno está assinalando que essa é a resposta correta.

Na figura 3 é possível ver também que o cartão da esquerda é o 1, e o da direita, o 2. Uma sugestão é que o professor entregue os cartões de acordo com o número da chamada (o estudante número 1 na chamada receberia o cartão 1, por exemplo). Dessa maneira, o professor consegue mapear todas as suas respostas de cada aluno ao longo de um período, podendo acompanhar os seus desempenhos acadêmicos. No próprio *site* do *Plickers* (<https://www.plickers.com/login>) o professor registra as suas turmas, insere os nomes de seus estudantes, os indexando a um único cartão, e elabora as questões.

Diferentemente dos *flashcards*, o professor não precisa perder tempo contando manualmente as respostas dos estudantes e fazer uma estimativa de como as votações foram divididas. Basta baixar aplicativo *Plickers* em seu *smartphone* e apertar o botão para acessar a câmera do celular. Só de o professor apontar continuamente o celular para a turma, o programa irá capturar a imagem dos cartões interativos, informando, instantaneamente, o percentual de acertos da turma. Simples e prático. Se o professor quiser, pode ver as respostas de cada aluno individualmente.

Todas as aplicações do PI realizadas pelo autor deste trabalho se utilizaram da versão gratuita do *Plickers*. Após impressos, os cartões foram plastificados, para maior durabilidade. As principais limitações da versão gratuita são: i) cada *set* pode conter, no máximo, 5 questões; ii) são oferecidos até 40 cartões diferentes para o professor. Todas essas delimitações suprimam as necessidades dessa pesquisa e, muito provavelmente, são capazes de atender a diversos professores.

Em relação à exposição das questões aos estudantes, a estrutura da instituição de ensino influencia no tempo dessa etapa e, conseqüentemente, no dinamismo da aula. Uma sala que possui um projetor fixo conectado a um computador ligado ao lado do professor oferece vantagem em relação ao uso do *Data Show* (projetor multimídia móvel), no que diz respeito à praticidade, por exemplo. Existem algumas poucas instituições que contam com lousa digital em sala, que também é excelente para o PI.

Com isso, em se tratando do leque de aulas ativas e, mais especificamente, do PI, a tecnologia não é a solução para a melhora no processo de ensino-aprendizagem, mas sim um facilitador dele. O uso de recursos tecnológicos, por si só, não é garantia de uma aula não tradicional. Uma aula expositiva e monológica, seja no quadro branco, sem recursos tecnológicos, seja com leitura de slides, com *Data Show*, ou no *Youtube*, filmada em 4K, com professor fazendo uso de animações e outros recursos, são metodologicamente iguais.

Logo, os recursos tecnológicos disponíveis para a aula auxiliam a implementação do PI, mas não são um fator imprescindível para a mesma. Caso não haja projetores ou outros recursos tecnológicos na sala, que deveriam estar presentes em todas as escolas desse país, o professor pode, na falta de opção, escrever a questão no quadro, por exemplo⁹. Certamente essa situação não é a ideal, mas é apenas para ilustrar que a metodologia funciona à despeito da tecnologia.

RELATO DE EXPERIÊNCIAS

⁹Uma mestranda do PPCET - CEFET/RJ que fazia parte do grupo de pesquisa de metodologias ativas, professora do 2º segmento do Ensino Fundamental de uma escola pública, levava cartolinas com as questões que iria trabalhar em sala, devido à falta de recursos tecnológicos, que é uma realidade em diversas escolas do nosso país.

No primeiro trimestre de 2022, o PI foi aplicado em três turmas de ensino médio integrado com 23, 24 e 25 estudantes cada. Para facilitar a visualização geral do trabalho realizado, o quadro 2 revela os momentos de cada atividade realizada nesse período.

Quadro 2 - Planejamento geral das atividades com os estudantes da 3ª série de ensino médio integrado no 1º trimestre de 2022.

Dia da semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Terça	Apresentação ("dando o tom")	resoluções de exercícios em grupos				
Quinta	PI	PI	PI	PI	PI	PI
Dia da semana	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Terça	resoluções de exercícios em grupos	resoluções de exercícios em grupos	resoluções de exercícios em grupos	semanas de provas		discussão das provas e resultados
Quinta	PI	POE	PI			(encerramento do trimestre)

Fonte: os autores.

O quadro 2 mostra o que foi feito em cada encontro com uma das três turmas (o que difere das outras duas são dias das aulas). Um tempo de 40 minutos de aula às terças-feiras, destinados para atividades em grupos, e uma aula de dois tempos de 40 minutos às quintas-feiras, usando o PI, com exceção da 8ª semana, cuja metodologia foi POE (*Predict - Observe - Explain*), que não será abordada neste trabalho.

O primeiro dia de aula é um momento para conversar com os estudantes. O professor se apresenta para a turma e explica como a disciplina será trabalhada ao longo do 1º trimestre: conteúdo programático, datas das avaliações e como serão avaliados durante o processo. Na sequência, o professor explica como serão as aulas com a metodologia PI. O professor Mazur chama esse primeiro momento de "ditar o tom" (MAZUR, 2015, p. 21). Como é muito diferente das aulas que estão acostumados, ainda mais em física, o professor deve deixar claro a importância de cada aluno para a metodologia funcionar. Esse discurso se faz ainda mais necessário quando o público-alvo é formado por adolescentes de 17 e 18 anos.

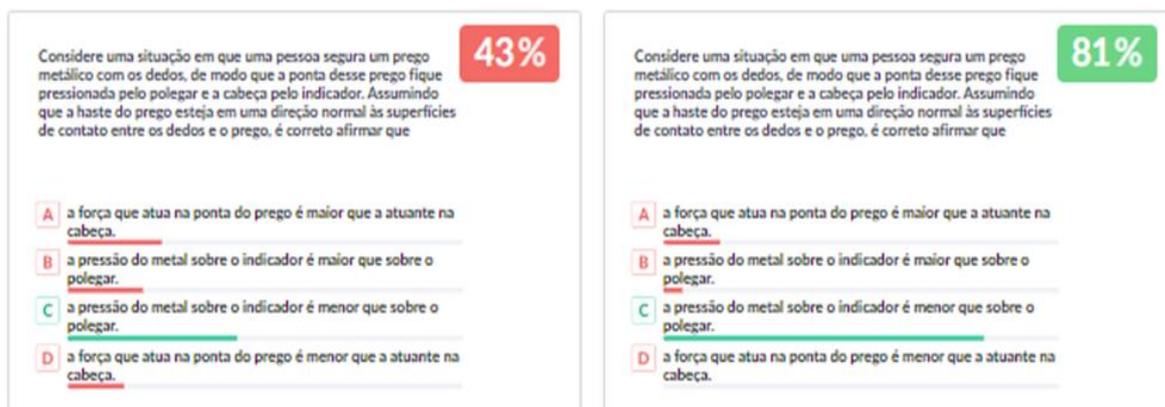
Enquanto as questões trabalhadas no PI são de múltipla-escolha e possuem um cunho conceitual, os exercícios selecionados para os encontros de um único tempo, para serem resolvidos em grupos de 4 a 6 estudantes, são referentes ao tema trabalhado na aula anterior e são discursivos, para que os alunos trabalhem a escrita e a parte matemática. Nessas aulas, enquanto os estudantes interagem entre si, buscando resolver os exercícios, o professor transita pela sala, tirando dúvidas e incentivando a resolução e, no final, resolve a lista, com a participação dos estudantes. De modo geral, foram trabalhados dois exercícios nas aulas de um tempo e quatro a seis questões conceituais nas aulas com PI. O quadro 3 mostra a média de tempo utilizado em cada etapa nas aplicações do PI aqui relatadas, e as figuras 4 e 5 trazem, respectivamente, uma questão conceitual (utilizada no PI) e uma questão discursiva (pertencente a uma das listas para atividades em grupo) trabalhada nesse período, cujo assunto abordado foi hidrostática.

Quadro 3 - Tempo médio de cada etapa de aplicação do PI pelo autor, na 3ª série do ensino médio integrado, em 2022.

Etapas	Tempo (minutos)
Exposição oral	10
Exposição da questão	
+	3
Leitura e votação individual	
discussão entre pares	5
explicação	5

Fonte: os autores.

Figura 4 - Uma questão conceitual trazida em uma das aulas com PI, envolvendo o conceito de pressão. O percentual de acerto em uma das turmas na etapa individual foi 43%. Já após as interações entre pares, o percentual de acerto subiu para 81%.



Fonte: os autores.

Figura 5 - Uma das questões das atividades em grupo, abordando pressão exercida por um líquido.

1. A cientista que viajou ao espaço e depois ao ponto mais fundo do oceano



No domingo (08/6/2020), Kathy Sullivan fez história com seu mergulho de 35.810 pés (ou quase 11 mil metros) no Challenger Deep, ponto mais profundo do Oceano na Fossa das Marianas, no Pacífico.

"Eu me senti como um alienígena chegando a um planeta estrangeiro e navegando por essa paisagem lunar. Foi bastante notável", disse Sullivan, de 68 anos, à BBC News.

O feito a torna a oitava pessoa e a primeira mulher a atingir essa profundidade, cerca de 11 km abaixo da superfície do Oceano Pacífico. Sullivan passou cerca de uma hora e meia explorando uma vala em um submersível (pequeno veículo de exploração) especialmente construído para suportar a imensa pressão subaquática. Sendo assim, qual foi, em Pascal, a pressão que o submersível utilizado por Kathy Sullivan foi submetido ao atingir 11 km abaixo da superfície do oceano? Considere $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

Fonte: os autores.

Em se tratando das avaliações, o professor Mazur, em seu livro (MAZUR, 2015), informa que 20% da nota de seus alunos é de atividades extraclasse, para incentivar os estudantes. Esse procedimento de pontuação também aparece em James, Barbieri e Garcia (2008). O departamento de física do colégio determinou que a composição das notas dos estudantes deve ser, obrigatoriamente, 60% oriunda da prova trimestral e 40% de outras atividades, de livre escolha do docente. No caso da disciplina de física, 20% da nota é destinada a duas atividades realizadas no laboratório. Desse modo, os outros 20% foram atribuídos à participação dos estudantes nas aulas com PI.

Apenas para reforçar, a pontuação é dada pela participação, e, portanto, não tem relação com percentual de acertos. Os resultados dos de Turpen e Finkelstein (2010) e James, Barbieri e Garcia (2008.) apontam que pontuar por participação é uma maneira bastante eficaz de otimizar os ganhos promovidos pelo PI, no sentido que os estudantes ficam mais propensos a discordarem de seus colegas, gerando mais discussões sobre os temas, e tendem a marcar o que verdadeiramente acham que é a opção correta.

Tanto nas aulas com PI quanto nas aulas de atividades em grupo, os estudantes passam boa parte do tempo interagindo com seus pares e com o professor, buscando informação, dialogando, perguntando, afirmando, argumentando e contra-argumentando. Para a maioria desses estudantes de ensino médio integrado que ficam até 3 horas em transportes públicos diariamente, que assistem a 42 tempos de aulas semanais (30 de formação geral e 12 de formação específica, profissionalizante, somando 14 disciplinas), e que tem que apresentar, até o final do ano, um TCC, somado ao fato de que alguns desses estudantes trabalham, o tempo que possuem para aprender é quando estão nas aulas, além dos finais de semana. Nesse sentido, favorecer o engajamento e permitir que possam se debruçar sobre as questões propostas durante as aulas, têm se mostrado um bom caminho para possibilitar aprendizagem desses estudantes. Os resultados, não somente nas aulas, mas também nas avaliações, têm corroborado com essa afirmativa.

DISCUSSÕES FINAIS

As aulas com o PI permitem que os estudantes participem ativamente durante boa parte do processo. De modo geral, os estudantes gostam de fazer as questões, tentam acertá-las e se empenham em tentar convencer seus colegas das suas ideias. Nem todos os alunos irão participar sempre e alguns, quando participam, estão mais preocupados em acertar que solucionar possíveis conflitos cognitivos. Entretanto, essas fragilidades do PI, já mapeadas em James e Willoughby (2010), são reduzidas conforme o professor vai ajustando o método no sentido que os estudantes vão entendendo com mais nitidez o papel de cada um no andamento das aulas e para a própria aprendizagem.

Os principais detalhes por trás das aplicações do PI aqui relatada são: i) explicar aos alunos como funcionam as metodologias, 'dando o tom' das aulas; ii) selecionar questões que gerem discussões entre os estudantes durante a aplicação do PI; iii) caminhar pela sala durante a etapa de discussão, para ouvir as concepções alternativas ditas pelos estudantes, e também para incentivar àqueles que estão improdutivos a participarem; iv) estimular a participação dos estudantes durante a última etapa do PI, a explicação da questão (pedir para que alguém defenda uma determinada alternativa presente na questão costuma gerar debates e estimula maior participação dos estudantes. Com o tempo, os alunos passam a defender suas ideias para a turma, sem o professor requisitar).

Utilizar a aula como espaço de diálogos e discussões de ideias, por meio do PI e das atividades em grupo, tem se mostrado bastante promissor em termos de aprendizagens (não somente de conteúdo, mas de atitudes e habilidades educacionais), no contexto da educação profissional, científica e tecnológica, com estudantes do ensino médio integrado.

Espera-se que esse relato possa ajudar professores que queiram aplicar o PI em suas aulas, mesmo que pontualmente, ou até mesmo de maneira sistemática.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. R. de et al. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista brasileira ensino de física**, v. 39, n. 2, 2016.

ARAÚJO, I. S; MAZUR, E. 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**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, abr. 2013.

CROUCH, C; MAZUR, E. Peer Instruction: ten years of experience and results. **Am. J. Phys.**, v. 69, n. 9, pp. (970-977), setembro, 2001.

GIULIODORI, M. J; LUJAN, H. L; DICARLO, S. E. Peer instruction enhanced student performance on qualitative problem-solving questions. **Adv Physiol Educ.**, v. 30, n. 4, pp. (168-173), junho 2006.

HALLOUN, I; HESTENES, D. The initial knowledge state of college physics students. **Am. J. Phys.**, v. 53, n. 11, pp. (1043-1055), Janeiro, 1985.

HESTENES, D; MALCOLM, W; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, v. 30, n. 3, pp. (141-158), março, 1992.

JAMES, M; FEDERICA, B, GARCIA, P, What Are They Talking About? Lessons Learned from a Study of Peer Instruction. **Astronomy Education Review**, v. 7, n. 1, pp. (37-43), fevereiro, 2008.

JAMES, M; WILLOUGHBY, S. Listening to student conversations during clicker questions: what you have not heard might surprise you! **Am. J. Phys.**, v. 79, n. 1, pp. (123-132), Agosto, 2010.

LASRY, M; MAZUR, E; WATKINS, J. Peer Instruction: from Harvard to the two-year college. **Am. J. Phys.**, v. 76, n. 11, pp. (1066-1069), novembro, 2008.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa**. Tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, 2015. 252 p.

MÜLLER, M. et al. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto 'UCA' em aulas de física do ensino médio. **Caderno brasileiro de ensino de física**, Florianópolis, p. 491-524, agosto. 2012.

MÜLLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista brasileira de ensino de física**, v. 39, n. 3, 2017.

SILVA, D; SALES, G; CASTRO, J. A utilização do aplicativo plickers como ferramenta na implementação da metodologia Peer Instruction. **Revista eletrônica científica ensino interdisciplinar**, Mossoró, v. 4, n. 12, pp. (502-516), novembro, 2018.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. The construction of different classroom norms during Peer Instruction: Students perceive differences. **Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.**, v. 6, n. 2, 2 pp., novembro, 2010.

ZHANG, P.; DING, L.; MAZUR, E. Peer Instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res.**, v. 113, n. 1, 4 pp., janeiro, 2017.

Submetido em: novembro de 2022

Aprovado em: março de 2023