

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Giliandro Farias

Instrução por pares no ensino superior utilizando o aplicativo *Plickers*

Florianópolis

2022

Giliandro Farias

Instrução por pares no ensino superior utilizando o aplicativo *Plickers*

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Graduação em Química do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador(a): Profa. Luciana de Passos Sá, Dra.

Florianópolis

2022

Farias, Giliandro

Instrução por pares no ensino superior utilizando o aplicativo Plickers / Giliandro Farias ; orientador, Luciana de Passos Sá, 2022.

55 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Química, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Química. 2. Instrução por Pares. 3. Metodologias ativas. 4. Plickers. I. de Passos Sá, Luciana . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química. III. Título.

Giliandro Farias

Instrução por pares no ensino superior utilizando o aplicativo *Plickers*

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Licenciado em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Química.

Local Florianópolis, 08 de dezembro de 2022.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof.(a) Luciana de Passos Sá, Dra.(a)
Orientador(a)

Prof.(a) Anelise Maria Regiani, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Júlio Cesar Milli, Me.
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2022.

Dedico este trabalho à minha mãe,
Melânia Schneider.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço minha mãe Melânia e minha família, por todo o amor, carinho, apoio, estímulo, compreensão e amparo despendidos nestes anos de estudo e distância.

A professora Luciana Passos Sá, por quem fui orientado. Obrigado pelo conhecimento compartilhado, pelo exemplo e constante presença durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso de Licenciatura em Química da UFSC por todos os ensinamentos que recebi nesse período, e também àqueles que de algum modo transmitiram seu conhecimento e me ensinaram grande parte do que sei hoje.

Quero agradecer a todos os meus amigos da minha cidade natal e aos que fiz nestes anos na UFSC, os quais transformaram estes anos em Florianópolis muito mais agradáveis.

Agradeço à UFSC e ao Departamento de Química pela oportunidade de formação e por todos os funcionários que contribuem para a existência e a continuidade desta instituição.



“Na vida, não existe nada a temer, mas a entender”

RESUMO

A utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem é cada vez mais indicada na formação de cidadãos, buscando-se desenvolver competências e habilidades necessárias para o século XXI. Estas metodologias emergem como abordagens que buscam potencializar a autonomia dos estudantes, promovendo maior comunicação, colaboração, criticidade e criatividade. Entre as diversas possibilidades encontradas atualmente, a Instrução por Pares se destaca no ensino de ciências da natureza. Contudo, existem poucos relatos na literatura, no âmbito nacional, sobre o uso desta metodologia aplicada ao ensino superior de química. Deste modo, no presente trabalho tivemos como objetivo geral analisar possíveis contribuições do *método de Instrução por Pares associado ao aplicativo Plickers para a aprendizagem de estudantes no ensino superior*. Participaram desta pesquisa estudantes de disciplinas de Química Geral oferecida a distintos cursos de uma universidade federal. Do ponto de vista qualitativo, a Instrução por Pares promoveu maior interação da turma durante as aulas, considerando as percepções dos discentes sobre a proposta de ensino. Já quantitativamente, o emprego do método em aulas de química promoveu valores de ganho de Hake moderados e altos, indicando que sua aplicação em turmas do ensino superior de química pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem e favorecer uma aprendizagem mais significativa.

Palavras-chave: Instrução por Pares; Metodologias ativas; *Plickers*.

ABSTRACT

The use of active teaching methodologies is increasingly indicated in the citizens education seeking to develop skills and abilities necessary for the 21st century. These methodologies emerge as approaches that seek to enhance students autonomy, promoting greater communication, collaboration, criticality, and creativity. Among the various possibilities currently found, Peer Instruction stands out in teaching natural sciences. However, there are few reports in the Brazilian literature on this methodology applied to higher education in chemistry. Thus, in this work, the general goal was to investigate the possible contributions from the Peer Instruction method associated with using the Plickers application in classes of General Chemistry offered to different courses at a federal university. From a qualitative point of view, Peer Instruction promoted more significant class interaction during classes, considering the students perceptions about the teaching proposal. Quantitatively, the use of the method in chemistry classes elevated moderate and high values of Hake gain, indicating that its application in higher education chemistry classes can contribute to the teaching-learning process and favor more meaningful learning.

Keywords: Peer Instruction; Active Methodologies; Plickers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma esquematizando a dinâmica de uma aula com PI.....	20
Figura 2 - Esquema do método a ser utilizado.....	28
Figura 3 - Exemplo de questões cadastradas na biblioteca do site <i>Plickers</i>	33
Figura 4 - Exemplo de turma criada no site <i>Plickers</i>	34
Figura 5 - Modelo de cartão resposta disponível no site <i>Plickers</i>	35
Figura 6 - Exemplo de <i>Reports</i> criado no site <i>Plickers</i>	36
Figura 7 - Resultados das votações realizadas durante a pesquisa com as Turmas 1 (a), 2 (c) e 3(c). A coluna em cor laranja se refere ao percentual da primeira votação, enquanto a verde da segunda votação.....	38
Figura 8 - Resultado das avaliações dos alunos sobre o método de PI.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Divisão de tempo prevista para aula utilizando a PI (Fraenkel e Wallen 2009).....	29
Quadro 2 - Perguntas utilizadas durante as aulas.....	30
Quadro 3 - Questões feitas para os estudantes.....	32
Quadro 4 - Respostas selecionadas para a Questão 1 feita aos alunos.....	43
Quadro 5 - Respostas selecionadas para a Questão 2 feita aos alunos.....	44
Quadro 6 - Respostas selecionadas para a Questão 3 feita aos alunos.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das votações realizadas durante a pesquisa com as Turmas 1, 2 e 3.....37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PBL Aprendizagem baseada em problemas – do inglês *Problem-Based Learning*

PI Instrução por Pares – do inglês *Peer Instruction*

TBL Aprendizagem baseada em equipes – do inglês *Team-Based Learning*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	17
2.2	INSTRUÇÃO POR PARES	19
2.3	INSTRUÇÃO POR PARES NO ENSINO DE QUÍMICA	23
3	OBJETIVOS	26
3.1	OBJETIVO GERAL	26
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4	PERCURSO METODOLÓGICO	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	FERRAMENTA DE VOTAÇÃO - <i>PLICKERS</i>	36
5.2	QUANTITATIVOS E OBSERVAÇÕES ACERCA DO MÉTODO DE PI	37
5.3	PERCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE O MÉTODO DE INSTRUÇÃO POR PARES	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
7	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O aprendizado de química, em qualquer idade e nível social, pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o mesmo for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (Brasil 2006). Para cumprir esses pressupostos na formação de um cidadão, o ensino da química, bem como o das demais ciências, requer ações pedagógicas voltadas para o desenvolvimento integral do aluno, buscando desenvolver a habilidade do mesmo se apropriar de sua realidade e de a transformar construtivamente. A aquisição do conhecimento e o aprender só acontecem através da construção e da interação. O professor neste processo tem o papel de desenvolver conteúdos significativos para estimular situações desafiadoras, que pressupõem interações com os alunos, deles entre si, e com o ambiente ao seu redor. Isso requer que as atividades formativas possam desenvolver competências além das cognitivas, que possam ser identificadas na prática, em procedimentos comuns em sala de aula e no planejamento coerente de ações (Andrade, Capim, e Oliveira 2007).

No âmbito do ensino de ciências, propostas que visam relacionar os novos saberes com a realidade do aluno e suas vivências vêm sendo discutidas, inclusive no âmbito da formação inicial e continuada de professores. Neste sentido, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963) se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e, deste modo, apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é a antítese da aprendizagem mecânica ou arbitrária, aquela que desconsidera a relação entre um conceito anterior com novos conceitos para a construção do conhecimento (Zuconelli et al. 2018).

Segundo Kiefer e Pillati (2014) para que a aprendizagem seja significativa o professor deve problematizar o conhecimento inicial dos alunos, desenvolver um questionamento dialógico e reconstrutivo, promover a comunicação e valorizar a função epistêmica dos processos envolvidos (Kiefer e Pillati 2014). Além disto, a aprendizagem é considerada mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Contudo, na sociedade atual não basta apenas adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente (Moreira 2006). Ao mesmo tempo em que é preciso viver em

sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico em relação a ela. Nessa perspectiva, as metodologias ativas de ensino e aprendizagem têm sido recomendadas na literatura e se caracterizam por proporcionar ao aluno a possibilidade de uma postura ativa e desenvolver aspectos como a autonomia, a problematização e reflexão da realidade, o trabalho em equipe e a inovação (Diesel, Baldez, e Martins 2017).

As possibilidades para desenvolver metodologias ativas de ensino e aprendizagem são múltiplas, a exemplo da aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning – PBL*), e da aprendizagem baseada em equipes (*Team-Based Learning – TBL*). Ainda, outros procedimentos podem constituir metodologias ativas de ensino e aprendizagem, como: trabalho em pequenos grupos; relato crítico de experiência; socialização; mesas-redondas; plenárias; exposições dialogadas; debates temáticos; oficinas; leitura comentada; apresentação de filmes; interpretações musicais; dramatizações; dinâmicas lúdico-pedagógicas; portfólio; entre outros (Paiva et al. 2016).

No contexto das metodologias ativas também se encontra a Instrução por Pares (*Peer Instruction - PI*), traduzida do inglês *Peer Instruction*, que se baseia na ideia de que a aprendizagem também decorre da interação entre os estudantes e do estudo fora da sala de aula, por meio de um processo que busca valorizar as relações aluno-aluno no processo de ensino e aprendizagem. O processo de PI oferece oportunidades para a aprendizagem cooperativa, valorizando as interação ou ações de indivíduos para auxiliar outros membros do grupo (Johnson e Johnson 2009). Além disso, a instrução por pares oferece oportunidades para avaliação com *feedback* imediato e, portanto, incorpora oportunidades para os alunos serem metacognitivos, monitorando sua compreensão e refletindo sobre possíveis mal-entendidos (McDonnell e Mullally 2016).

Mesmo considerando os diversos trabalhos utilizando metodologias ativas, principalmente o PI, pesquisas no âmbito nacional que buscam investigar como este método pode favorecer o processo de aprendizagem no ensino de química ainda são escassas, principalmente no ensino superior. Por essa razão no presente trabalho propomos uma série de ações pautadas nas etapas da PI e a partir disso buscaremos responder a seguinte questão de pesquisa: *O método da Instrução por Pares associado ao aplicativo Plickers pode contribuir com a aprendizagem de química dos estudantes no ensino superior?*

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O referencial teórico empregado em muitos estudos que investigam as potencialidades das metodologias ativas, incluindo a PI, é a Teoria da Aprendizagem Significativa (Bispo e Lopes, 2021). Esta surgiu da experiência vivida por David Ausubel, que se considerava insatisfeito com a sua escolarização, e com sua atuação como psiquiatra e psicólogo do desenvolvimento. Estes fatores levaram Ausubel a estudar sobre o indivíduo. As experiências profissionais dele contribuíram para o desenvolvimento de sua teoria, que coloca a escola como o local de compreender e atribuir significados (Moreira e Masini, 2001). Segundo Ausubel, a ideia central de aprendizagem significativa é:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio diria o seguinte: de todos os fatores que influem na aprendizagem, o mais importante é o que o aprendiz já sabe. Averigüe-se isso e ensine-se levando-o em consideração (Ausubel, 1963, p. 4).

Quando se refere ao “o que o aprendiz já sabe” Ausubel remete a “estrutura cognitiva”, ou seja, a toda a forma de organização do pensamento do indivíduo e suas ideias em uma área particular de conhecimento, o que difere de pré-requisitos conceituais, no qual este último se refere ao conjunto de conhecimentos (teórico, conceitual, procedimental e atitudinal) imprescindível ao estudo de outro. “Averigüe isso” tem como significado buscar conhecer ideias, proposições disponíveis na mente do indivíduo e suas inter-relações, sua organização do conhecimento, ou seja, realizar um reconhecimento ou mapeamento do conhecimento atual. Finalmente, “ensine-se levando-o em consideração” significa basear o ensino naquilo que o aprendiz já sabe identificado anteriormente (Moreira 2006).

A teoria da aprendizagem significativa tem como pressuposto a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, e podemos dizer que o processo de ensino e aprendizagem parece ocorrer então por meio de processos: explorando, fracassando, tentando, corrigindo, obtendo dados, elaborando conjecturas, testando, construindo explicações, que são resultados de inferências, comparando, fazendo analogias, refletindo. Uma nova experiência ou

conhecimento é comparado com outras e assim são criadas, verificadas, confrontadas e explicadas (Ausubel 1963). Desta forma, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação, entre aspectos referentes ao indivíduo, sua estrutura cognitiva e as novas informações, e não apenas decorrente de uma memorização dos princípios, o que usualmente se classifica como aprendizagem mecânica (Moreira 2006).

O processo de aprendizagem significativa está relacionado intrinsecamente com as condições de ocorrência. Neste sentido, o material a ser aprendido precisa ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Esta condição envolve dois fatores, a do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. O material, idealmente deve ser estruturado logicamente ou ter significado lógico, de maneira que as ideias e conceitos apresentados possam ter significados claros para o aluno. Já no que se refere à estrutura cognitiva do aprendiz, o material deve conter informações que se ancorem em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes. Ainda, dentro das condições para aprendizagem significativa, a vontade do aprendiz é relevante, já que se a intenção do mesmo for simplesmente a de memorizar novas informações o processo tende a ocorrer de forma mecânica (Moreira 2006).

Quando se deseja investigar acerca da aprendizagem significativa se propõe formular questões que evitem respostas mecânicas. Desta forma, os testes de compreensão devem, no mínimo, serem contextualizados de forma distinta ao material instrucional. Soluções verbalizadas de problemas ou que solicitem explicações de forma descritiva são alguns dos métodos mais válidos e práticos neste sentido. Outra possibilidade é solicitar que os estudantes relacionem ideias, identifiquem elementos de um conceito em uma lista de elementos que envolvam outros conceitos, e ainda existe a possibilidade de se propor tarefas de aprendizagem sequencialmente dependentes, a qual as etapas necessariamente requerem a compreensão das anteriores. Porém, durante a investigação é importante ressaltar que a incapacidade de resolver um problema não significa, necessariamente, que o aluno tenha apenas memorizado os princípios, ou que a aprendizagem não tenha sido realmente significativa, já que tais situações podem requerer outras habilidades do estudante ou envolver outros elementos da vida do aprendiz (Moreira 2006).

Dentre as estratégias apontadas como eficientes para a promoção da aprendizagem significativa se destacam a TBL (Kokotsaki, Menzies e Wiggins, 2016), a PBL (Walker et al., 2015), a sala de aula invertida (Szparagowski, 2014) e a PI, descrita no próximo tópico e foco

deste estudo. A PI se trata de um método que surgiu da necessidade de os alunos conseguirem usar seus conhecimentos científicos na resolução de problemas reais, indo ao encontro da teoria de aprendizagem significativa proposta por Ausubel.

2.2 INSTRUÇÃO POR PARES

A Instrução por Pares é um método de ensino que tem como objetivo proporcionar aos alunos a compreensão de fatos e teorias, em vez da simples memorização e aplicação algorítmica de equações e resolução de problemas (Mazur 1997). O método foi desenvolvido por Eric Mazur, Professor da Universidade de Harvard, em 1992, com turmas do ensino superior de física. As observações de Mazur que o levaram a criar o método de PI, descritas em seu livro (Mazur 1997), surgiram após aplicação de um teste de conceitos:

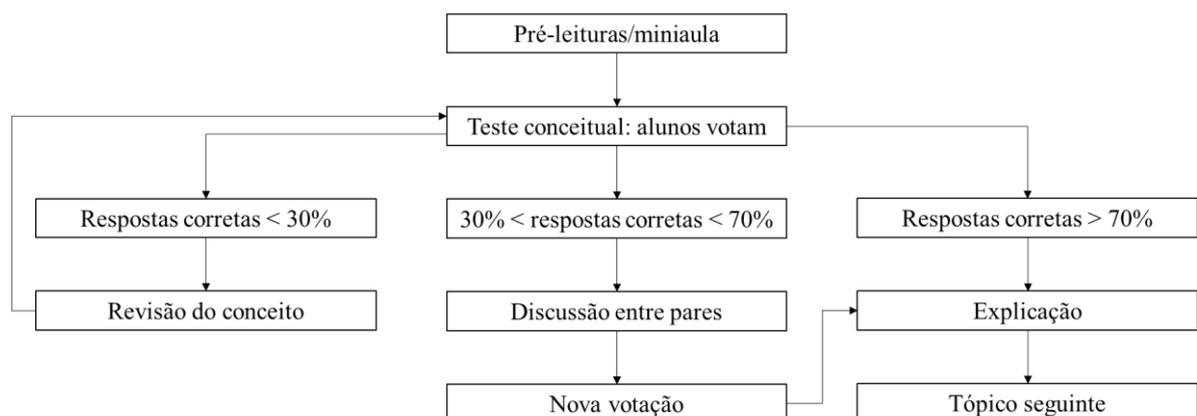
“Em 1990, entretanto, me deparei com uma série de artigos por Halloun e Hestenes que realmente abriu meus olhos. Como é bem sabido, os estudantes entram em seu primeiro curso de Física com crenças e intuições fortes sobre fenômenos físicos comuns. Estas noções são derivadas de experiência pessoal e influenciam as interpretações dos estudantes sobre materiais apresentados no curso de nível introdutório. Halloun e Hestenes mostraram que a instrução convencional de pouco adianta para mudar estas concepções de "senso comum". Por exemplo, após alguns meses de um curso de Física, os estudantes sabem recitar a terceira lei de Newton, e a maioria deles consegue aplicá-la em problemas numéricos. Uma análise mais cuidadosa, no entanto, revela que muitos não compreendem a terceira lei. Halloun e Hestenes fornecem muitos exemplos nos quais os estudantes devem comparar as forças exercidas por objetos diferentes, um sobre o outro. Quando se pede, por exemplo, que comparem as forças em uma colisão entre um caminhão pesado e um carro leve, muitos estudantes firmemente creem que o caminhão pesado exerce a maior força. Quando li isto, pensei: "Não os meus estudantes!". Intrigado, decidi testar a compreensão conceitual de meus estudantes, assim como a dos estudantes do curso de Física de Harvard (Mazur, 1997, p. 4).

Os resultados obtidos por Mazur a partir do teste supracitado, considerado simples, mas com problemas envolvendo a realidade do indivíduo, apontaram que seus alunos tiveram pior desempenho em relação àqueles testes normalmente aplicados, baseados no livro texto. Mazur acreditou que este resultado se deu pelas seguintes razões: os estudantes são treinados a memorizar a forma de resolver os problemas propostos nos livros; e o ensino praticado na sala de aula pelo instrutor não permite que eles consigam aplicar esses conhecimentos na resolução

de problemas simples da realidade do aluno. Baseado nessa constatação foi desenvolvido o método de PI, cujas etapas são descritas a seguir.

Em uma sequência típica da aplicação do método de PI, o instrutor inicia a aula com uma breve apresentação focada em um ponto central, seguido de uma pergunta conceitual relacionada, que tem como objetivo verificar a compreensão dos alunos acerca das ideias apresentadas (Crouch e Mazur 2001). Os alunos têm alguns minutos para pensar sobre a questão, individualmente, e responder a perguntas de múltipla escolha usando cartões coloridos. Cliques (dispositivos eletrônicos para coleta de respostas) também são usados, e possibilitam que as respostas sejam retransmitidas automaticamente a todos os alunos na forma de um gráfico de resposta (geralmente um histograma), sem fornecer a resposta correta. Na sequência, os alunos discutem suas respostas verbalmente com seus vizinhos (ou em pequenos grupos), tentando convencer um ao outro sobre a resposta correta, e explicando seu raciocínio. A partir do gráfico de respostas, eles podem ver que não são os únicos a ter conceitos errôneos e dependendo da porcentagem de acerto obtida pela turma, podem melhorar seu aprendizado por meio de discussões com seus pares. Após alguns minutos de discussão, os alunos respondem à pergunta novamente, possivelmente fazendo uma escolha diferente. Um novo gráfico de resposta é exibido, levando a uma discussão destinada a alcançar um consenso em toda a classe sobre a resposta correta. Quando a discussão termina e todos concordam com a resposta, um novo ciclo começa. A Figura 1 mostra uma síntese desse processo.

Figura 1 - Fluxograma esquematisando a dinâmica de uma aula com PI.



Fonte: Mazur (1997, tradução nossa).

Ao implementar o método de PI, os instrutores têm muitas escolhas a fazer que podem impactar na experiência dos alunos. Uma das escolhas com maior importância é o que perguntar. Inicialmente, as perguntas devem ser desafiadoras o suficiente para provocar interesse e discussão, e os maiores ganhos são vistos com as perguntas mais difíceis (Knight, Wise, e Southard 2013). A dificuldade dos questionamentos não é necessariamente definida pelo nível de atividade cognitiva em que um aluno se envolve para responder à pergunta. Questões que requerem habilidades cognitivas inferiores, tais como percepção, memória e atenção, podem promover uma discussão entre pares tão robusta quanto as que requerem habilidades de ordem superior, como compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (Guimarães e Mendonça 2014), ambas levando a mudanças conceituais (Knight, Wise, e Southard 2013). Além disso, perguntas que revelam conceitos errôneos podem ter benefícios particulares, na medida em que expõem os alunos a uma ideia incorreta e, em seguida, dar-lhes a oportunidade de descobrir o porquê de essa ideia está incorreta.

Turpen e Finkelstein (2009) relatam sobre os diferentes tipos de perguntas que os instrutores usam na PI, mas não explicitamente investigam os benefícios ou limitações destes questionamentos. (Turpen e Finkelstein 2009). Por exemplo, questões conceituais podem ser baseadas em aplicações dos conceitos, estudos de caso ou procedimentos de análise, síntese, avaliação, entre outros. O formato da pergunta também pode variar, sendo as de múltipla escolha as mais comuns, mas também sendo empregados formatos como verdadeira e falsa e respostas discursivas abertas.

Os momentos de discussão são o segundo ponto importante da PI. Em geral, existe o risco de domínio da discussão por um único membro do grupo. Uma das possíveis formas de evitar isso, segundo Knight e colaboradores (2016), é chamar aleatoriamente grupos para explicar o raciocínio de uma resposta ao invés de pedir voluntários, aumentando o intercâmbio de ideias durante a discussão entre colegas (Knight, Wise, e Sieke 2016). Outra forma de fomentar as discussões são dicas ou pistas sobre o que está sendo questionado, o que pode ter um grande impacto na natureza da discussão entre pares. Ainda, os instrutores podem optar por solicitar a discussão entre pares antes de mostrar o histograma de respostas e usar apenas o histograma como um resumo das escolhas dos alunos depois que eles compartilharem seu

raciocínio. Ao variar o comportamento durante a PI, os instrutores podem oferecer aos alunos oportunidades de se envolver em uma ampla gama de atividades.

Vickerey e colaboradores (2015) recentemente reportaram diferentes formas de aplicação do PI e sua implementação prática em sala de aula (Vickrey et al. 2015): com ou sem cliques para responder perguntas, eliminando as primeiras etapas individuais de votação ou discussão em grupo; compartilhando ou não as respostas dos alunos após a primeira votação, e assim por diante.

A PI incorpora muitos elementos conhecidos para promover o aprendizado. É uma forma de aprendizagem cooperativa, que tem demonstrado aumentar o desempenho, a persistência e as atitudes dos alunos em relação à ciência (Johnson e Johnson 2009). O ciclo de instrução entre pares oferece oportunidades para: ação individual; interdependência positiva, em que o sucesso individual é aprimorado pelo sucesso de outros membros do grupo; interação promocional ou ações de indivíduos para ajudar nos esforços de outros membros do grupo; e processamento em grupo. Ela incorpora explicitamente oportunidades para os alunos explicarem seu raciocínio e se envolverem na argumentação, práticas que os ajudam a integrar novas informações com o conhecimento existente e revisar seus modelos mentais. Além disso, o método pode melhorar a compreensão conceitual dos alunos e as habilidades de solução de problemas, um efeito observado em várias disciplinas, em cursos em diferentes níveis e com diferentes instrutores (Vickrey et al. 2015). As avaliações com *feedbacks* imediatos incorporam oportunidades para os alunos monitorarem sua compreensão e refletirem sobre mal-entendidos (McDonnell e Mullally 2016). No entanto, o aprendizado com colegas nem sempre é eficaz e o aprendizado entre pares precisa ser cuidadosamente estruturado para ser eficiente.

Quando se deseja implementar a PI no ambiente de ensino, é importante considerar alguns desafios. Os instrutores, em geral, acabam implementando o método de diferentes maneiras, levando à sala de aula normas que podem funcionar para melhorar ou prejudicar a aprendizagem dos alunos e influenciar as percepções dos alunos sobre o conteúdo abordado. Além disso, o PI pode levar os alunos a diferentes tipos de discussões, nem todos focados no mesmo tópico e/ou centrados nos conceitos que os instrutores pretendem. Por sua própria natureza, o método permite a exposição de ideias dos diferentes integrantes da turma, o que pode levar a uma melhor compreensão do assunto, mas que também pode levar, potencialmente, a equívocos compartilhados, um efeito que pode ser intensificado entre os estudantes que se sentem menos confiantes. No entanto, claramente a metodologia propicia resultados positivos

nas habilidades de raciocínio e argumentação (Knight, Wise, e Sieke 2016), o que pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem do aluno.

No contexto nacional, a PI já foi utilizada em turmas do ensino médio e superior. Chicon e colaboradores (2018), por exemplo, utilizaram o método de PI para aulas de lógica de programação. A partir dos resultados, os autores apontam que os alunos puderam se conectar mais intensamente com a situação de aprendizagem, discutindo ideias e conceitos e desenvolvendo questões de forma lógica em um menor espaço de tempo. O *feedback* imediato permitiu ao professor identificar as aprendizagens dos alunos, e, em caso de necessidade, reconhecer e retomar algum ponto problemático do processo (Chicon, Quaresma, e Garcês 2018). Outro trabalho também de âmbito nacional foi desenvolvido por Bueno e colaboradores (2013) com intuito de ensinar gramática para alunos de direito. Segundo os autores tanto a análise geral da experiência, quanto entre turnos e entre diferentes classes da mesma série aponta, assim, para a necessidade de uma mudança de cultura no fazer da aula no ensino superior, uma vez que as aulas meramente expositivas não expõem os alunos a situações em que possam agir, comprometer-se e mobilizar conhecimentos para a produção do saber (Bueno, Koehler, e Silva Pinto 2013). Silva, Sales e Braga (2018) utilizaram a PI para o ensino de física em turmas do curso técnico de eletrônica. O trabalho destes autores trouxe como diferencial a utilização do aplicativo *Plickers* como meio eletrônico de votação, permitindo coletas e armazenamento dos dados sem requerer que todos os estudantes possuíssem dispositivo móvel (Silva, Sales, e Castro 2018).

2.3 INSTRUÇÃO POR PARES NO ENSINO DE QUÍMICA

Na química a PI já foi utilizada em turmas de ensino superior de fases iniciais e turmas de laboratório. Golde e colaboradores (2006), por exemplo, utilizaram o método em turmas de laboratório de Química Geral na Universidade de Pittsburgh. Dentre os critérios utilizados para analisar a proposta de PI, os autores usaram a qualidade da descrição dos procedimentos experimentais, a qualidade das respostas, a descrição dos dados obtidos e a clareza da escrita. Para todos os critérios avaliados, a turma experimental obteve melhores resultados quando comparados à turma de controle, podendo concluir que a maior comunicação entre os estudantes pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem (Golde, McCreary, e Koeske 2006).

Gok e colaboradores (2016) aplicaram o método de PI para turmas de química geral com o objetivo de avaliar a capacidade de aprendizagem conceitual, a performance na resolução de problemas e estratégias de aprendizagem. Os resultados da pesquisa demonstraram resultados positivos para os objetivos avaliados na turma experimental. Entretanto, os autores também destacaram que a utilização de cartões coloridos pode consumir um tempo considerável das aulas e que tempos curtos de aplicação do método podem dificultar a obtenção de dados devido ao tempo de adaptação dos alunos com esse modelo de aula (Gok e Gok 2016).

No ensino médio brasileiro trabalhos como o de Moraes, Carvalho, e Neves (2016), Bernardes e colaboradores (2019), Silva (2019) e de Lima (2021) avaliaram o método de PI em aulas do ensino médio. Todos estes trabalhos apresentaram aspectos similares ao que é comumente observado nas publicações norte-americanas, onde o método de PI é amplamente utilizado (Müller et al. 2017). Os resultados destas pesquisas apontam que a adoção do PI apresenta impactos positivos na aprendizagem conceitual dos estudantes, na habilidade de resolução de problemas e no desempenho acadêmico. Também é possível observar que os professores realizam modificações ao implementar o PI integrando-o com outras metodologias ativas, demonstrando sua flexibilidade. A maioria destes estudos avalia o PI utilizando análises estatísticas, e em geral, desconsideram referenciais teóricos para avaliação da metodologia, o que se apresenta como lacuna para contribuições futuras.

Os trabalhos de Silva e Bedin (2020) e o de Pereira, Nascimento R., e de Nascimento T. (2021), ambos desenvolvidos no ensino médio de escolas brasileiras, utilizaram como método de votação o aplicativo *Plickers*. Silva e Bedin (2020) apontaram o método de PI como uma forma de consolidar o ensino com o uso de tecnologias e que a utilização do método associado ao *Plickers* tende a aumentar a participação e motivação dos alunos durante as aulas (Silva e Bedin 2020). Pereira, Nascimento R., e de Nascimento T. (2021) avaliaram positivamente a experiência com o método de PI no ensino de química, associada ao aplicativo *Plickers*. Qualitativamente os autores descrevem que a PI aumentou o engajamento, a colaboratividade e a comunicabilidade entre os estudantes. Quantitativamente os autores utilizaram o parâmetro de Hake (1998) para medir a evolução da turma após os testes conceituais. Os valores reportados pelos autores são maiores ou equivalentes aos presentes na literatura, indicando que o método de PI favoreceu o processo de ensino e aprendizagem.

Sreit e Cunha (2022) utilizaram a PI em uma disciplina de Química Quântica para alunos do curso de química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durante o período

de pandemia, o que possibilitou analisar a aplicação do método durante aulas a distância. De acordo com os autores a utilização da PI foi eficiente na identificação de conceitos errôneos e discussão de dúvidas pontuais. Os autores também concluíram que os alunos nem sempre têm preferência por metodologias ativas, como o caso da disciplina de quântica, em que preferem abordagens com dedução de equações e resolução de exercícios (Streit e Cunha 2022).

Apesar da existência dos trabalhos supracitados, ainda são incipientes e escassas as iniciativas nacionais voltadas ao ensino superior de química que empregam o método de PI. Deste modo, este trabalho busca contribuir para a pesquisa na área, ao buscar avaliar a viabilidade da aplicação desta proposta de ensino em turmas do ensino superior utilizando o aplicativo *Plickers*.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar possíveis contribuições do método de Instrução por Pares associado ao aplicativo *Plickers* para a aprendizagem de química de estudantes do ensino superior.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a receptividade dos estudantes frente a uma abordagem diferenciada de ensino;
2. Apontar pontos favoráveis e desfavoráveis da proposta envolvendo o método de PI para o ensino aprendizagem de química;
3. Apontar possibilidades para o uso do método no ensino superior de química.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

O presente estudo foi desenvolvido com três turmas da disciplina de Química Geral, oferecida a estudantes dos cursos de Agronomia, Engenharia de Aquicultura e Engenharia Elétrica de uma universidade federal. Os dados foram coletados durante o mês de outubro do segundo semestre de 2022 e participaram um total de 44 alunos. Todas as aulas foram conduzidas pelo mesmo instrutor. Os alunos foram previamente avisados sobre a realização da pesquisa e tinham a liberdade de participar ou não da atividade proposta, sendo seus nomes guardados e preservados.

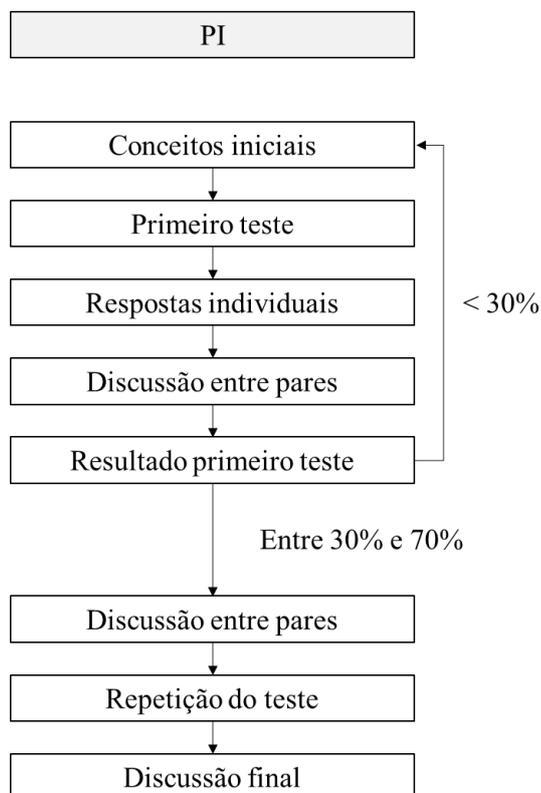
Esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa e quantitativa, de acordo com a definição Bogdan e Biklen (2010). Essa classificação se deve aos dados coletados serem, além de quantitativos, qualitativos, ou seja, na forma de palavras e observações e não, necessariamente, somente em números, bem como a análise desses dados. Desta maneira, as percepções dos participantes em relação ao processo de ensino e aprendizagem utilizando o método de PI foram consideradas na análise qualitativa. Os resultados quantitativos obtidos nesta pesquisa são referentes aos testes realizados durante a intervenção. As métricas de evolução da turma propostas por Hake (1998) foram utilizadas para avaliar o método de PI, de acordo com a Equação 1, onde g é o fator de Hake, %pós e %pré os percentuais de acerto no primeiro e segundo teste, respectivamente.

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré} \quad \text{Equação 1}$$

De acordo com este parâmetro valores acima de 0,7 indicam alta evolução da turma, enquanto valores entre 0,3 até 0,7 indicam avanço intermediário.

A análise destes elementos contribuiu para inferir acerca da adequação do método de PI em turmas do ensino superior de química. A sequência das ações que foram realizadas durante as aulas com o método de PI está apresentada na Figura 2, seguida da descrição detalhada de cada uma destas etapas (Fraenkel e Wallen 2009).

Figura 2 - Esquema do método a ser utilizado.



Fonte: Adaptado de Fraenkel & Wallen (2009).

De acordo com a Figura 2, a proposta iniciou com a apresentação dos conceitos pelo professor da disciplina. Essa abordagem foi feita de forma expositiva dialogada, com a utilização de slides previamente preparados, e baseado no livro texto sugerido aos cursos de Química Geral no início do semestre. A abordagem buscava resgatar os conhecimentos prévios dos alunos. Na primeira aula foram discutidos os conceitos de estequiometria e balanceamento de equações, e na segunda número de mol e suas relações.

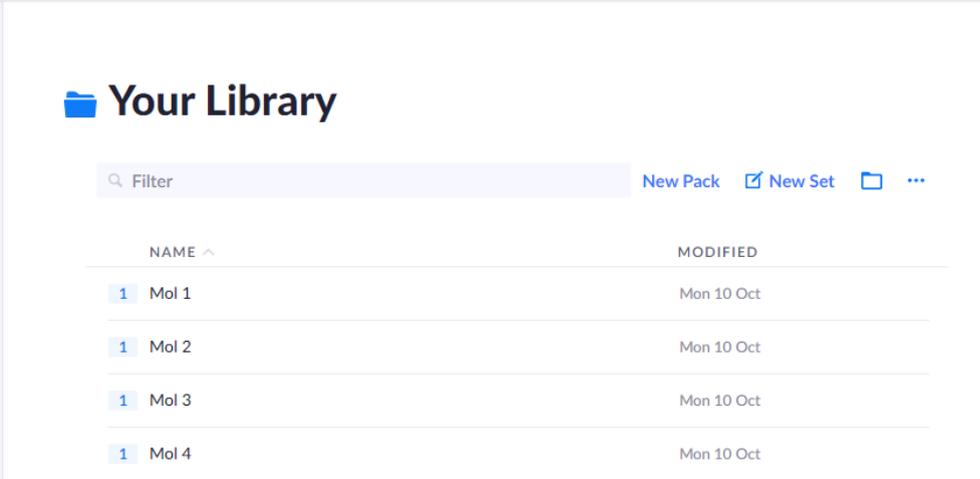
A aplicação dos testes foi realizada utilizando o site/aplicativo *Plickers*,¹ que consiste em um sistema de votação *on-line*. O *Plickers* é uma ferramenta gratuita para contagem de votos e que permite a criação de um ambiente de sala de aula virtual, que possibilitou registrar um banco de questões, realizar o cadastramento dos alunos e obter resultados quantitativos sobre testes realizados.

Inicialmente o professor/pesquisador criou uma biblioteca de questões (questões do Quadro 2), como apresentado na Figura 3. Após o cadastramento das questões o professor pode

¹ <https://www.plickers.com>

utilizar as mesmas para diversas turmas. Desta forma, foi criado para cada turma o questionário a ser utilizado nas duas aulas.

Figura 3 - Exemplo de questões cadastradas na biblioteca do site *Plickers*.



The screenshot shows the 'Your Library' page in Plickers. At the top, there is a search bar labeled 'Filter' and three buttons: 'New Pack', 'New Set' (checked), and a menu icon. Below this is a table with two columns: 'NAME ^' and 'MODIFIED'. The table contains four rows, each representing a question set.

NAME ^	MODIFIED
1 Mol 1	Mon 10 Oct
1 Mol 2	Mon 10 Oct
1 Mol 3	Mon 10 Oct
1 Mol 4	Mon 10 Oct

Após a criação da biblioteca é necessário a criação de uma sala. Nesta os alunos podem ser cadastrados, ou por uma numeração de 1 até 63 (número máximo de alunos permitido) ou pelos nomes. No caso deste trabalho, os alunos foram cadastrados por número, para que os cartões resposta, discutidos a seguir, pudessem ser utilizados nas três turmas. Um exemplo de turma criada está apresentado na Figura 4.

Como forma de coletar os dados de votações/questionários realizados em sala de aula o site oferece os cartões resposta que devem ser impressos e distribuídos em turmas de até 63 alunos. Os cartões de respostas foram previamente distribuídos e instruções sobre como utilizar os mesmos foram fornecidas. Os cartões são diferentes, com uma forma derivada de um quadrado e marcações únicas. Cada cartão possui quatro alternativas de resposta e um número, atribuído a um determinado aluno da sala. As respostas e a numeração possuem fonte reduzida e as legendas do cartão são propositalmente claras, com intuito de que apenas o aluno, ao qual o cartão foi designado, seja capaz de saber qual resposta será apresentada no momento da votação. A escolha da resposta pelo aluno é feita girando o cartão e deixando o item escolhido na parte superior. Por exemplo, se a resposta correta da questão projetada for “B” o aluno deve

girar seu cartão e deixar esta letra na parte superior. Na Figura 5 é apresentado um modelo do cartão de resposta.

Figura 4 - Exemplo de turma criada no site *Plickers*.

QMC 5109 E-LEARNING

IN PROGRESS

Mol 4 100%

Played Mon 17 Oct

Play Now Mark Done

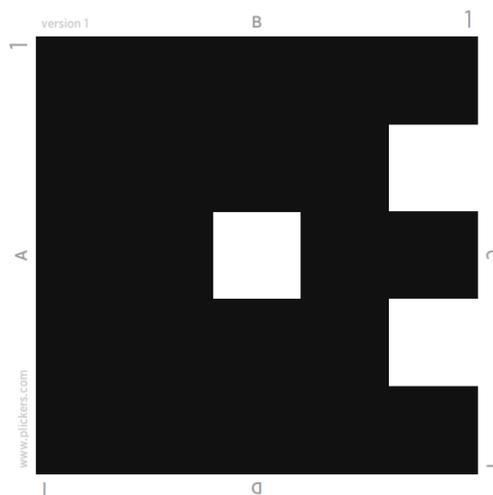
Sobre todos os conceitos abordados na aula, analise a afirmativa incorreta.

- A Número de mols é uma unidade que se refere ao número de espécies em uma dada amostra.
- B Um mol sempre corresponde a $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas, ions ou átomos.
- C A determinação do reagente limitante depende apenas do número de mols das substâncias envolvidas.
- D Para relações de mol e massa de uma substância, utilizamos a unidade de massa atômica.

NEXT

Show Student Scores Edit Set Go to Set Report

Figura 5 - Modelo de cartão resposta disponível no site *Plickers*.



A coleta das respostas dos alunos foi facilmente realizada com utilização da câmera de um *smartphone* ou *tablet*, que possuía o aplicativo *Plickers* instalado. Durante a coleta, os alunos podem ver, ou não, se a resposta está correta, o que depende da escolha do professor.

Neste trabalho, de acordo com o método de PI, as respostas corretas foram apresentadas apenas no momento final. O aplicativo disponibiliza para o professor o percentual de respostas corretas, sendo possível a apresentação do percentual graficamente para os alunos. A utilização do aplicativo é extremamente simples, a identificação de respostas ocorre a alguns metros de distância, sem necessitar que o professor se desloque pela sala toda. Ainda, o aplicativo apresenta os resultados estatísticos sem necessidade de o professor realizar qualquer tipo de cálculo.

Posteriormente à realização da atividade com os alunos, o site também possui uma seção de *Reports*, onde ficam gravadas todas as informações da atividade, por turmas e por alunos, como demonstrado na Figura 6. Esta possibilidade a qual pode auxiliar na obtenção de dados quantitativos para diversas finalidades e que podem facilmente exportados na forma de listas ou planilhas, também foi classificado como ponto positivo do sistema de votação escolhido.

Figura 6 - Exemplo de *Reports* criado no site *Plickers*.

October			
Name ^	Total	Questão 1	Questão 2
		De acordo com os conceitos	Qual a classificação que melhor
Class Average	64%	67%	86%
1	38%	B	C
10	83%	-	-
11	94%	A	B
12	42%	-	-
13	76%	A	B
14	50%	-	-
15	73%	A	B
16	75%	-	-
17	82%	D	-
18	33%	-	-
19	50%	-	-
2	55%	-	-

Conforme apresentado na Figura 2, os testes são utilizados para dar sequência nas etapas do método. Estes abordaram o conteúdo discutido na aula e foram planejados com nível

de dificuldade crescente. Para uma aula de 100 minutos foram realizados três testes, de baixa, média e alta dificuldade. O Quadro 1 abaixo apresenta a divisão de tempo utilizada nas aulas com o método de PI.

Quadro 1 - Divisão de tempo prevista para aula utilizando a PI (Fraenkel e Wallen 2009).

Tempo / min	Processo do PI	Atividade
0 – 20	Instruções iniciais.	Recitação
21 – 35	O instrutor apresenta o primeiro teste.	Teste conceito fácil
	Tempo para os estudantes pensarem sobre o teste.	
	Os estudantes respondem individualmente o teste.	
	Discussão entre pares.	
	Se a porcentagem for maior que 70%, o instrutor explica a questão e começa a etapa de novas instruções.	
35 – 55	O instrutor apresenta o segundo teste.	Teste de conceito intermediário
	Tempo para os estudantes pensarem sobre o teste.	
	Os estudantes respondem individualmente o teste.	
	Discussão entre pares.	
	Se a porcentagem de acerto estiver dentro de 30 até 70%, realiza-se a discussão por pares.	
	Os estudantes respondem novamente ao teste.	
	Se a porcentagem for maior que 70%, o instrutor explica a questão e começa a etapa de novas instruções.	
55 – 75	Novas instruções	Recitação
75 – 95	O instrutor apresenta o terceiro teste.	Teste de conceito difícil
	Tempo para os estudantes pensarem sobre o teste.	
	Os estudantes respondem individualmente o teste.	
	Discussão entre pares.	
	Se a porcentagem de acerto estiver dentro de 30 até 70%, realiza-se a discussão por pares.	
	Os estudantes respondem novamente ao teste.	
	Se a porcentagem for maior que 70%, o instrutor explica a questão e começa a etapa de novas instruções.	
95 – 100	Síntese pelo instrutor das informações vistas durante a aula	Revisão

Fonte: Adaptado de Fraenkel & Wallen, 2009.

As perguntas utilizadas durante as duas aulas em que o método de PI foi utilizado nas três turmas estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Perguntas utilizadas durante as aulas.

Pergunta 1	<p>De acordo com os conceitos abordados sobre estequiometria, identifique a alternativa incorreta:</p> <p>a. No processo de balanceamento podem existir reações onde o número de átomos de um lado da reação é diferente do outro.</p> <p>b. A estequiometria de uma reação é uma consequência do que foi previsto pela lei da ação das massas de Proust.</p> <p>c. O coeficiente de uma dada espécie se refere a proporcionalidade dela com as demais durante uma reação química.</p> <p>d. O método de tentativa ou erro é o mais utilizado para balanceamento.</p>
Pergunta 2	<p>Qual a classificação que melhor descreve a seguinte reação?</p> $\text{NaCl (aq)} + \text{AgNO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{AgCl (s)} + \text{NaNO}_3 \text{ (aq)}$ <p>a. Reação de decomposição</p> <p>b. Reação de precipitação</p> <p>c. Reação iônica</p> <p>d. Reação de deslocamento</p>
Pergunta 3	<p>Qual a classificação que melhor descreve a seguinte reação?</p> $2 \text{HCl (aq)} + \text{Ca(OH)}_2 \text{ (aq)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O (s)} + \text{CaCl}_2 \text{ (aq)}$ <p>a. Reação de síntese</p> <p>b. Reação de precipitação</p> <p>c. Reação ácido-base</p> <p>d. Reação de deslocamento</p>
Pergunta 4	<p>Identifique a opção correta sobre número de oxidação:</p> <p>a. Na molécula de ClO_4^- o número de oxidação do cloro é +5.</p> <p>b. Muitas moléculas possuem oxigênio na sua estrutura e comumente o número de oxidação do oxigênio é -2.</p> <p>c. Para determinarmos número de oxidação consideramos que todas as ligações são 100% covalentes.</p> <p>d. Não existe relação entre a família de um determinado elemento e seu número de oxidação.</p>

Pergunta 5	<p>Identifique a opção incorreta sobre número de oxidação:</p> <p>a. O número de oxidação mais comum para a família dos halogênios é -2.</p> <p>b. Para espécies poliatômicas a soma dos números de oxidação é necessariamente igual a carga.</p> <p>c. Na molécula de ClO_4^- o número de oxidação do cloro é +7.</p> <p>d. O número de oxidação é utilizado na determinação da espécie oxidante e redutora.</p>
Pergunta 6	<p>Sobre o conceito de mol é correto afirmar que:</p> <p>a. O mol é uma unidade de medida definida a partir da massa do isótopo ^{13}C.</p> <p>b. 1 mol de água tem o mesmo número de moléculas que 1 mol de amônia.</p> <p>c. 1 mol de água tem menos moléculas do que 1 mol de amônia que possui massa molar maior.</p> <p>d. O número de Avogadro é a unidade de mol.</p>
Pergunta 7	<p>Sobre composição elementar e relações de número de mol, indique a alternativa incorreta:</p> <p>a. Se um composto possui massa molar igual a 100 g mol^{-1} e 22 átomos de H, então o percentual de H é de 22%.</p> <p>b. O número de mol pode ser expresso como a massa molar de uma substância dividido pela sua massa.</p> <p>c. A composição elementar de uma dada substância é igual quando temos 1, 2, 3 ou "n" mols dela.</p> <p>d. O peso molecular de uma substância é igual a soma da massa dos elementos que a constitui.</p>
Pergunta 8	<p>Considerando os conceitos de mol e reagente limitante, é correto afirmar que:</p> <p>a. O menor número de mols determina quem é o reagente limitante</p> <p>b. O menor coeficiente estequiométrico determina quem é o reagente limitante</p> <p>c. Usualmente as reações resultam em um rendimento menor do que o previsto teoricamente</p> <p>d. O reagente em excesso deve ser considerado no cálculo de rendimento</p>
Pergunta 9	<p>Sobre todos os conceitos abordados na aula, analise a afirmativa incorreta.</p> <p>a. Número de mols é uma unidade que se refere ao número de espécies em uma dada amostra.</p> <p>b. Um mol sempre corresponde a $6,022 \times 10^{23}$ moléculas, íons ou átomos.</p> <p>c. A determinação do reagente limitante depende apenas do número de mols das substâncias envolvidas.</p> <p>d. Para relações de mol e massa de uma substância, utilizamos a unidade de massa atômica.</p>

Durante as aulas, em cada turma foram aplicados os testes e anotadas as porcentagens de acertos das respostas dos estudantes. O pesquisador/professor também fez observações registradas para complementar a discussão deste trabalho.

Por último, como forma de verificar a adequação do método na disciplina em questão, um questionário foi respondido pelos alunos que vivenciarem todas as etapas da proposta. No Quadro 3 estão elencadas as questões feitas para os estudantes.

Quadro 3 - Questões feitas para os estudantes.

Como você avalia as aulas ministradas utilizando o método de Instrução por Pares, se comparadas às aulas baseadas na metodologia tradicional?
Na sua visão quais os pontos positivos e negativos do método da Instrução por Pares?
Você indicaria sugestões de melhorias para a proposta?

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão referentes aos dados coletados neste trabalho visam avaliar inicialmente a ferramenta de votação escolhida, já que a utilização da mesma corresponde a uma etapa importante do método de PI e sua aplicação em salas de aula. Na sequência será avaliada a percepção dos alunos que vivenciaram os momentos de intervenção e os relatos do professor para inferir sobre a adequação do método de acordo com a proposta realizada.

5.1 FERRAMENTA DE VOTAÇÃO - *PLICKERS*

A percepção dos alunos sobre o aplicativo foi bastante positiva durante as duas aulas. Alguns alunos já tinham utilizado a ferramenta anteriormente e, outros, não. Entretanto, na primeira aula em que o recurso foi utilizado muitos comentaram sobre estarem impressionados com a facilidade de uso do mesmo e como era rápido a disponibilização dos resultados. Durante as aulas, não houve relatos dos alunos sobre dificuldade de utilização da ferramenta. Os alunos, em comentários posteriores, ainda pediram para que a ferramenta fosse utilizada mais vezes.

Silva, Sales e Castro (2018) também utilizaram o aplicativo *Plickers* na implementação do método de PI. As conclusões dos autores são similares às observações realizadas neste trabalho. Os autores também verificaram a facilidade de uso do aplicativo, a fácil obtenção do percentual de acerto e organização dos dados, possibilitada pelo aplicativo, e também a facilidade de uso pelos estudantes e motivação destes durante a atividade.

Trabalhos como o de Kielt, Silva e Miquelin (2017) utilizaram um aplicativo especificamente desenvolvido para a implementação do método de PI. A coleta de dados, neste caso, demandava que todos os alunos possuíssem o aplicativo instalado em seus dispositivos móveis, uma conta criada, e acesso à internet. Os resultados obtidos pelos autores mostraram, assim como neste trabalho, que ferramentas de coleta de dados são bem aceitas pelos estudantes, e possuem potencial para melhorar a concentração nas atividades de resolução de problemas, como mencionado por um estudante nos questionários respondidos (descritos no tópico 5.3). Entretanto, o aplicativo *Plickers* além de apresentar a mesma organização e facilidade, apresenta como vantagem a não necessidade de cada aluno possuir um dispositivo móvel e acesso à internet, o que possibilita a sua utilização em um número maior de contextos socioeconômicos.

5.2 QUANTITATIVOS E OBSERVAÇÕES ACERCA DO MÉTODO DE PI

Os dados coletados para as duas votações de cada questão, quando necessário, para as três turmas estão apresentados na Tabela 1. Para auxiliar na visualização dos dados, para cada turma, foi plotado o percentual de acerto para cada pergunta, em cada votação (Figura 7).

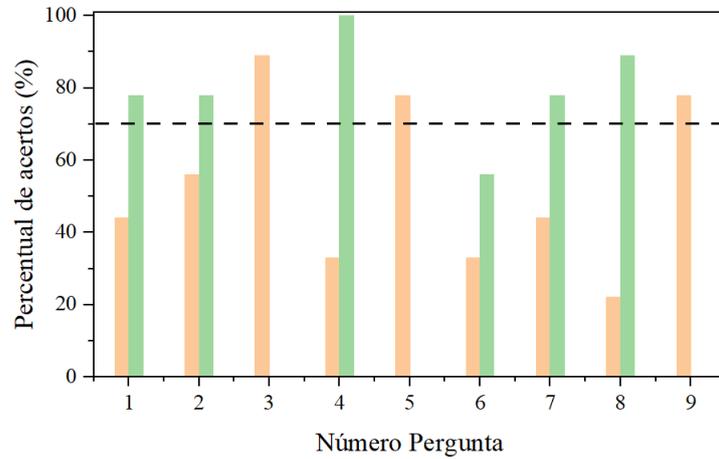
Tabela 1 - Resultados das votações realizadas durante a pesquisa com as Turmas 1, 2 e 3.

Teste	Turma 1			Turma 2			Turma 3		
	1° Votação	2° Votação	<i>g</i>	1° Votação	2° Votação	<i>g</i>	1° Votação	2° Votação	<i>g</i>
1	44%	78%	0,61	80%	-		47%	65%	0,34
2	56%	78%	0,50	27%	33%	0,08	76%	-	-
3	89%	-	-	40%	87%	0,78	76%	-	-
4	33%	100%	1,00	27%	100%	1,00	23%	53%	0,39
5	78%	-	-	33%	87%	0,81	76%	-	-
6	33%	56%	0,34	40%	74%	0,57	53%	100%	1,00
7	44%	78%	0,61	60%	74%	0,35	76%	-	-
8	22%	89%	0,86	27%	47%	0,27	53%	76%	0,49
9	78%	-	-	87%	-		35%	94%	0,91

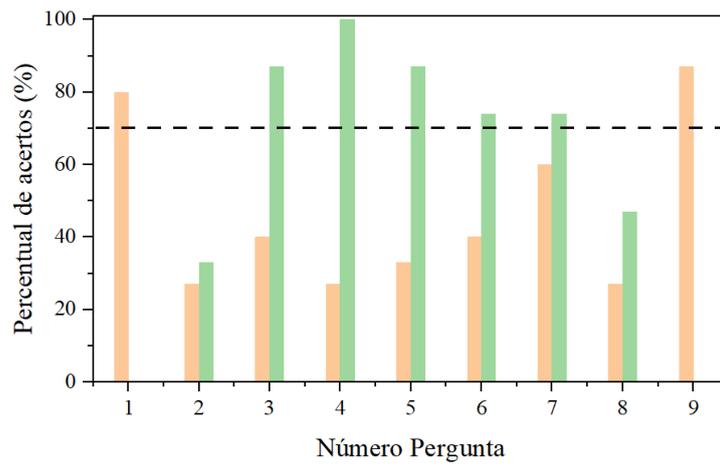
Inicialmente na Turma 3, um aluno falou em voz alta a resposta, e então todos foram orientados novamente sobre a conduta durante a dinâmica. Referente à primeira discussão, foi perceptível que, nas três turmas, os alunos apenas comentaram brevemente sobre a resposta. Posteriormente, foi possível observar que eles discutiam de maneira mais profunda as questões, analisando em conjunto, alternativa por alternativa.

Figura 7 - Resultados das votações realizadas durante a pesquisa com as Turmas 1 (a), 2 (c) e 3(c). A coluna em cor laranja se refere ao percentual da primeira votação, enquanto a verde da segunda votação.

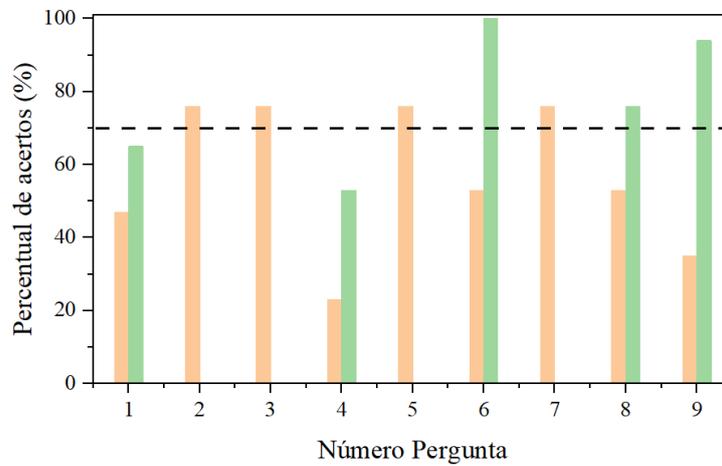
a



b



c



Considerando os dados apresentados na Tabela 1, podemos inferir que a utilização do método de instrução por pares favoreceu a discussão e a compreensão acerca do conteúdo. Primeiramente, é possível que em todas as situações, na segunda votação o percentual de acertos aumenta. Neste sentido, durante as aulas era possível observar que quando os alunos discutiam a resposta para a segunda votação, eles sempre discutiam a respeito das alternativas. Algumas vezes era possível observar que um aluno sabia a resposta e explicava para o outro. Em outras, os alunos buscavam juntos analisar a resposta novamente. A utilização do *Plickers* auxiliou muito nesta avaliação, já que o aplicativo mostra na tela durante a coleta de dados se o aluno acertou ou errou. Assim, era possível observar que quando, em uma dupla, um inicialmente errava e o outro acertava, na segunda votação ambos acertavam. Foi possível, em menor quantidade, observar que um aluno podia também levar o outro a errar a alternativa.

Também é possível discutir acerca das métricas definidas por Mazur (1997). Porcentagens abaixo de 30% foram obtidas apenas para a questão 8, da Turma 1. Nessa situação, de acordo com o método de Mazur (1997), foram retomados os conceitos abordados, necessários para compreensão da questão. Após revisão dos conceitos a votação foi refeita e uma porcentagem alta de acertos foi observada, neste caso sem a instrução por pares. Valores de porcentagem entre 30 e 70% foram os mais comuns. Para todas as vezes em que valores entre 30 e 70% foram obtidos, após a discussão entre os alunos foi observado um aumento do percentual de acerto, como mencionado acima. Em alguns casos, após a segunda votação, os valores de porcentagem de acerto não foram superiores a 70%. Nestes casos, a abordagem dos conceitos foi realizada pelo professor, assim como para os casos menores de 30%. Uma terceira votação não foi realizada nesses casos. Para percentuais de acerto acima de 70%, novas votações ou retomada de conceitos não foram realizadas. Em todos os casos, após o término da questão/momento cada item das possíveis respostas foi explicado, para auxiliar na compreensão da turma como um todo.

Nesta pesquisa, ao invés de utilizar uma turma controle, foram utilizadas questões, com perguntas muito similares às anteriores, que abordassem o mesmo conceito como forma de tentar verificar se o método estava auxiliando na compreensão do conteúdo ou se os alunos apenas repassavam as respostas corretas uns para os outros. A não utilização de turmas controle é uma abordagem em destaque nas pesquisas de ensino de ciências no Brasil, já que em

pesquisas internacionais, esta prática ainda é muito comum. Nesse sentido, as questões 3, 5 e 9 foram questões similares. Na maior parte dos casos, como pode ser observado na Tabela 1, os valores percentuais de acerto dessas questões são superiores a 70%, ou elas possuem um percentual de acerto inicial superior à questão feita anteriormente. Esse resultado pode indicar que os alunos através da PI compreenderam melhor os conceitos envolvidos nas questões e houve aproximação dos níveis de conhecimento por eles apresentados.

As questões 1, 2 e 4, e as questões 6, 7 e 8, foram consideradas pelo professor de dificuldade: fácil, médio e difícil, respectivamente, para ambos os grupos de questões. Para a Turma 1, maior correlação entre dificuldade da questão e número de acertos na primeira votação foi observada, em relação as demais turmas. Entretanto, em geral, os dados obtidos não apresentam convergência entre dificuldade da questão proposta e acertos para todas as turmas e votações realizadas.

Inicialmente é notável a maior dificuldade dos alunos em compreender termos da química como estequiometria e mol, referentes às primeiras questões dos grupos de dificuldade citados no parágrafo anterior, porém após a compreensão destes conceitos, questões envolvendo a aplicação destes conteúdos podem ser compreendidos com maior facilidade.

O parâmetro de Hake (1998) foi calculado para votações em que a discussão entre pares foi realizada. De acordo com este parâmetro valores acima de 0,7 indicam alta evolução da turma, enquanto valores entre 0,3 até 0,7 indicam avanço intermediário. Como pode ser observado na Tabela 1, para todas as questões os valores de avanço da turma, em geral, foram acima de 0,5, indicando um avanço intermediário para avançado. O avanço aqui significa que sem a discussão por pares os alunos não conseguiram responder corretamente o teste e que, após a interação com o colega, apresentaram progresso no processo de ensino e aprendizagem. Os resultados do parâmetro de Hake podem ser utilizados para afirmar que o método de PI aplicado em turmas do ensino superior de química pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem. Pereira, Nascimento R., e de Nascimento T. (2021), em sua pesquisa obtiveram fatores de Hake similares aos obtidos neste estudo, levando os autores a inferir que o método de PI traz vantagens para o ambiente de sala de aula do ensino médio.

Referente ao desempenho dos alunos durante as aulas baseadas no método de PI, de acordo com as observações do pesquisador é possível avaliar alguns pontos. A maior parte dos alunos se interessou pelo método e se dispôs a discutir com os demais durante a dinâmica. Somente alguns poucos alunos não tiveram interesse em participar ou não se demonstraram

interessados nas discussões. Foi perceptível a maior participação dos alunos durante a aula, no sentido de fazer perguntas sobre as questões, sobre os conceitos abordados ou sobre curiosidades que surgiram no decorrer da aula. A Turma 2 foi um exemplo de aumento de participação, já que nas aulas anteriores dificilmente alguém respondia questionamentos realizados durante a aula. Durante a aula com o método de PI a participação dos alunos dessa turma aumentou, o que continuou nas aulas posteriores. Foi possível analisar que não apenas a participação aumentou, mas também que a compreensão dos conceitos foi facilitada. Usualmente durante as aulas ou ao final delas, questionamentos similares aos utilizados no método, ou na investigação acerca de aprendizagem significativa, levava a uma menor participação, poucas respostas, ou respostas incorretas. Isto também pode ser evidenciado na realização de uma prova após o método de PI. Os alunos do segundo semestre do ano letivo, em geral, possuem maior dificuldade na resolução de questões envolvendo os conceitos abordados, e neste semestre demonstraram um desempenho maior que os do primeiro semestre do mesmo ano, onde o método não foi aplicado.

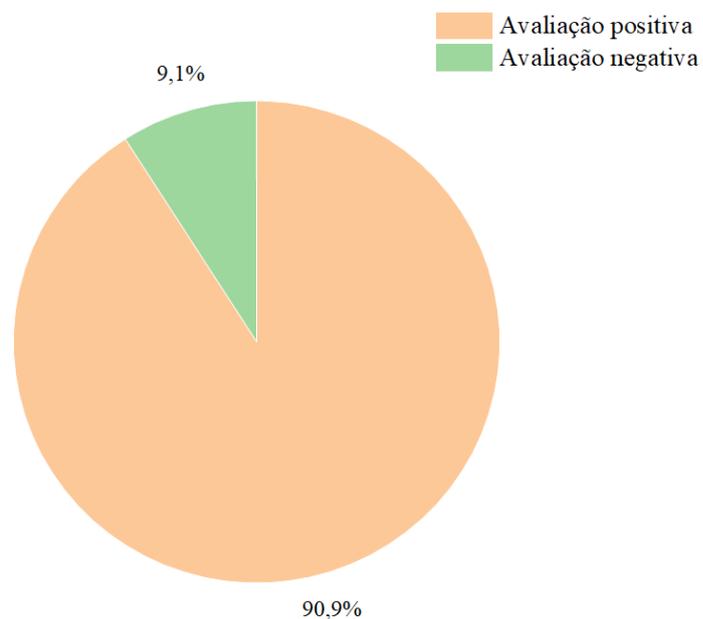
5.3 PERCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE O MÉTODO DE INSTRUÇÃO POR PARES

Acerca da percepção dos alunos sobre a intervenção, algumas falas e comportamentos foram registrados pelo pesquisador na forma de anotações. Observou-se que ao final das aulas com cada turma, diversos alunos comentavam sobre o método e a aula. A grande maioria dos comentários se tratava de elogios relacionados a utilização de métodos diferentes na sala de aula. Também foi mencionado por alguns estudantes que propostas desta natureza auxiliam na concentração e promovem maior participação durante a aula e que gostariam de ter mais aulas utilizando o método de PI. Nesse sentido, um aluno comentou que estava se sentindo feliz por ter conseguido aprender estequiometria, um assunto que não conseguiu compreender com clareza no ensino médio. Outro estudante comentou que tinha *déficit* de atenção e se sentiu mais concentrado durante a aula com o método de PI. Outro aspecto observado pelo pesquisador foi que durante as aulas com a PI os alunos apresentaram maior número de dúvidas e que as questões durante a aula auxiliaram na percepção dos conceitos que ainda não estavam claros.

Alguns alunos ainda comentaram que se sentiram mais à vontade para esclarecer as dúvidas com os colegas e que tiveram uma sensação de aula mais “humanizada”.

Na sequência, para avaliar a percepção dos alunos de maneira quantitativa e qualitativa, ao final das duas aulas, foi solicitado que os alunos respondessem a três perguntas. Na primeira pergunta buscou-se avaliar a percepção dos estudantes sobre o método de Instrução por Pares, se comparado às aulas tradicionais. Conforme apresentado na Figura 8, 90,9% dos alunos avaliaram de forma positiva as aulas utilizando a PI, enquanto 9,1% dos alunos avaliaram de maneira negativa.

Figura 8 - Resultado das avaliações dos alunos sobre o método de PI.



Para os alunos que avaliaram de maneira positiva, o Quadro 4 apresenta a transcrição de cinco opiniões consideradas representativas para demonstrar a boa receptividade da proposta pela maioria dos estudantes. Em geral, as respostas positivas trazem comentários sobre a utilização do método de PI como forma de revisar conceitos, auxiliar na aprendizagem, promover maior participação e auxiliar na concentração. Alguns alunos ainda comentaram que acharam interessante a ideia de explicar os conceitos para os colegas e um dos alunos escreveu que achou a abordagem mais humanizada. Este último aluno, comentou o mesmo com o professor no final da aula, citando que se sentiu mais livre para tirar dúvidas e mais participativo no processo de ensino e aprendizagem. Moraes, Carvalho e Neves (2016), em sua intervenção,

também avaliaram a percepção dos alunos sobre as aulas com o método de PI. De acordo com os autores, a maioria dos estudantes avaliou o método positivamente, ressaltando aspectos como a ocorrência de mais discussão entre os colegas, maior participação nas aulas e o uso de tecnologias (Moraes, Carvalho, e Neves 2016).

Quadro 4 - Respostas selecionadas para a Questão 1 feita aos alunos.

QUESTÃO: Como você avalia as aulas ministradas utilizando o método de Instrução por Pares, se comparadas às aulas baseadas na metodologia tradicional?	
Avaliações positivas	
Aluno 1	<i>Rever os conceitos que acabamos de aprender ajuda a fixar a matéria e tirar dúvidas, mas as aulas ainda podem melhorar</i>
Aluno 2	<i>As aulas foram mais dinâmicas e mais comunicativas. O conteúdo foi melhor absorvido.</i>
Aluno 3	<i>Me pareceu um bom método pois há chance de discutir os conceitos.</i>
Aluno 4	<i>Interessante e didática, pois assim incentiva os alunos a compreender o conteúdo e também explicar para os colegas.</i>
Aluno 5	<i>Para a evolução educacional, o método de instrução por pares, faz com que o aprendizado seja não somente educacional, mas também humanizado.</i>
Avaliações negativas	
Aluno 6	<i>De forma geral, acho que desorganiza a aula e toma tempo, fazendo com que o conteúdo seja mais razo.</i>
Aluno 7	<i>Não me adaptei, causou confusão.</i>
Avaliações indiferentes	
Aluno 8	<i>Tanto faz.</i>

Na sequência analisamos as respostas dos alunos que avaliaram negativamente o método de IP (Alunos 6 e 7 no Quadro 4). As duas respostas mais significativas falam sobre desorganização e sobre confusão. Este sentimento de desorganização pode ser causado pelos momentos em que os alunos são liberados para discutir em duplas. A resposta negativa de alguns alunos em relação à utilização de metodologias ativas, vai ao encontro das observações

de Streit e Cunha (2022), quando mencionam que para alguns alunos é preferível abordagens mais tradicionais, como dedução de equações e resolução de exercícios (Streit e Cunha 2022). Ainda, o sentimento de desorganização pode ser visto como um dos desafios do método de PI, que pode levar os alunos a diferentes tipos de discussões, nem todos focados no mesmo tópico e/ou centrados nos conceitos que os instrutores pretendem (Knight, Wise, e Sieke 2016). Apenas um aluno (Aluno 8) respondeu de maneira indiferente a utilização do método.

A segunda pergunta feita aos alunos é relacionada aos pontos positivos e negativos sobre o método de PI. Nesse sentido as respostas mais representativas foram selecionadas e apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Respostas selecionadas para a questão 2 feita aos alunos.

QUESTÃO: Na sua visão quais os pontos positivos e negativos do método da Instrução por Pares?	
Avaliações positivas	
Aluno 1	<i>Ponto positivo: fica mais fácil do aluno compreender o conteúdo; ponto negativo: não pode mudar a resposta.</i>
Aluno 2	<i>Os pontos positivos são tudo aquilo que envolve aprimoramento e conhecimento, mas como ponto negativo pode limitar tal pessoa a pensar, ter iniciativa e simplesmente não questionar o colega.</i>
Aluno 3	<i>Positivo: discussão sobre o conteúdo, mais aprendizado e perda da timidez entre os alunos. Negativo: dialogo desconexo da aula caso ocorra.</i>
Aluno 4	<i>Apenas positivos, forma interativa e didática de aprender o conteúdo. Faz com que preste mais atenção.</i>
Aluno 5	<i>Não vejo pontos negativos, com isso só vejo pontos positivos por conta que os alunos saem ganhando com as experiencias diferentes em sala de aula.</i>
Avaliações negativas	
Aluno 6	<i>Apenas os pontos negativos citados acima.</i>
Aluno 7	<i>Positivos é que melhora a comunicação entre os alunos e nos instiga a pensar mais sobre o conteúdo. Negativo, a explicação dos colegas pode confundir.</i>
Aluno 8	<i>É bom falar com pessoas com o mesmo nível que você, mas existem outros métodos interessantes também, na internet principalmente.</i>

Como pode ser observado, na maior parte dos casos, os alunos levantaram mais pontos positivos do que negativos. A maior interação em sala de aula e a melhor compreensão do conteúdo foram aspectos positivos destacados por alguns estudantes. Os pontos negativos destacados se relacionam à maior dispersão dos estudantes nos momentos de discussão. O Aluno 2 (Quadro 5) cita ainda que alguns estudantes podem não participar efetivamente da discussão entre pares e apenas aceitar a resposta do colega. Considerando que somente em poucos momentos foi observado que os alunos não participavam da discussão, entendemos que casos como esse podem ser isolados e que são passíveis de ocorrer, seja com a PI ou com qualquer outra metodologia de ensino.

É possível observar que os alunos que avaliaram negativamente tiveram algum tipo de experiência ruim na discussão ou, talvez, não achem adequado discutir com o colega ou julguem mais eficiente esclarecer suas dúvidas de outra forma. É importante considerar que equívocos compartilhados podem ocorrer, como citado pelo aluno 7 ao se referir a confusões geradas pela explicação dos colegas (Knight, Wise, e Sieke 2016). Entretanto, o método de PI, da forma como foi empregado, tentou garantir que todas as dúvidas dos alunos fossem esclarecidas, minimizando, desta maneira, a ocorrência de ideias equivocadas sobre o conteúdo.

A última pergunta feita aos alunos foi referente a sugestões para melhorar as aulas com o método de PI. As respostas consideradas mais significativas estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Respostas selecionadas para a Questão 3 feita aos alunos.

QUESTÃO: Você indicaria sugestões de melhorias para a proposta?	
Avaliações positivas	
Aluno 1	<i>Acho que precisamos de mais tempo para discutir com os colegas.</i>
Aluno 2	<i>Sentar em duplas desde o início da aula.</i>
Aluno 3	<i>Uma maior análise das alternativas, tanto das corretas como das incorretas.</i>
Aluno 4	<i>Fazer de forma digital.</i>
Aluno 5	<i>As provas poderiam ser feitas assim também.</i>
Avaliações negativas	
Aluno 6	<i>Voltar para a metodologia tradicional.</i>
Aluno 7	<i>Não respondeu.</i>

Aluno 8	<i>Não respondeu.</i>
---------	-----------------------

Podemos observar que as respostas apontam para a necessidade de mais tempo para discussão com os colegas, análise mais detalhada das alternativas e mais tempo para discutir com seu colega de dupla, em todas as etapas da aula. Essas observações demonstram que, em alguns momentos, o tempo disponibilizado pelo instrutor pode ter sido curto e que, para alguns, ao final da aplicação do método as explicações não foram detalhadas o suficiente, aspecto que deve ser considerado em futuras experiências. O “sentar em duplas”, sugestão mencionada por um dos estudantes, é também um ponto a destacar e que acreditamos estar associado à percepção de desorganização nos momentos de discussão apontado por alguns alunos. Um aluno também mencionou a forma digital como uma possibilidade, o que acreditamos se referir ao processo de votação.

O aplicativo *Plicklers* possibilita votações 100% on-line, mas isto não foi considerado por não necessitar que todos os estudantes tenham um dispositivo móvel e conexão com a internet, realidade que não se aplica em muitos contextos. A resposta dos alunos que avaliaram negativamente também foi analisada. Apenas um estudante mencionou que as aulas deveriam voltar ao método tradicional, indicando que o aluno se sente confortável com métodos que colocam o professor como figura principal do processo de ensino e aprendizagem.

Considerando o que foi abordado, os resultados obtidos sobre o método de PI utilizando o aplicativo *Plicklers*, os índices de avanço de Hake, as observações feitas pelo pesquisador, permitem indicar que o método de PI nas aulas da intervenção favoreceu a aprendizagem dos conceitos abordados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem têm sido recomendadas na literatura por proporcionar ao aluno a possibilidade de uma postura ativa e desenvolver aspectos como a autonomia, a problematização e reflexão da realidade, o trabalho em equipe e a inovação. No contexto das metodologias ativas uma das mais utilizadas no ensino de ciências é a Instrução por Pares.

Neste trabalho o método de Instrução por Pares foi aplicado em turmas de química geral do ensino superior de uma universidade pública com objetivo de avaliar a proposta de utilização deste método no ensino superior de química, assim como o emprego dos *Plickers* como sistema de votação. O aplicativo *Plickers* possibilitou o armazenamento de dados e a fácil obtenção de resultados durante a pesquisa. A percepção dos alunos sobre o aplicativo foi bastante positiva durante as duas aulas.

Os resultados quantitativos e qualitativos acerca do método de PI podem ser utilizados para afirmar que o método de PI aplicado em turmas do ensino superior de química traz vantagens no processo de ensino e aprendizagem. A grande maioria dos estudantes avaliou positivamente o método e que este permite revisar conceitos, auxiliar na aprendizagem e na concentração. De acordo com os alunos o método permite maior interação e postura ativa no processo de ensino e aprendizagem.

Um dos intuitos iniciais deste projeto era avaliar indícios de aprendizagem significativa de acordo com a teoria de Ausubel. No entanto, mesmo que alguns relatos do professor e questionamentos distintos utilizados em sala inicialmente indiquem a aprendizagem significativa, os elementos obtidos foram considerados insuficientes para tal afirmação.

Em uma outra intervenção, algumas limitações do PI também podem ser consideradas no planejamento do professor, como a necessidade de mais tempo para resolver os testes, o fato de alguns alunos aceitarem, sem o devido questionamento, a resposta do colega, e critérios mais claros para a definição do nível de dificuldade das questões propostas. Neste sentido, possíveis soluções seriam aumentar o tempo para as votações, fazer alguma forma de rodizio das duplas para a discussão entre pares e buscar elaborar questões em conjunto com outros professores, utilizando a experiencia de ambos para definir o nível de dificuldade.

Por último, é possível considerar que o método de PI utilizando o aplicativo *Plicklers*, utilizados nesta intervenção favoreceu a aprendizagem dos conceitos abordados. Professores de ensino superior podem incluir essa metodologia ativa em suas aulas como forma de beneficiar o processo de ensino e aprendizagem. Ainda, pesquisas futuras podem incluir a avaliação de aprendizagem significativa, o que ainda não é amplamente discutido na literatura.

7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.M.P; CAPIM, M. P.; OLIVERIA, D. F. Reciclagem do papel: a educação ambiental no ensino de química. **47º Congresso Brasileiro de Química**, 2007.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Gruner and Stratton, 1963.

BERNARDES, T. S.; ANJOS, J. R.; ROSA, C. E.; NETO, A. S. A. O Uso Combinado das Metodologias Just-In-Time Teaching e Peer Instruction no Ensino Médio: Uma Proposta Para o Ensino de Soluções. **Redin - Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 8 (1), 2019.

BISPO, Jr. E. L.; LOPES, R. P. Impacto do Uso da *Peer Instruction* no Ensino Superior de Lógica para Computação no Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 1404 - 1432, 2021.

BOGDAN, R.; S. K BIKLEN. 2010. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 2010.

BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**, nº Brasília: MEC, 2006.

BUENO, M. R. P.; KOEHLER, S. M. F.; PINTO, A. S. S. Participação ativa e interação entre pares: resultados de uma experiência de sucesso para a aprendizagem de gramática no curso de direito. **XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**, 2013

CHICON, P. M. M.; QUARESMA, C. R. T.; GARCÊS, S. B. B. Aplicação do Método de ensino Peer Instruction para o Ensino de Lógica de Programação com acadêmicos do Curso de Ciência da Computação. **Anais do SENID ISSN 2238-5916**, 2018.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001.

DE LIMA, W. M. Metodologias Ativas Aplicadas ao Ensino de Química. Trabalho de Conclusão de Curso. Ceres: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, 42 p., 2021.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S. B.; MARTINS, A. S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

FRAENKEL, J. R.; WALLEN, N. E. **How to design and evaluate research in education**. 7^o ed. New York: McGraw-Hill, Inc, 2007.

GOK, T.; GOK, O. Peer Instruction in Chemistry Education: Assessment of Students' Learning Strategies, Conceptual Learning and Problem Solving. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 17, n. 1, 2016.

GOLDE, M. F.; MCCREARY, C. L.; KOESKE, R. Peer Instruction in the General Chemistry Laboratory: Assessment of Student Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 5, p. 804, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, s. 3, 2009.

GUIMARÃES, D.; MENDONÇA, P. C. C. Avaliação de habilidades cognitivas em um contexto sociocientífico com foco nas habilidades argumentativas. 2014 <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6690>.

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

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning. **Educational Research**, v. 38, n. 5, p. 365 - 379, 2009.

KIEFER, N. I. S.; PILATTI, L. A. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

KIELT, E.; SILVA, S.; MIQUELIN, A.. Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer Instruction. **Revista Brasileira do Ensino Física**, v.39, n.4. São Paulo, 2017.

KNIGHT, J. K.; WISE, S. B.; SIEKE, S. Group Random Call Can Positively Affect Student In-Class Clicker Discussions. **CBE Life Sciences Education**, v. 15, n. 4, 2016.

KNIGHT, J. K.; WISE, S. B.; SOUTHARD, K. M. Understanding Clicker Discussions: Student Reasoning and the Impact of Instructional Cues. **CBE Life Sciences Education**, v. 12, n. 4, p. 645 - 654, 2013.

KOKOTSAKI, D., MENZIES, V., & WIGGINS, A. Project-based learning: A review of the literature. **Improving Schools**, v. 19, n. 3, p. 267–277, 2016.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A user's manual series in educational innovation**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.

MCDONNELL, L.; MULLARY, M. Research and Teaching: Teaching Students How to Check Their Work While Solving Problems in Genetics. **Journal of College Science Teaching**, v. 46, n. 1, 2016.

MORAES, L. D. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, A. J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2 (3), p. 107–31, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias Construtivistas - Textos de apoio ao professor de Física**. s. 10. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS. 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2^o ed. São Paulo: Centauro.

MÜLLER, M. G.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; SCHELL, J. 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 (março), 2017.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE - Revista de Políticas Públicas** v. 15, n. 2, 2016.

PEREIRA, W. G.; NASCIMENTO, R. J. M.; NASCIMENTO, T. L. Do. Uso da metodologia ativa instrução por pares assistida pelo aplicativo Plickers: Uma experiência no ensino de química. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. e021018, 2021.

SILVA, D.; SALES, G.; CASTRO, J. A Utilização do Aplicativo Plickers Como Ferramenta na Implementação da Metodologia Peer Instruction. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4 (novembro), p. 502–516, 2018.

SILVA, F. M.; BEDIN, E. Peer Instruction e Just-in-Time Teaching e suas Atribuições ao Ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3(2), 2020.

SILVA, F. A. N. Uso da Metodologia Peer Instruction no Ensino de Teoria Atômica. **Trabalho de conclusão de curso**. Fortaleza: Universidade Federal Do Ceará, 2019.

STREIT, L.; CUNHA, S. G. Intervenção em uma turma de Química Quântica durante a pandemia. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**, n. 41 (setembro), p. 98, 2022.

SZPARAGOWSKI, R. **The Effectiveness of the Flipped Classroom**. Honors Projects. 127 p., 2014.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. D. Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors' implementation of Peer Instruction. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 5, n. 2, p 020101, 2009.

VICKREY, R.; ROSPLOCH, K.; RAHMANIAN, R.; *et al.* Research-Based Implementation of Peer Instruction: A Literature Review. **CBE Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, p. es3, 2015.

WALKER, A. E.; LEARY, H.; HMELO-SILVER, C. E.; ERTMER, P. A. **Essential Readings in Problem-based Learning**. Purdue University Press, 384 p., 2015.

ZUCONELLI, C. R.; MACHADO, T. P.; ZUCONELLI, A. A. *et al.* Utilização da aprendizagem significativa para o ensino da função orgânica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, 2018.