

A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS* COMO FERRAMENTA NA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*

THE USE OF THE *PLICKERS* APPLICATION AS A TOOL IN THE IMPLEMENTATION OF THE *PEER INSTRUCTION* METHODOLOGY

Diego de Oliveira Silva¹ - IFCE
Gilvandenys Leite Sales² - IFCE
Juscileide Braga de Castro³ - UFC

RESUMO

A utilização de metodologias ativas no ensino de Ciências tem sido amplamente documentada. No entanto é necessário que se leve em consideração o avanço da tecnologia e as novas ferramentas que podem ser utilizadas na implementação destas práticas. Este artigo busca verificar a usabilidade do aplicativo *Plickers* como meio eletrônico de votação e armazenamento de dados em uma atividade *Peer Instruction*. Foi realizada a aplicação de uma atividade de *Peer Instruction* em uma aula de Óptica, para uma turma de Ensino Médio Integrado, na disciplina de Física. Os resultados obtidos através da atividade e o relato de uso da ferramenta demonstram que a mesma apresenta muitas vantagens ao ser comparada com a maioria dos métodos tradicionais de votação utilizados em *Peer Instruction*.

Palavras-chave: Ensino de Física; Metodologias ativas; Peer Instruction; Plickers

ABSTRACT

The use of active methodologies in teaching science has been widely documented. However, it is necessary to take into account the advancement of technology and the new tools that can be used to implement these practices. This paper seeks to verify the usability of the *Plickers* application as an electronic means of voting and storing data in a *Peer Instruction* activity. A *Peer Instruction* activity was applied in an Optics class, for an Integrated High School class, in the Physics discipline. The results obtained through the activity and the use report of the tool demonstrate that it has many advantages when compared to most of the traditional voting methods used in *Peer Instruction*.

Keywords: Physics teaching; Active methodologies; Peer Instruction; Plickers

DOI: 10.21920/recei72018412502516
<http://dx.doi.org/10.21920/recei72018412502516>

¹ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto Federal do Ceará. Graduado em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Ceará. E-mail: diegoelessar@yahoo.com.br / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6647-4730>

² Doutor em Engenharia de Teleinformática. Atualmente é Professor Titular de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: denyssales@ifce.edu.br / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6060-2535>

³ Doutora em Educação. Professora Adjunta da UFC, vinculada a Faculdade de Educação/FACED e ao Departamento de Teoria e Prática do Ensino. Professora do Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do IFCE. E-mail: juscileide@virtual.ufc.br / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6530-4860>

INTRODUÇÃO

O ensino tradicional de Física, com aulas expositivas que se utilizam apenas de “quadro e giz”, tem se apresentado falho em capturar a atenção dos alunos. Além disto, tem se mostrado uma prática pedagógica que não estimula os estudantes a pensarem a respeito dos conceitos abordados, implicando em um aprendizado mecânico e fora de contexto.

Neste cenário, o ato de ensinar é comumente confundido como uma simples transmissão mecânica de conteúdo. O professor é visto como o único detentor do conhecimento e os alunos se encontram constantemente oprimidos por tarefas repetitivas, que estimulam apenas a memorização da matéria sem jamais permitir o pensamento crítico acerca do que é aprendido (LIBÂNIO, 1994). A realidade do ensino no Brasil prioriza os resultados em detrimento do aprendizado dos estudantes. A principal preocupação dos alunos é com a sua aprovação ao fim do período letivo, não importando os meios pelos quais suas notas são obtidas. Esta prática é evidenciada pelos baixos resultados em avaliações a nível nacional e internacional, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) (CARLOS, 2016).

Estas dificuldades podem ser notadas especialmente na aprendizagem de Física, uma vez que os alunos não demonstram interesse pela disciplina e as metodologias utilizadas geralmente não levam em consideração as vivências e necessidades dos estudantes, aumentando a ruptura entre aluno e matéria (LIMA; GAIO, 2009).

O jovem que hoje cursa o Ensino Médio já nasceu inserido em um mundo no qual as informações são disseminadas em grande quantidade e em velocidades cada vez maiores. Estes nativos digitais⁴ (PRENSKY, 2001) necessitam de um ambiente educacional que possa explorar suas habilidades de aprendizado tão influenciadas pelo acesso constante a estímulos sensoriais.

O professor pode se valer da popularização da tecnologia para estimular a participação dos estudantes em sala de aula, se aproveitando das possibilidades trazidas pelo uso de computadores, *tablets* e *smartphones*, tão presentes no cotidiano do aluno. Para isto, no entanto, é necessário que o educador adapte suas práticas pedagógicas de maneira que estas dialoguem com os alunos, aumentando o interesse e o engajamento dos mesmos (GONZALEZ et al., 2015; RIBAS, 2012).

Com uma maior proeminência a nível internacional, iniciativas para superar estes problemas têm sido implementadas de forma exitosa com o auxílio das metodologias ativas de aprendizagem (MÜLLER et al., 2017). Tanto no que diz respeito ao ensino conceitual de temas científicos quanto como ferramentas auxiliadoras do desenvolvimento cognitivo dos alunos, as metodologias ativas de aprendizagem se mostram como uma alternativa viável ao ensino tradicional (CROUCH; MAZUR, 2001; CROUCH et al., 2007).

Para Prince (2004) metodologias ativas de aprendizagem (*active learning*) podem ser vistas como quaisquer métodos que envolvam a participação ativa do estudante no processo de aprendizado em sala de aula. Contrastando com as aulas expositivas, nas quais o aluno recebe as informações diretamente do instrutor, de maneira passiva.

A Instrução por Pares (IpP) é uma modalidade de metodologia ativa de aprendizagem que se utiliza de testes conceituais e votações para oportunizar discussões entre os estudantes. A

⁴ Para Prensky (2001) o termo nativo digital se refere àqueles que nasceram inseridos em um contexto de acesso fácil e naturalizado às interações com formas digitais de comunicação, informação e entretenimento.

interação entre os alunos, ao buscarem a resposta correta, cria um ambiente no qual os estudantes são estimulados a refletir sobre o assunto visto em sala. Enquanto que o debate entre os alunos, no qual buscam convencer uns aos outros a mudarem suas respostas iniciais, provoca uma abordagem plural do tema (MÜLLER, 2013). Além disso, alguns elementos e objetivos presentes na IpP podem ser reconhecidos na aprendizagem significativa de Ausubel e no sócio-interacionismo de Vygotsky (MORAES; CARVALHO; NEVES, 2016).

Segundo Ausubel (1968) para que possa ocorrer uma aprendizagem significativa é necessário: considerar os conhecimentos prévios dos alunos; utilizar um material potencialmente significativo e; desenvolver a vontade do aluno aprender. Sendo assim, estimular o engajamento e o prazer do aluno em realizar as atividades em sala de aula, participando de maneira ativa da construção do conhecimento, pode contribuir para a ocorrência de uma aprendizagem duradoura e significativa daquilo que é estudado.

Além disso, para Vygotsky (1984) as interações entre os indivíduos e destes com o meio são responsáveis pela apreensão e troca de significados. Dessa forma, tem-se na Instrução por Pares uma metodologia que promove um ambiente de liberdade, no qual as discussões entre os colegas e com o professor são estimuladas para que se possa chegar a novas conclusões (LASRY, 2008). Bem como uma dinâmica que incentiva a participação, a curiosidade e o interesse dos alunos.

No entanto, o sucesso da atividade pode depender do método de votação escolhido, uma vez que pode facilitar ou dificultar a coleta e a análise de dados. Os métodos mais utilizados são os *flashcards* (ferramenta analógica) os *clickers* (ferramenta eletrônica). A utilização de ferramentas eletrônicas durante a votação, apesar de muitas vezes representar um custo não desprezível para a instituição de ensino, gera resultados mais confiáveis e permite que o professor possa ter acesso instantâneo às respostas (LASRY, 2008).

Por isso, ao buscar ferramentas eletrônicas de votação, é importante dar ênfase àquelas que sejam gratuitas e que não necessitem de uma estrutura especial por parte da escola. Desta forma, o aplicativo *Plickers* pode se mostrar como uma alternativa promissora aos *clickers* durante a prática da Instrução por Pares.

Este artigo tem como objetivo documentar a utilização do aplicativo *Plickers* na aplicação de uma dinâmica de Instrução por Pares em uma aula de Física de nível médio. Além disso, busca-se avaliar as potencialidades do aplicativo, nesta aplicação, como forma de facilitar a implementação e a coleta de dados durante uma IpP em aulas de Física.

Nas próximas seções é feito um apanhado das pesquisas sobre o uso da Instrução por Pares no ensino de Física, bem como é apresentada uma explicação mais detalhada sobre as etapas na aplicação desta técnica. Além disso, o aplicativo *Plickers* é apresentado como uma ferramenta que pode contribuir para a aplicação desta metodologia ativa em sala de aula. Ao final, apresenta-se, ainda, um relato de implementação da Instrução por Pares com auxílio do *Plickers*

INSTRUÇÃO POR PARES

A Instrução por Pares (IpP), ou *Peer Instruction*, é uma metodologia ativa de aprendizagem desenvolvida por Eric Mazur no começo dos anos 90 como forma de estimular um aprendizado significativo dos conceitos expostos em suas aulas de Física na universidade de *Harvard*.

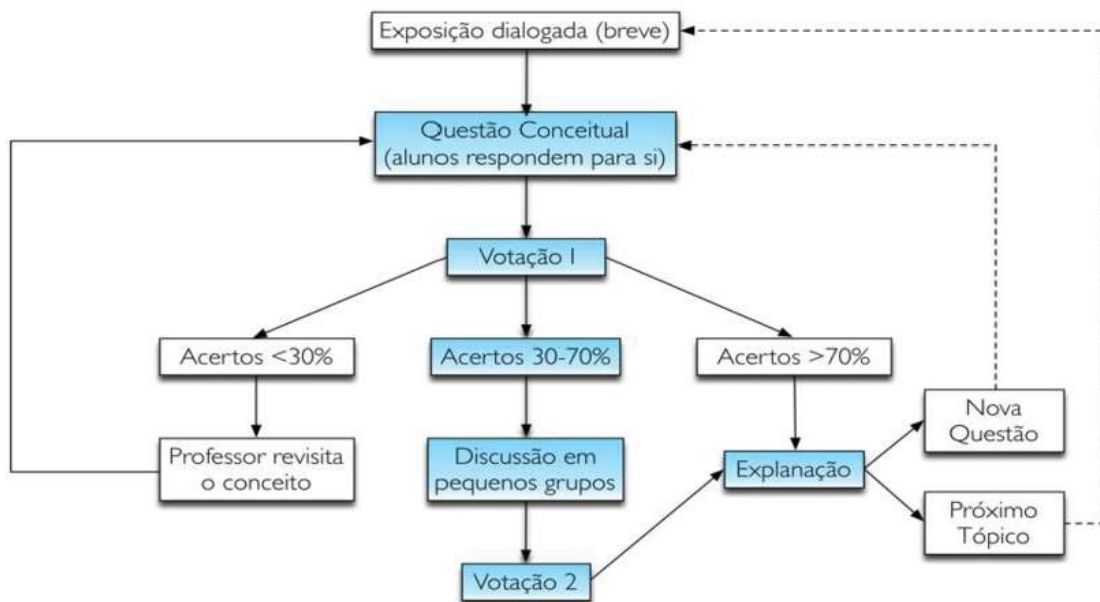
Durante a Instrução por Pares os alunos refletem sobre um conteúdo disponibilizado previamente pelo professor e são convidados a responderem testes conceituais sobre este tema (MAZUR, 1997). Se uma porcentagem entre 30% e 70% dos alunos obtiverem êxito no teste, o

professor então divide a turma em pequenos grupos de discussão, nos quais os alunos debatem sobre a questão e buscam entrar em acordo sobre a melhor resposta. Neste momento o teste é refeito e ocorre uma nova votação.

Um número de respostas corretas abaixo de 30% para uma determinada questão pode indicar que o conteúdo não foi assimilado de uma maneira que possibilite a continuidade da atividade. Sendo assim, o professor retorna ao assunto buscando novas maneira de abordar o conteúdo, e refaz o teste. Em contrapartida, se o número de acertos fica acima dos 70%, o professor explica a questão para a turma e decide se aplica um novo teste sobre o mesmo assunto ou segue para o próximo conteúdo.

Estas discussões entre alunos permitem que os mesmos possam refletir mais profundamente sobre os temas em estudo, com os colegas que já possuem um entendimento mais consolidado dos conceitos apresentados contribuindo para a instrução daqueles que ainda não o possuem. A figura 1 apresenta um fluxograma com as etapas presentes na instrução por pares.

Figura 1 - Etapas de uma Instrução por Pares.



Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Esta metodologia de ensino é uma das formas mais comumente encontradas na literatura sobre aprendizagem ativa, e seu uso tem se destacado em cursos superiores nos Estados Unidos, Canadá e Austrália (CROUCH et al., 2007).

Ainda para Crouch et al. (2007) os métodos de votação podem ir desde uma simples contagem de mãos levantadas à utilização de ferramentas eletrônicas (*clickers*) ou de cartões coloridos elaborados para este fim (*flashcards*). Cada uma destas modalidades de coleta de dados têm suas vantagens e desvantagens.

A contagem pelo levantar de mãos oferece ao professor uma rápida noção das opiniões dos estudantes, no entanto pode gerar desconforto para os alunos que são obrigados a votar publicamente. Além disso, há a falta de precisão e a possibilidade de as respostas da maioria influenciarem a fase de discussão entre os pares. O uso de *flashcards* permite que os estudantes

votem simultaneamente, mas existe a dificuldade de computar com precisão os votos de todos os alunos.

Os meios eletrônicos de votação, como os *clickers*, oferecem maior exatidão na coleta de dados, garantem o anonimato dos estudantes ao votarem e podem armazenar e exibir os resultados de maneira instantânea. No entanto, para Müller (2013) os gastos para a obtenção de sistemas eletrônicos de votação pode se configurar como um obstáculo para a implementação da Instrução por Pares em sala de aula.

Ainda segundo Mazur (1997) os métodos de votação não influenciam no sucesso da atividade. Apesar de a escolha do uso de *flashcards* ou de *clickers* não influenciar na aprendizagem, o uso de *clickers* favorece o processo de ensino. Isto pois, o uso de ferramentas eletrônicas de votação torna o processo de obtenção de dados mais rápido e preciso, além de permitir um melhor acompanhamento da evolução individual de cada aluno com relação aos objetivos de aprendizagem (LASRY, 2008).

Kielt, Silva e Miquelin (2017) já apontaram que o uso de um aplicativo para *smartphones* como ferramenta de votação eletrônica apresenta vantagens em relação ao uso de métodos analógicos. Os autores apontam que além de contribuir no engajamento dos estudantes, o uso deste tipo de dispositivo permite uma maior precisão na aquisição de dados, além de permitir um armazenamento mais eficiente das respostas dos alunos.

Em sua revisão da literatura Müller et al. (2017) constataram que 90% dos artigos encontrados sobre Instrução por Pares descreve a prática desta metodologia no Ensino Superior. Para os autores isso pode acontecer devido ao grande número de estudantes que chega à faculdade trazendo deficiências conceituais, bem como o fato de que muitas das pesquisas são realizadas por grupos de estudo baseados em instituições de Ensino Superior.

McDermott (2001) destaca alguns pontos a respeito da utilização da IpP, associada a outras metodologias ativas, em turmas de Física entre o final do Ensino médio e o fim de cursos de graduação. Os estudantes, quando estimulados a debaterem entre si na busca de respostas adequadas às questões norteadoras e testes conceituais, tendem a desenvolver um maior entendimento qualitativo da matéria estudada. Isto pode impactar de maneira positiva o entendimento quantitativo, levando a um melhor desempenho na resolução de exercícios.

Brooks e Koretsky (2011) adaptaram a IpP acrescentando respostas escritas, bem como uma escala de confiança na resposta correta, às alternativas dos testes conceituais. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que mostrar aos estudantes os resultados preliminares do primeiro teste afeta de maneira negativa a confiança dos mesmos em suas respostas. No entanto, notou-se uma melhora geral no nível das respostas escritas após a fase de discussão entre os colegas.

Coelho (2018) destaca a dificuldade em se obter resultados significativos quando da implementação de metodologias ativas no Ensino Médio. O autor documenta e compara os efeitos da aplicação da Instrução por Pares e da Aprendizagem Baseada em Equipes em duas turmas de Ensino Médio integrado, e apesar de verificar que a primeira se mostra mais eficiente que a segunda, credita à imaturidade dos alunos a incongruência entre os dados obtidos em sua pesquisa e o que diz a literatura.

Sendo o uso de meios eletrônicos de votação na IpP uma forma de garantir maior confiabilidade nos dados obtidos, bem como de favorecer a prática docente, é importante que se busque alternativas que permitam a utilização de ferramentas tecnológicas gratuitas no processo de ensino, não onerando o professor ou a instituição. Desta forma, a próxima seção se dispõe a apresentar as características da ferramenta de coleta de dados *Plickers*.

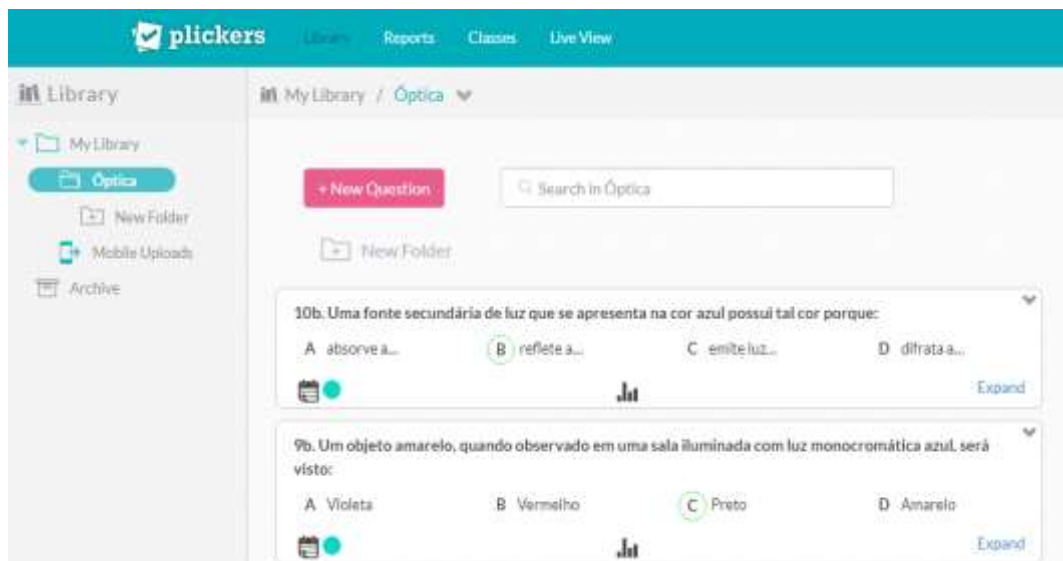
PLICKERS

O *site*/aplicativo *Plickers* se apresenta como uma ferramenta gratuita de contagem de votos que permite a criação de bibliotecas de questões elaboradas pelo professor, o cadastramento e acompanhamento dos estudantes organizados em salas, e bases de dados com os resultados obtidos em cada teste. Para isso, basta apenas que o professor se cadastre no *site*⁵ e baixe o aplicativo em um *smartphone* ou *tablet*.

O *site* permite que o professor organize as questões adicionadas em bibliotecas temáticas, e uma vez cadastradas, estas questões podem ser inseridas de maneira livre na composição de diferentes questionários. No momento do cadastro da questão, que deve ser de múltipla escolha e possuir 4 itens, o professor define qual será a resposta correta.

Depois de criar uma sala e inserir os alunos na mesma, o professor escolhe as questões que serão aplicadas durante a atividade dentre aquelas que foram inseridas em sua biblioteca. Na figura 2 é apresentado um exemplo da tela de seleção das questões cadastradas.

Figura 2 - Biblioteca de questões do site Plickers.

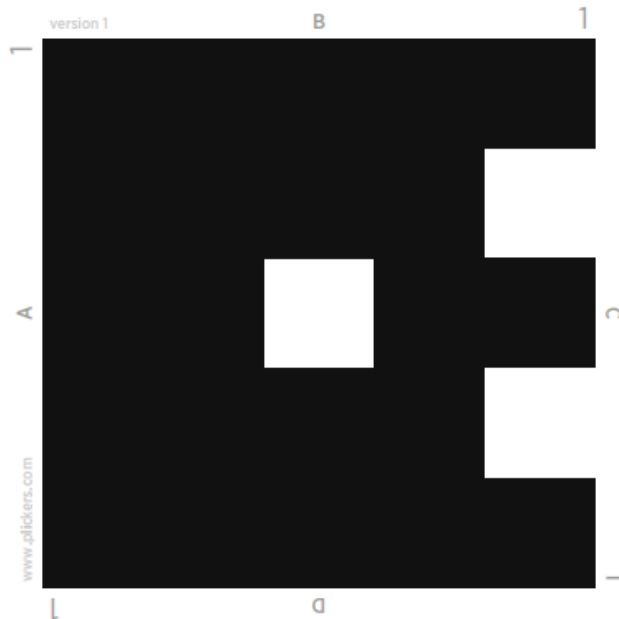


Fonte: Os autores.

O *site* oferece os cartões resposta que devem ser impressos e distribuídos em turmas de até 63 alunos. Cada cartão é diferente, com formas e reentrâncias únicas, e a este é atribuído um número que representa o estudante que o utiliza. As legendas do cartão são propositalmente claras, de modo que apenas o aluno ao qual o cartão foi designado possa saber qual opção está sendo mostrada. O estudante deve escolher a resposta que julga correta girando o cartão, com cada lado do mesmo representando uma das alternativas possíveis. Quando, por exemplo, o estudante deseja escolher o item “A” como resposta, o mesmo deve posicionar o cartão de maneira que a letra “A” esteja no lado superior deste. O mesmo vale para as demais opções. A seguir, a figura 3 mostra um exemplo de cartão resposta.

Figura 3 - Cartão resposta utilizado pelo aplicativo *Plickers*.

⁵ <https://www.plickers.com/>



Fonte: www.plickers.com

O professor então utiliza a câmera de um *smartphone* ou *tablet*, que possua o aplicativo *Plickers* instalado, para fazer o reconhecimento óptico das respostas dos alunos e estas são enviadas ao banco de dados do *site*, instantaneamente. Durante a atividade os alunos podem ver o momento em que suas respostas são contabilizadas pelo aplicativo. O professor também tem a opção de exibir um gráfico que mostra quantos alunos escolheram cada item.

Depois que a atividade é finalizada as respostas são armazenadas no *site* e podem ser acessadas a qualquer tempo na seção *Reports*. Para uma exibição mais detalhada dos dados da atividade a seção *Scoresheet* apresenta as porcentagens de acertos de toda a turma e por aluno para cada questão, bem como a opção escolhida por cada estudante. Estes dados podem ser baixados no formato de planilha ou impressos para análise, facilitando a avaliação dos mesmos. A figura 4 apresenta um exemplo da seção *Scoresheet* referente à uma atividade realizada.

Figura 4 - Exemplo de planilha de resultados da atividade.

Card #	Student Name	Total %	1a. As imagens geradas por um espelho...	1b. As imagens geradas por um espelho...	2a. Um feixe cilíndrico de luz monocromática...	2b. Um feixe cilíndrico de luz monocromática...	3a. Quando um feixe de luz monocromática...
		58%	30%	90%	0%	90%	100%
1. 01		42%	D	B	A	B	D
2. 02		49%	B	B	A	C	D
3. 03		49%	B	B	A	C	D
4. 04		54%	C	B	B	C	D
5. 05		46%	B	B	A	C	D
6. 06		54%	C	B	B	C	D
7. 07		54%	C	B	B	C	D

Fonte: Os autores.

Desta forma, o *Plickers* se apresenta como uma ferramenta que não se limita a apenas facilitar a aquisição de dados referentes às interações pedagógicas que se utilizam de questionários. O *site* também fornece uma série de ferramentas que possibilitam a organização de questões e o gerenciamento de questionários e turmas. Além disso, pelo fato de não possuir custos atrelados ao seu uso, este recurso não onera o professor ou a instituição de ensino, facilitando a inserção de recursos digitais na elaboração das aulas.

METODOLOGIA

A pesquisa se apresenta como um estudo de caso, e do ponto de vista metodológico, possui caráter quali-quantitativo. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é caracterizado como uma pesquisa empírica que se dá em um contexto específico. Além disso, o investigador busca abordar um fenômeno contemporâneo inserindo-se no ambiente de sua realização.

A aplicação da Instrução por Pares foi realizada no dia 6 de Novembro de 2017 com 10 (dez) alunos de uma turma de Física do 8º semestre do curso técnico integrado em eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). A intervenção se deu durante duas horas, ocupando duas aulas da disciplina de Óptica.

Os alunos vinham de uma sequência de aulas que abordaram a Óptica Física e a Óptica Geométrica, fontes de luz primárias e secundárias, a reversibilidade e independência dos raios luminosos, propagação retilínea da luz, sombra e penumbra, cor da luz, cor de um corpo, ponto objeto e ponto imagem, reflexão regular da luz, leis da reflexão da luz, propriedades da reflexão da luz nos espelhos planos, a formação de imagens nos espelhos planos, e propriedades fundamentais dos espelhos planos.

Os dados coletados foram de caráter qualitativo e quantitativo, buscando analisar a opinião dos alunos quanto ao uso de uma ferramenta digital durante a implementação de uma IpP, bem como verificar a eficiência da própria IpP. Desta forma, as informações referentes à aplicação da Instrução por Pares, de cunho quantitativo, foi realizada através da ferramenta *Plickers*. Já os dados qualitativos, que dizem respeito à opinião dos alunos quanto à utilização da

ferramenta, foram registrados em diário de campo, tendo sido considerados os discursos e as reações à metodologia desenvolvida.

No início da aula o professor fez uma rápida revisão do assunto e, em seguida, o pesquisador implementou a intervenção pedagógica utilizando a metodologia Instrução por Pares com o auxílio do aplicativo *Plickers*. Os estudantes foram apresentados às regras da atividade e às instruções sobre como utilizar os cartões resposta. Cada aluno recebeu um cartão resposta identificado com seu número na chamada.

Foi utilizado um questionário com 7 (sete) testes conceituais e cada questão foi projetada no quadro a partir do *site*, mostrando o enunciado e as opções de maneira clara. Cada teste conceitual foi composto por um enunciado e quatro alternativas, das quais apenas uma era a correta. Os enunciados dos testes utilizados e as alternativas dos mesmos, com as respostas corretas destacadas em negrito, podem ser vistos na tabela 1, a seguir.

Quadro 1 - Enunciado dos Testes Conceituais.

Q1	<i>As imagens geradas por um espelho plano são:</i>
	<i>a) Reais e Maiores b) Virtuais e Invertidas c) Reais e Invertidas d) Virtuais e Menores</i>
Q2	<i>Um feixe cilíndrico de luz monocromática, propagando-se no ar, incide na superfície da água de um tanque, originando dois novos feixes: um refletido e outro refratado. A respeito dessa situação, podemos afirmar que:</i>
	<i>a) A frequência da luz refletida é maior que a da luz refratada. b) O ângulo de reflexão é menor que o de refração. c) O comprimento de onda da luz refletida é maior que o da luz refratada. d) O módulo da velocidade de propagação da luz refletida é menor que o da luz refratada.</i>
Q3	<i>Quando um feixe de luz monocromático sofre uma mudança de meio, passando do ar para a água, a grandeza que se mantém sempre constante é:</i>
	<i>a) a velocidade de propagação b) o comprimento de onda c) a direção de propagação d) a frequência</i>
Q4	<i>O fenômeno da formação de sombra evidencia que:</i>
	<i>a) a luz possui baixa frequência b) a luz se propaga em curvas c) a luz se propaga em linha reta d) a luz não é onda</i>
Q5	<i>Ao incidir sobre uma superfície reflexiva plana, um raio de luz será:</i>
	<i>a) Refletido com o mesmo ângulo de incidência b) Difratado em diferentes direções c) Absorvido pela superfície d) Refletido sobre o foco</i>

Q6	<i>Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:</i>
	<i>a) Os raios luminosos cancelam-se. b) Continuam propagando-se na mesma direção e sentido que antes. c) Propagam-se em trajetórias curvas. d) Mudam a direção de propagação.</i>
Q7	<i>Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto:</i>
	<i>a) Violeta b) Vermelho c) Preto d) Amarelo</i>

Fonte: Os autores.

Durante a fase destinada ao retorno, os alunos levantavam o cartão resposta na posição correspondente à opção escolhida. Se uma questão apresentava um número de acertos entre 30% e 70%, a turma debatia entre si na tentativa de chegar a um consenso quanto a resposta correta. Então a pergunta era refeita e os alunos eram convidados a responder novamente.

No único caso em que houve ocorrência de um número de acertos inferior a 30%, o professor julgou apropriado que os alunos pudessem debater entre si, no intuito de verificar qual seria a reação da turma e se a discussão poderia concorrer para que os mesmos alcançassem a resposta correta. Quando o número de respostas corretas foi superior a 70% na primeira votação, seguiu-se diretamente para a questão seguinte da lista.

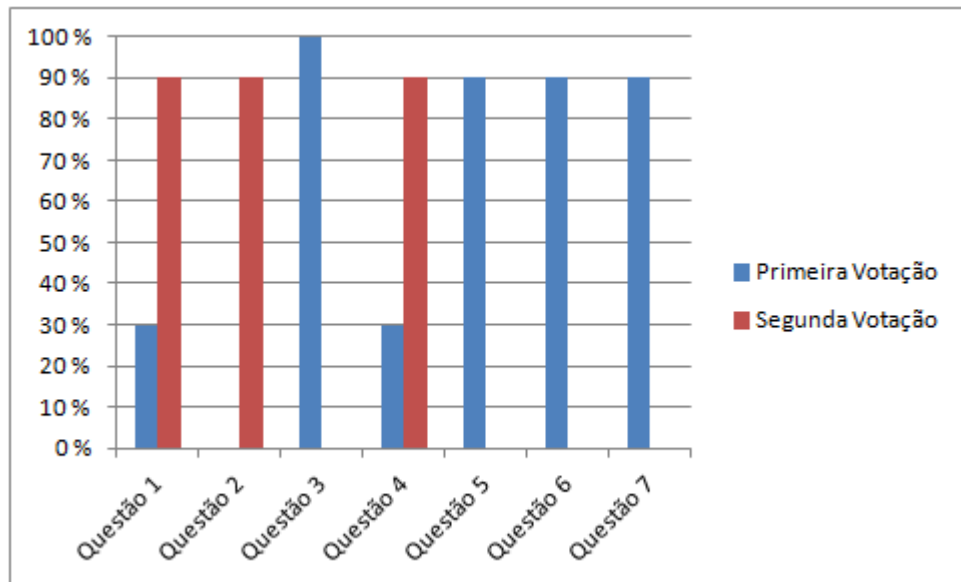
Os dados foram coletados e armazenados de maneira automática durante a realização da intervenção pedagógica por meio do aplicativo *Plickers*. Estes dados foram então exportados para uma planilha e analisados de maneira quantitativa, considerando o aumento ou diminuição no número de respostas corretas dadas por cada aluno ao longo da atividade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto à implementação da metodologia IpP, todos os alunos participaram da resolução dos testes conceituais, demonstrando empolgação nos debates entre si e com o professor, bem como durante o processo de votação. Notou-se que no decorrer das discussões os estudantes defendiam seus pontos de vista mas se mostravam receptivos às ideias dos colegas, utilizando argumentos e promovendo um debate saudável. Assim, é possível notar uma confirmação do comportamento esperado dos alunos em uma atividade de IpP (ARAUJO; MAZUR2013).

Conforme explicado anteriormente na metodologia, os estudantes responderam a 7 questões, obtendo desempenhos distintos em cada uma delas (figura 5).

Figura 5 - Porcentagem de acertos durante as votações.



Fonte: Os autores.

Verifica-se, na figura 5, que os estudantes demonstraram dificuldade nas questões Q1, Q2 e Q4, pois, na primeira votação apresentaram desempenho de 30%, 0% e 30%, respectivamente, sendo necessário, portanto, uma segunda votação. A metodologia IpP mostrou-se eficiente, já que após discussão e debate em pequenos grupos, pôde-se notar uma convergência para a resposta correta por 90% dos alunos.

As três questões (Q1, Q2 e Q4) abordam o comportamento dos raios luminosos. Evidenciou-se que, apesar de uma dificuldade inicial, a discussão entre os colegas levou os participantes a chegarem à conclusão apropriada. O uso de um método eletrônico de coleta de dados possibilitou uma avaliação precisa e rápida das respostas dadas pelos estudantes. Similarmente ao que é apontado por Mazur (1997) sobre o uso de *clickers* durante a IpP, o uso do aplicativo *Plickers* se mostra como uma ferramenta capaz de facilitar o processo de ensino.

A questão considerada de maior dificuldade foi a Q3, já que nenhum aluno acertou durante a primeira votação, possivelmente, por esta se diferenciar das demais questões ao abordar a relação entre as grandezas físicas presentes no comportamento das ondas. Ainda assim, o pesquisador optou por prosseguir com as discussões entre os estudantes e a subsequente realização de uma nova votação. Na segunda tentativa todos os alunos escolheram a alternativa correta, evidenciando que o debate entre os participantes contribuiu de maneira positiva na busca pela melhor resposta.

A turma apresentou um índice de acerto bastante alto logo na primeira votação das questões Q5, Q6 e Q7. Especula-se que isto possa ter ocorrido pelo fato de as mesmas abordarem conceitos mais elementares da óptica, como a reflexão e a independência dos raios luminosos. Desta forma, o pesquisador não julgou necessária uma segunda votação, dando sequência à atividade.

Nenhum dos estudantes que havia respondido corretamente na primeira votação mudou sua resposta após a discussão com os colegas, o que pode evidenciar que a escolha de suas respostas não foi ao acaso. Também se notou que durante as discussões nenhum aluno se mostrou alheio ao debate. Müller et al. (2012) já havia relatado resultados semelhantes, no que compete ao engajamento e participação dos alunos, ao aplicar a Instrução por Pares em uma turma de Ensino Médio com o auxílio de meios eletrônicos de votação.

Ao serem inicialmente apresentados ao *Plickers*, os alunos não tiveram dificuldades em se adaptar à utilização dos cartões resposta e se mostraram bastante motivados durante a atividade. O fato de os cartões apresentarem legendas mais claras e com fonte reduzida impede que os alunos sejam influenciados pelas alternativas escolhidas pelos colegas, uma vez que se torna praticamente impossível que os alunos saibam qual opção cada cartão representa em um dado momento. Durante a coleta das respostas os alunos viam no projetor o momento em que seu cartão era identificado pelo *smartphone* do professor, avisando quando a leitura do mesmo demorava mais que o normal.

Kielt, Silva e Miquelin (2017) implementaram uma atividade de Instrução por Pares fazendo uso de um aplicativo para *smartphones* como ferramenta eletrônica de votação, encontrando resultados que apontam as vantagens de se utilizar este tipo de dispositivo. O uso do *Plickers* apresenta similaridades com os resultados encontrados pelos autores, tendo a vantagem de ser gratuito e compatível com a maioria dos *smartphones* disponíveis no mercado. Além disso, por não necessitar que os alunos utilizem seus próprios dispositivos móveis, a utilização do *Plickers* estimula a participação dos estudantes, viabilizando o caráter democrático da atividade.

A empolgação dos alunos com a utilização de um método de ensino diferente do habitual “quadro e giz” foi facilmente evidenciada pela vontade que estes demonstraram em participar ativamente da atividade, corroborando as ideias de Ribas (2012) a respeito do uso de tecnologias em sala de aula. Nenhum estudante permaneceu apático ou descontente durante a atividade. Na sequência são apresentadas as considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de metodologias ativas de aprendizagem para aumentar o engajamento e participação dos estudantes é amplamente documentada na literatura, com suas vantagens e desvantagens tendo sido exploradas em diversas áreas do ensino. Com mais de 20 anos de existência, a Instrução por Pares é uma das metodologias ativas mais utilizadas no ensino de Ciências da Natureza e da Matemática. No entanto os relatos de implementação de IpP no Ensino Médio representam apenas uma pequena porcentagem dos estudos realizados (FAGEN; CROUCH; MAZUR, 2002; OLIVEIRA, 2012; MÜLLER, 2013).

A realidade das escolas públicas no Brasil, de maneira geral, não oferece meios que possibilitem a utilização de metodologias que façam uso das tecnologias digitais. Apesar de existirem alguns relatos exitosos da implementação de Instrução por Pares no Ensino Médio (MÜLLER et al., 2012) são muitos os fatores que dificultam a utilização desta metodologia. A inexistência de acesso comum à internet em sala de aula, a aquisição de aparelhos a serem utilizados durante a atividade, a necessidade de se conduzir a turma ao laboratório de informática, nos casos em que a escola possui um, etc.

A popularização desta metodologia está ligada à criação e utilização de meios que possam contornar os empecilhos comumente encontrados nas escolas públicas brasileiras. Dessa forma, podemos destacar as vantagens da utilização do aplicativo *Plickers* na aplicação da IpP. Além de ser um aplicativo gratuito, o mesmo elimina a necessidade de que cada aluno possua um dispositivo conectado ao computador do professor. Na verdade, não é necessário que o professor faça uso computador ou conexão com a internet durante a atividade, uma vez que o aplicativo permite que se utilize apenas os cartões resposta e o *smartphone* ou *tablet* para a coleta e armazenamento das respostas dos alunos.

O *Plickers* sincroniza os dados armazenados no dispositivo móvel com a base de dados do *site* uma vez que o aparelho se conecte à internet. Isso possibilita que o professor organize as informações obtidas durante a atividade em planilhas e gráficos, facilitando a correção e garantindo a exatidão dos dados. Se o professor possuir um computador que possa utilizar em sala de aula e acesso à internet o *Plickers* torna a atividade ainda mais interativa, permitindo o *feedback* imediato às respostas dos alunos. Apesar disso, estudos futuros podem se beneficiar da utilização de questionários elaborados especificamente para avaliar, de maneira quantitativa, a opinião dos estudantes a respeito do uso desta ferramenta.

Sendo assim, evidencia-se que o *site/aplicativo Plickers* se mostra como uma alternativa viável e vantajosa para a implementação de IpP com o uso de meios eletrônicos de votação, influenciando de forma positiva a participação dos alunos e auxiliando o professor a contornar as possíveis dificuldades encontradas na maioria das escolas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. 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**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.362-384, 17 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BERNARDINO, Fernanda Amaral. **Tecnologias e Educação: representações sociais na sociedade da informação**. Curitiba: Appris, 2015.

BROOKS, B. J.; KORETSKY, M. D. The Influence of Group Discussion on Students' Responses and Confidence during Peer Instruction. **Journal Of Chemical Education**, [s.l.], v. 88, n. 11, p.1477-1484, nov. 2011. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ed101066x>.

COELHO, M. N. Uma comparação entre Team-Based Learning e Peer-Instruction em turmas de Física do Ensino Médio. **Revista Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 4, n. 10, pp. 40-50, 2018.

CROUCH, Catherine; MAZUR, Eric. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

CROUCH, C.; FAGEN, A.; MAZUR, E. Peer instruction: Results from a Range of Classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40. April 2002.

CROUCH, Catherine; WATKINS, Jessica; FAGEN, Adam; MAZUR, Eric. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, p.1-55. 2007

GONZALEZ, M. A. et al. Teaching and Learning Physics with Smartphones. 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, Munich 9-11/9, 2015.

KIELT, E. D.; SILVA, S. C. R.; MIQUELIN, A. F. Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer Instruction. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 39, n. 4, p.1-8, 12 jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0091>.

LASRY, N. Clickers or flashcards: is there really a difference? **The Physics Teacher**, College Park, v. 46, p. 242 - 244, Apr. 2008.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer Instruction: from Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, College Park, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, Nov. 2008.

LIBÂNIO, J. C. **Didática**. São Paulo, Cortez, 2006.

LIMA, E. A.; GAIO, D. C. **FÍSICA: a importância da experimentação associada ao lúdico**. Cuiabá, 2009.

CARLOS, Pablo Rafael de Oliveira. **UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO E AS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO- APRENDIZAGEM DE FÍSICA**. 2016. 347 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/4082>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

HUR, J. W.; SUH, S. Making Learning Active with Interactive Whiteboards, Podcasts, and Digital Storytelling in ELL Classrooms. **Computers In The Schools**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.320-338, out. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07380569.2012.734275>.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a user's manual**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.

MCDERMOTT, L. C. Oersted Medal Lecture 2001: "Physics Education Research—The Key to Student Learning". **American Journal Of Physics**, [s.l.], v. 69, n. 11, p.1127-1137, nov. 2001. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.1389280>.

MORAES, L. D. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, Á. J. M. O PEER INSTRUCTION COMO PROPOSTA DE METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA. **Journal Of Chemical Engineering And Chemistry**, [s.l.], v. 2, n. 3, p.107-131, 1 out. 2016. Universidade Federal de Vicosa. <http://dx.doi.org/10.18540/2446941602032016107>.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

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**, [s.l.],

v. 39, n. 3, p.1-20, 13 mar. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0012>.

MÜLLER, M. G. 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**, [s.l.], v. 29, p.491-524, 8 out. 2012. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p491>.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE**, Sobral-CE, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. **On The Horizon**, [s.l.], v. 9, n. 5, p.1-6, set. 2001. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816>.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. **Journal Of Engineering Education**, [s.l.], v. 93, n. 3, p.223-231, jul. 2004. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>.

RIBAS, Arilson Sartorelli. **Telefone celular como um recurso didático: possibilidades para mediar práticas do ensino de Física**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa-PPGECT, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Submetido em: Maio de 2018

Aprovado em: Outubro de 2018