



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISISONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

ANTÔNIO VICTTOR ALVES DE QUEIROZ

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION* EM
CONJUNTO COM O APLICATIVO *PLICKERS* PARA O ENSINO DE
TERMOQUÍMICA

RECIFE

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



PROGRAMA DE MESTRADO PROFSSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL

ANTÔNIO VICTTOR ALVES DE QUEIROZ

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION* EM
CONJUNTO COM O APLICATIVO *PLICKERS* PARA O ENSINO DE
TERMOQUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.
Orientador: Prof. Dr. Bruno Silva Leite.

RECIFE
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

Q3a Queiroz, Antônio Victor Alves de.
Análise da contribuição da metodologia Peer Instruction em conjunto com o aplicativo Plickers para o ensino de Termoquímica / Antônio Victor Alves de Queiroz. – Recife, 2024.
121 f.; il.

Orientador(a): Bruno Silva Leite.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Métodos de ensino. 2. Termoquímica - Metodologia. 3. Aprendizagem ativa. 4. Ensino auxiliado por computador 5. Química - Estudo e ensino. I. Leite, Bruno Silva, orient. II. Título

CDD 540

ANTÔNIO VICTTOR ALVES DE QUEIROZ

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION* EM
CONJUNTO COM O APLICATIVO *PLICKERS* PARA O ENSINO DE
TERMOQUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE), polo Recife, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Silva Leite.

Data de aprovação: ____/____/____.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bruno Silva Leite (UFRPE)
Presidente da Banca – Orientador

Prof. Dr. Antônio Inácio Diniz Junior (UFRPE)
Membro Interno

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (UFRPE)
Membro Externo.

RESUMO

O professor do século XXI enfrenta diversas adversidades no cotidiano escolar que dificultam o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, fazendo com que o docente utilize metodologias diferentes, de modo que facilite a compreensão do estudante perante o conteúdo apresentado. Dessa forma, as metodologias ativas estão sendo cada vez mais utilizadas no ensino de Ciências (mais especificamente no ensino de Química) como uma alternativa ao método tradicional de ensino, buscando tornar o aluno um sujeito mais ativo durante a construção do conhecimento. É neste contexto que este trabalho busca apresentar uma atividade que pudesse abordar o conteúdo de Termoquímica em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola do estado de Alagoas, empregando a metodologia ativa Peer Instruction (PI) com o auxílio do aplicativo Plickers para analisar se a estratégia é capaz de proporcionar um ambiente de colaboração entre os estudantes. Para que isso seja possível, a pesquisa foi dividida em cinco etapas distintas: identificação do uso do PI no ensino de Química por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL); elaboração da estratégia utilizando o PI em conjunto com o aplicativo Plickers; análise da contribuição do PI no ensino de Química; análise da aprendizagem dos estudantes e, por fim, a compilação destes dados. Ao fim da análise das taxas de acertos de cada questão antes e depois de cada discussão, bem como os argumentos dos estudantes durante a conversa com seus colegas, podemos afirmar que os Testes Conceituais apresentaram um efeito significativo na aprendizagem e engajamento dos alunos. Por fim, podemos concluir que a metodologia Peer Instruction apresenta grande potencial para ser utilizada nas aulas de Química, contribuindo para a melhora do processo de aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: *Peer Instruction*, Termoquímica, Metodologias Ativas, *Plickers*, Aprendizagem Colaborativa.

ABSTRACT

The teacher of the twenty-first century faces several adversities in the school routine that hinder the teaching and learning process of students, making the teacher use different methodologies, in order to facilitate the student's understanding of the content presented. Thus, active methodologies are being increasingly used in the teaching of Science (more specifically in the teaching of Chemistry) as an alternative to the traditional teaching method, seeking to make the student a more active subject during the construction of knowledge. It is in this context that this work seeks to present an activity that could address the content of Thermochemistry in a class of the 2nd year of High School of a school in the state of Alagoas, employing the active methodology Peer Instruction (PI) with the help of the Plickers application to analyze if the strategy is capable of providing an environment of collaboration among students. To make this possible, the research was divided into five distinct stages: identification of the use of PI in the teaching of Chemistry through a Systematic Literature Review (RSL); elaboration of the strategy using the PI in conjunction with the Plickers application; analysis of the contribution of PI to the teaching of Chemistry; analysis of student learning and, finally, the compilation of this data. At the end of the analysis of the correct answer rates of each question before and after each discussion, as well as the students' arguments during the conversation with their colleagues, we can say that the Concept Tests had a significant effect on student learning and engagement. Finally, we can conclude that the Peer Instruction methodology has great potential to be used in Chemistry classes, contributing to the improvement of the students' learning process.

Keywords: Peer Instruction, Thermochemistry, Active Methodologies, Plickers, Collaborative Learning.

Este trabalho é dedicado a minha mãe, Erica, e ao meu pai, Murilo (in memoriam). Sem vocês, eu jamais teria chegado onde cheguei. Por todo esforço, carinho e amor que sempre tiveram por mim, faço desta dissertação uma homenagem a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos, oportunidades, direcionamentos que Ele me deu durante toda a minha vida.

Aos meus pais, Erica e Murilo (*in memoriam*), agradeço eternamente por terem se doado tanto para que eu pudesse chegar até aqui. Me dedicar a realização deste trabalho não é nada mais que a minha obrigação.

Agradeço aos meus amigos de infância, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, assim como meus colegas de trabalho do estado de Alagoas por toda contribuição que me foi dada, direta ou indiretamente. O apoio de todos vocês no momento mais difícil da minha vida fez toda a diferença para a concretização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pelas contribuições valiosas que com certeza levarei para minha experiência docente. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Bruno Silva Leite pela paciência, compreensão e empatia durante toda a elaboração desta pesquisa.

Aos colegas de mestrado, por toda parceria nos estudos e trabalhos durante o período de aulas.

Agradeço também ao Santa Cruz Futebol Clube, que ficou de férias no mês de março. Dessa forma, não tive nenhum estresse com o futebol, o que com certeza contribuiu para a realização desta pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que participaram deste momento da minha vida. Vocês me ajudaram bastante a chegar até aqui.

EPÍGRAFE

Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais.

(Rubem Alves)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de ação do método Peer Instruction.....	35
Figura 2 - Interface do site do Plickers.	54
Figura 3 - Exemplo de cartão-resposta do Plickers.	55
Figura 4 - Questão 1 do questionário de opinião.	92
Figura 5 - Questão 2 do questionário de opinião.	93
Figura 6 - Questão 3 do questionário de opinião.	94
Figura 7 - Questão 4 do questionário de opinião.	95
Figura 8 - Questão 5 do questionário de opinião.	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Química.	23
Quadro 2 - Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.	29
Quadro 3 - Etapas da Revisão Sistemática de Literatura.	38
Quadro 4 - Critérios de inclusão e exclusão utilizados para a elaboração da RSL. .	39
Quadro 5 – Quantitativo final de trabalhos selecionados na RSL.	40
Quadro 6 - Níveis de certificação das competências pedagógicas em TDIC para os professores.	53
Quadro 7 - Questões elaboradas para o questionário de perfil.	61
Quadro 8 - Questões elaboradas para o questionário de opinião.	62
Quadro 9 – Modelo da escala de Likert.	63
Quadro 10 - Questão 1 relacionada ao conceito de calor.	72
Quadro 11 – Argumentos dos estudantes na Questão 1.	73
Quadro 12 - Questão 2, relacionada ao conceito de absorção de energia na forma de calor.	74
Quadro 13 - Argumentos dos estudantes na Questão 2.	75
Quadro 14 - Questão 3, envolvendo o conceito de calor.	76
Quadro 15 - Argumentos dos estudantes na Questão 3.	77
Quadro 16 - Questão 4, relacionada aos processos endotérmicos e exotérmicos...	78
Quadro 17 - Questão 5, relacionando os aspectos energéticos as mudanças de estado.	79
Quadro 18 - Argumentos dos estudantes na Questão 5.	80
Quadro 19 - Questão 6, relacionada as reações endotérmicas e exotérmicas.	81
Quadro 20 - Argumentos dos estudantes na Questão 6.	83
Quadro 21 – Questão 7, relacionada aos processos endotérmicos e exotérmicos. .	84
Quadro 22 - Questão 8, relacionada aos conceitos de entalpia e absorção de calor.	85
Quadro 23 - Argumentos dos estudantes na Questão 8.	86
Quadro 24 - Questão 9 sobre as transformações físicas e absorção ou liberação de energia.	87
Quadro 25 - Argumentos dos estudantes na Questão 9.	88
Quadro 26 - Questão 10 trata sobre a mudança de temperatura da água.	89

Quadro 27 - Argumentos dos estudantes na Questão 10.	90
Quadro 28 - Comentários na questão 1 do questionário de opinião.	92
Quadro 29 - Comentários na questão 2 do QO.	93
Quadro 30 - Comentários na questão 3 do questionário de opinião.	94
Quadro 31 - Comentários na questão 4 do questionário de opinião.	95
Quadro 32 - Comentários na questão 5 do questionário de opinião.	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos trabalhos encontrados de acordo com os periódicos. .	41
Gráfico 2 - Distribuição dos trabalhos de acordo com os anos.	41
Gráfico 3 - Idade dos estudantes.	66
Gráfico 4 - Tipo de escola frequentada.....	67
Gráfico 5 - Local de residência dos estudantes.	67
Gráfico 6 - Porcentagem de estudantes que possuem vínculo empregatício.	68
Gráfico 7 - Recursos didáticos utilizados durante as aulas.....	68
Gráfico 8 - Tempo dedicado aos estudos fora da escola.	69
Gráfico 9 - Espaço reservado para realização de atividades escolares.....	70
Gráfico 10 - Frequência de realização de atividades.....	71
Gráfico 11 - Dados obtidos na aplicação da Questão 1.....	73
Gráfico 12 - Resultados obtidos na Questão 2.	75
Gráfico 13 - Resultados obtidos na Questão 3.	76
Gráfico 14 - Resultados obtidos na Questão 4.	78
Gráfico 15 - Dados obtidos na Questão 5.	80
Gráfico 16 - Dados obtidos na Questão 6.	82
Gráfico 17 - Dados obtidos na Questão 7.	85
Gráfico 18 - Dados obtidos na Questão 8.	87
Gráfico 19 - Dados obtidos na Questão 9.	88
Gráfico 20 - Dados obtidos na Questão 10.	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
1.1 ENSINO DE QUÍMICA.....	22
1.1.1 Termoquímica	24
1.2 METODOLOGIAS ATIVAS	30
1.2.1 Peer Instruction	33
1.2.2 Revisão Sistemática de Literatura.....	37
1.2.3 Engajamento na Educação	49
1.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS	52
1.3.1 Plickers.....	54
2 METODOLOGIA	57
2.1 TIPO DE ESTUDO.....	57
2.2 ETAPAS DA PESQUISA	57
2.2.1 Etapa 1: Elaboração da SD utilizando o PI com o Plickers.....	57
2.2.2 Etapa 2: Contribuição do PI no ensino de Química	58
2.2.3 Etapa 3: Análise da aprendizagem dos estudantes	59
2.3 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA.....	59
2.4 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS.....	60
2.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.1 QUESTIONÁRIO DE PERFIL	66
3.2 APLICAÇÃO DOS TESTES CONCEITUAIS.....	72
3.3 QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO	91
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL.....	108

MATERIAIS DE APOIO.....	121
--------------------------------	------------

INTRODUÇÃO

Vivemos numa época na qual as tecnologias estão cada vez mais inseridas na vida das pessoas. É muito difícil concebermos uma ideia de sociedade sem a utilização destas ferramentas que carregam consigo vários recursos e funções que facilitam as nossas vidas (Pereira *et al.*, 2012). Hoje em dia compartilhamos e recebemos as informações de maneira muito mais rápida que antigamente. Em alguns pontos, nos tornamos até dependentes dessas tecnologias, quando pensamos no que poderia ser feito antes, sem o uso das tecnologias (Silva; Sousa Teixeira, 2020; Souza *et al.*, 2021).

Diferentes setores da sociedade foram influenciados pelos avanços tecnológicos e conseqüentemente o segmento da educação também foi um deles. O uso de smartphones, tablets, notebooks dentre outros objetos tem se tornado cada vez comum no ambiente escolar, apresentando alguns recursos que podem ser utilizados de maneira complementar a prática pedagógica do professor. Segundo Pereira *et al.*, (2012), utilizar-se dos recursos disponíveis pode ser uma estratégia eficiente para promover uma melhor interação dos estudantes com o conteúdo, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Serafim e Sousa (2011), a relação entre o uso das tecnologias no contexto educacional tem se tornado cada vez mais frequente nos estudos que consideram o contexto de ensino e aprendizagem. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), bem como outros materiais formativos e de apoio afirmam que a educação deve estar presente em todos os processos formativos, fazendo uso das tecnologias disponíveis de maneira significativa, crítica e responsável, visando o desenvolvimento do estudante não só no ambiente escolar, mas também na sua vida cotidiana, compreendendo assim o seu papel como cidadão perante a sociedade (Souza *et al.*, 2021).

Para atingir este objetivo, é muito importante que existam políticas públicas para a capacitação dos professores em formação inicial e continuada, proporcionando aos profissionais da educação momentos de análise e debates acerca de propostas que utilizam as tecnologias em sala de aula, para que o profissional da educação

consiga atingir as competências e habilidades descritas pela BNCC (Gama *et al.*, 2021; Guaita; Gonçalves, 2022).

Segundo a BNCC (Brasil, 2018), no que corresponde a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o professor deve estimular o desenvolvimento crítico do aluno para que ele possa se tornar um cidadão ciente daquilo que o cerca, mas que também seja capaz de tomar decisões responsáveis para os problemas com o qual ele se depara, sendo assim capaz de tomar uma postura mais ativa como um ser social. É importante também analisar a realidade na qual se encontram seus alunos, pois é a partir desse entendimento que o professor será capaz de construir uma aprendizagem significativa para os estudantes, utilizando as metodologias corretas para cada situação encontrada. Nesse sentido, entende-se a relevância de proporcionar um ensino contextualizado, afinal de contas é a forma de ensinar que provoca efeito na vida do aluno e o professor deve organizar sua aula de modo a possibilitar essa mudança de postura dentro e fora de sala (Gama *et al.*, 2021).

De acordo com Siqueira *et al.*, (2013), os docentes devem sempre buscar novas abordagens educacionais. Para Rocha e Vasconcelos (2016), é necessário que os docentes priorizem uma metodologia de ensino e aprendizagem na qual o aluno consiga compreender a importância da disciplina de Química na sociedade por meio da contextualização, situações-problema, entre outras atividades, e que incentive o diálogo entre professores e alunos.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de modificar o método de ensino centrado na transmissão de conteúdos para que o estudante seja capaz de compreender a importância de aprender Química em sua vida cotidiana, por meio da problematização, diálogo e interação entre seus colegas e o professor. Para que isso aconteça, é essencial que o docente busque novas estratégias de ensino, colocando o aluno no centro do processo de aprendizagem. As metodologias ativas são uma alternativa frente ao método tradicional. Sua utilização possibilita aos estudantes o desenvolvimento de suas competências e habilidades por meio de estímulos fornecidos pelo professor, permitindo ao estudante tornar-se mais ativo e participativo (Lourenço; Alves; Silva, 2021).

Segundo Leite (2018), as metodologias ativas são capazes de proporcionar um ambiente no qual o estudante pode se expressar de maneira mais livre, mas que

também seja capaz de ouvir, promovendo assim uma melhor interação entre os participantes do processo de ensino e aprendizagem. O estudante, dessa forma, se transforma no protagonista do processo de construção do conhecimento. Contudo, para que isso aconteça, o professor deve realizar a mediação entre os sujeitos participantes, criando situações que façam parte do cotidiano do estudante, introduzindo novas informações para que eles avancem em seus processos de compreensão dos fenômenos, se desdobrando para além do ambiente educativo (Schmitt, 2011). Ainda de acordo com Schmitt (2011, p. 62),

A aprendizagem e o processo de reflexão, portanto, caminham no sentido de construir autonomia. É importante que o estudante se sinta comprometido e capaz de dar significado à aprendizagem, por meio da análise crítica do seu contexto, fundamentada num profundo processo de reflexão. Para que isso ocorra, o exercício do diálogo é extremamente relevante e colabora para que a significação parta das intenções e dos interesses dos professores e dos estudantes (Schmitt, 2011, p. 62).

Nesse sentido, Leite (2018) destaca que as metodologias ativas são mais efetivas quando o estudante se sente desafiado a aprender de maneira ativa. Dessa forma, para que o estudante se envolva no processo de construção do conhecimento, é necessário que o conteúdo seja vivenciado de maneira problematizada, tendo como objetivo comprometer o estudante a resolver o problema que lhe foi proposto, fazendo com que ele busque novas informações, investigue, reflita e proponha possíveis soluções para resolver o problema. Freire (2013) também acredita na importância das metodologias ativas para a construção do conhecimento. Segundo o autor, a utilização de situações- problema é fundamental para o incentivar a aprendizagem por parte do estudante.

Existem diversas possibilidades para a utilização de metodologias ativas em sala de aula. Contudo, é muito importante que o professor saiba escolher a metodologia que se adequa melhor a realidade na qual se encontra. Para Moran (2015), as metodologias precisam estarem de acordo com os objetivos estabelecidos, ou seja, é necessário elaborar estratégias que coloquem os estudantes em situações cada vez mais complexas, sendo capazes de avaliarem os resultados obtidos a partir de suas decisões para que, com o auxílio do professor, dos seus colegas e de

materiais de pesquisa, tenham êxito na resolução do problema. Ainda segundo Moran (2015, p. 18),

Nas etapas de formação, os alunos precisam de acompanhamento de profissionais mais experientes para ajudá-los a tornar conscientes alguns processos, a estabelecer conexões não percebidas, a superar etapas mais rapidamente, a confrontá-los com novas possibilidades. Quanto mais aprendamos próximos da vida, melhor. As metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas (Moran, 2015, p.18).

Quando pensamos na maneira na qual o conteúdo de Química vem sendo trabalhado nas escolas, percebemos que a disciplina pouco tem contribuído para a formação crítica e emancipada dos estudantes (Rocha; Vasconcelos, 2016). De acordo com Pauletti (2017), o ensino de Química pode contribuir para a formação de um cidadão com uma visão amplificada sobre a sociedade que o rodeia, sendo capaz de reconhecer e analisar como a Química influencia a vida das pessoas. Todavia, o conteúdo ministrado nas escolas brasileiras ainda é pautado pela memorização de fórmulas e conceitos que acabam por limitar o potencial de aprendizagem do estudante, contribuindo para a desmotivação em aprender sobre Química. Dessa forma, o estudante não consegue perceber como o conteúdo vivenciado em sala está presente em sua vida. (Santos *et al.*, 2013).

Dentre as várias disciplinas ministradas no Ensino Médio, a Química geralmente é lembrada pelos estudantes como sendo bastante difícil e complexa de se estudar por conta do alto nível de abstração que é necessário para a compreensão do conteúdo. Além disso, a insistência na memorização de fórmulas e equações por parte de alguns professores fazem com que a disciplina se torne ainda mais desinteressante, aumentando a desmotivação dos estudantes pela matéria. Um dos conteúdos de Química que é ensinado no ensino médio e pouco é relacionado com o cotidiano dos estudantes é a termoquímica. A termoquímica é considerada, junto com outros conteúdos da Química, como uma das mais difíceis de ser ensinada e aprendida (Mortimer; Amaral, 1998). Todavia, é importante ressaltar a importância não só do ensino de maneira contextualizada, mas também que o professor receba a formação necessária para conseguir relacionar a realidade do estudante com o conteúdo apresentado. Ferreira *et al.* (2017) apresentam a importância da formação continuada para o professor dizendo que

Para refletirmos sobre formação continuada de professores, depreendemos que essa prática sempre se faz necessária, pois permite ao professor analisar seu desempenho no decorrer de sua carreira, repensar a escola e consolidar diversos aspectos como a valorização profissional, o trabalho em equipe, o currículo e as transdisciplinaridades, que possivelmente mais se adequem a realidade da instituição (Ferreira *et al.*, 2017, p. 2).

Segundo Melo (2015, p. 7), “a formação continuada, tem a finalidade de permitir que o professor esteja se atualizando para atender as mudanças contemporâneas, devido à velocidade de informações que nos são disponibilizadas diariamente”. Assim sendo, o professor deve estar se atualizando sempre que possível, buscando ferramentas que incentivem os estudantes a construir um pensamento numa perspectiva mais científica. Para Junior e Cirino (2016), o professor, em conjunto com a escola e universidade, proporcionem um ambiente mais interativo onde o estudante consiga desenvolver habilidades e competências que os auxiliem a compreender o meio em que estão inseridos.

De acordo com Capellato, Ribeiro e Sachs (2019), para que ocorra uma mudança na educação, é primordial que as aulas expositivas sejam substituídas por estratégias e metodologias que coloquem o estudante numa posição de reflexão, ação e diálogo com seus colegas e professores. Dessa forma, diferentes pesquisas têm sido elaboradas visando a proposição de melhorias na educação em âmbito nacional e internacional. Dentre as metodologias possíveis, podemos elencar algumas: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), *Just in Time Teaching* (JiTT), *Design Thinking* (DT), *Project Oriented Learning* (POL), *Team-Based Learning* (TBL), dentre outras estratégias. Porém, de acordo com Valente (2018), as metodologias citadas anteriormente ainda encontram muitas dificuldades para sua inserção no ambiente escolar, pois o uso correto da estratégia/metodologia depende do currículo que foi elaborado e também do nível de compreensão dos estudantes sobre a atividade proposta.

Nesta pesquisa, optamos investigar a metodologia ativa conhecida como Peer Instruction (PI), por acreditarmos que esta estratégia é capaz de proporcionar um ambiente de ensino mais interativo, colaborativo e plural. De acordo com Carvalho (2018, p. 103)

A ideia fundamental da *Peer Instruction* é confrontar os estudantes com situações ou fenômenos intrigantes, de preferência contra-intuitivos, que os levem a refletir primeiro sobre as suas ideias, depois sobre ideias dos outros

e analisando os argumentos que as sustentam, por forma a construir finalmente uma nova e sustentável ideia. A *Peer Instruction* é, portanto, uma técnica de aprendizagem em grupo (Carvalho, 2018, p. 103).

Atualmente, muitas metodologias ativas se utilizam ferramentas tecnológicas em conjunto para promover um ambiente mais dinâmico e que gere um maior engajamento durante a atividade por parte dos alunos. Em razão disso, devemos ressaltar a contribuição que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) trouxeram para as diferentes áreas de atuação. Segundo Gonçalves, Cunha e Sales (2016), ao fazermos uso das TDIC no ambiente educacional, estamos possibilitando a abertura de novos caminhos para a educação, pois com o auxílio das tecnologias podemos aproximar lugares outrora distantes, permitindo assim uma interação que antes seria improvável. Destarte, de acordo com literatura, a metodologia Peer Instruction pode ser utilizada com o auxílio da ferramenta *Plickers* para abordar os conteúdos de Química.

Ante ao exposto, acreditamos que as discussões envolvendo o ensino de Termoquímica, com o uso da metodologia ativa *Peer Instruction*, podem contribuir para maior interação dos estudantes e uma participação ativa no ambiente de aprendizagem. Contudo, questiona-se se o uso do aplicativo *Plickers* pode promover algum tipo de engajamento nos estudantes a partir do Peer Instruction e assim favorecer o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, indaga-se “É possível aprender Termoquímica de maneira colaborativa mediante o uso das tecnologias e da metodologia *Peer Instruction*?”.

Desta forma, visando responder à pergunta de pesquisa proposta, esta pesquisa apresenta como objetivo geral analisar como se deu a aprendizagem de estudantes do Ensino Médio por meio da utilização da metodologia *Peer Instruction* em conjunto com o aplicativo *Plickers* como estratégia de aprendizagem para o ensino de Termoquímica. Como desdobramento da pesquisa, temos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar o uso do *Peer Instruction* no ensino de Química por meio de uma revisão sistemática de literatura;
- Elaborar uma estratégia para a utilização da metodologia *Peer Instruction* em conjunto com o aplicativo *Plickers*;

- Identificar os diferentes tipos de engajamento que podem surgir durante a utilização da metodologia *Peer Instruction*;
- Compreender se o *Peer Instruction* auxiliou na colaboração dos estudantes para a realização das atividades;

Este trabalho está dividido em quatro partes, além da introdução. A segunda parte apresenta uma abordagem relacionada ao ensino de Química (em específico, sobre Termoquímica), as Metodologias Ativas e o engajamento que elas podem trazer para a educação. Na terceira parte deste trabalho, apresentamos a metodologia utilizada para a realização da Revisão Sistemática de Literatura, assim como a elaboração da Sequência Didática. A quarta parte apresenta os resultados obtidos durante o desenvolvimento do trabalho e as análises quantitativas e qualitativas. Finalmente, a quinta parte encerra a dissertação, apresentando as considerações finais.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir, apresentamos uma discussão relacionada ao ensino de Química e, em específico, sobre o conteúdo de Termoquímica, as dificuldades relatadas pelos estudantes e o que os documentos oficiais preconizam para o ensino de Termoquímica.

1.1 ENSINO DE QUÍMICA

O ensino tradicional ainda é muito presente no Ensino Médio das escolas brasileiras. Tal método, que tem como característica principal a transmissão de conteúdos sendo feita apenas pelo professor, muitas vezes de maneira descontextualizada, tem causado um grande desinteresse pelo conteúdo (Rocha; Vasconcelos, 2016). Os documentos oficiais (Brasil, 2018), afirmam que os estudantes devem ser capazes de se posicionar, julgar e tomar decisões. Contudo, este modelo de ensino não é capaz de suprir as demandas necessárias para uma formação cidadã.

Com relação aos conteúdos de Química, é fácil perceber que os estudantes possuem dificuldades durante o processo de aprendizagem. Muito disso se deve a maneira na qual o conteúdo é trabalhado em sala de aula. Os conteúdos são vistos de maneira desconexa da realidade do aluno e são de difícil compreensão, o que torna o assunto desinteressante para o estudante. Dessa forma, os estudantes em sua grande maioria não conseguem perceber a importância de estudar sobre Química no seu cotidiano. Além disso, muitos professores de química costumam dar uma preferência maior a explicação do conteúdo de maneira reprodutivista, utilizando-se de técnicas de memorização, sem contextualizar com o cotidiano (Pontes *et al.*, 2007).

De acordo com Morin (2020), vivemos em uma época na qual é muito importante aprendermos a conviver com a pluralidade de ideias e opiniões, muito além de aprender sobre verdades prontas e indiscutíveis. Segundo Pozo (2004, p. 35), “Não cabe mais à educação proporcionar aos alunos conhecimentos como se fossem verdades acabadas; ao contrário, ela deve ajudá-los a construir seu próprio ponto de vista, sua verdade particular a partir de tantas verdades parciais.”

No que diz respeito ao ensino de Química, a relação entre os elementos teóricos e a natureza abstrata das representações dos conceitos são tidos como

possíveis causas para a dificuldade na compreensão dos conteúdos (Silva *et al.*, 2021). Para Souza e Cardoso (2008), a dificuldade de compreensão no ensino e aprendizagem de Química se dá pela falta de entendimento de três pontos importantes: o universo macroscópico, simbólico e o microscópico. Para os autores, o domínio desses três níveis é imprescindível para a compreensão dos conceitos químicos. Já Pozo e Crespo (2009), acreditam que os estudantes não apresentam dificuldades apenas na construção de conceitos, mas também enfrentam barreiras no que diz respeito ao emprego do raciocínio científico para a resolução de problemas. Em outras palavras:

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las nem aplicá-las em novas situações (Pozo; Crespo, 2009, p. 16).

Ainda de acordo com os autores, existem algumas dificuldades que são mais comuns no que diz respeito ao processo de ensino e aprendizagem de Química. Tais dificuldades podem ser encontradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Química.

- Concepção estática e contínua da matéria;
- Diferenciação de mudança de estado físico e químico;
- Relação microscópica e macroscópica;
- Conceitos fundamentais. Ex. elementos, substâncias;
- Compreensão e utilização do conceito de quantidade de substância;
- Relacionamento entre quantidade de massas, de substância, número de átomos, etc.;
- Interpretação do significado de uma equação química ajustada;

Fonte: Adaptado de Pozo e Crespo (2009, p. 141).

Essa ideia é corroborada por Mortimer (1996) ao afirmar que

Em função disso, o aluno não tenta generalizar essas explicações a fenômenos diversos, pois não as reconhece como gerais e sim como mais um esquema localizado. Essas dificuldades estão relacionadas às diferenças entre uma teoria científica, geral e independente do contexto e os esquemas e subsistemas cotidianos, nem sempre gerais e muitas vezes dependentes do contexto (Mortimer, 1996, p. 25).

Dessa forma, o conhecimento científico acaba se tornando um apanhado de informações que o estudante precisa memorizar, enquanto que as concepções do seu

cotidiano não estabelecem uma relação com o conhecimento científico. É diante de tais dificuldades que chegamos à Termoquímica e aos estudos relacionados ao calor, que serão discutidos no tópico a seguir.

1.1.1 Termoquímica

A Termoquímica é a área da Química que estuda as trocas de energia que acompanham as transformações químicas (Atkins; Jones, 2006). Os conceitos de calor, energia, transferência de calor entre os corpos e o equilíbrio químico são fundamentais para a compreensão da Termodinâmica, mas também da Termoquímica, pois tanto a Física como a Química buscam entender a relação entre as trocas térmicas existentes entre os corpos.

Atualmente, a Termoquímica estuda as quantidades de calor que são liberadas ou absorvidas durante as reações químicas e as mudanças de estado físico. Além disso, ela busca investigar as relações entre energia e as transformações químicas, analisando como a energia é transferida entre sistemas químicos e seu ambiente. A partir desse entendimento, três conceitos devem ser levados em consideração: energia, calor e trabalho. A energia é compreendida como a capacidade de realizar trabalho ou produzir mudanças em um sistema, o calor é a energia transferida de um sistema para o outro por meio da diferença de temperatura e o trabalho é a transferência de energia causada pela aplicação de uma força ao longo de uma distância (Atkins; Jones, 2006).

De acordo com Garcia e Salgado (2021), alguns conceitos básicos da Termoquímica podem parecer confusos para os estudantes, como a definição de calor, por exemplo, que na definição científica está relacionado a diferença de temperatura entre corpos, enquanto que no cotidiano, está associado a altas temperaturas. Ainda segundo os autores, “[...] os estudantes devem notar que os conceitos cotidianos e científicos podem estar corretos, dependendo apenas do contexto em que são usados” (Garcia; Salgado, 2021, p. 788).

Neste ponto, é importante detalharmos os conceitos de calor e temperatura, visto que são concepções que já estão presentes no cotidiano dos estudantes. Mortimer e Amaral (1998) nos dizem que podemos encontrar na literatura três

principais concepções cotidianas para calor e temperatura: o calor como substância, o calor como sensação térmica (quente ou frio) e que o calor é diretamente proporcional à temperatura. De Castro Barros (2009) compreende a temperatura (numa visão macroscópica) como sendo um parâmetro que indica se houve ou não a transferência de calor entre dois corpos que estão em contato, bem como qual foi o sentido da transferência. Caso não ocorra transferência de calor, podemos dizer que o sistema está em equilíbrio térmico (os corpos estão numa mesma temperatura). Do ponto de vista microscópico, o conceito de temperatura pode ser entendido como a energia cinética das partículas que fazem parte de um sistema. Portanto, quanto maior for a energia cinética das partículas, maior será a temperatura. De acordo com Atkins e De Paula (2012, p. 37)

O movimento térmico das moléculas nas vizinhanças quentes de um sistema frio estimula a movimentação mais vigorosa das moléculas do sistema e, em virtude disso, a energia do sistema aumenta. Quando o sistema aquece as suas vizinhanças, são as moléculas do sistema que estimulam o movimento térmico das moléculas nas vizinhanças (Atkins; De Paula, 2012, p.37).

Quando consideramos o calor envolvido nas transformações químicas, surgem dois tipos de reações: a endotérmica e a exotérmica. Os processos que absorvem energia na forma de calor são denominados endotérmicos (o prefixo “endo” significa “para dentro”), enquanto que os processos exotérmicos são aqueles que liberam energia na forma de calor (o prefixo “exo” significa “para fora”). Segundo Machado (2021), podemos dizer que, durante um processo endotérmico, o sistema receberá calor e o ambiente será resfriado, enquanto que nos processos exotérmicos, o sistema perderá calor e o ambiente será aquecido.

No que diz respeito a quantidade de calor absorvida ou liberada durante uma reação química, esta pode ser denominada calor de reação ou entalpia (H) e que, de acordo com Santos *et al.* (2005), corresponde ao calor envolvido nas reações químicas à pressão constante. De acordo com Atkins e De Paula (2012), podemos exemplificar a variação de entalpia por meio de uma equação química, representando os participantes da reação com seus respectivos estados de agregação, além do valor correspondente ao valor da entalpia-padrão, conforme reação abaixo:



Assim, podemos representar a entalpia-padrão de reação pela expressão a seguir, onde o valor de cada uma das entalpias molares deverá ser multiplicado pelo seu respectivo coeficiente estequiométrico (que é adimensional e sempre positivo):

$$\Delta H = \sum H (\text{produtos}) - \sum H (\text{reagentes})$$

Um outro cientista muito importante para os estudos da Termoquímica foi Germain Henry Hess (1802-1850). Em 1838, ele verificou que o calor de neutralização entre um ácido e uma base eram os mesmos, não importando a ordem de adição do ácido ou da base. Com esse resultado em mãos, em 1840 ele anuncia suas ideias que ficariam conhecidas como a “Lei de Hess”, onde “a entalpia de uma reação é a diferença entre o somatório das entalpias de formação de seus produtos e o somatório das entalpias de formação de seus reagentes, nas mesmas condições de temperatura e pressão” (Santos *et al.*, 2005, p. 376).

As entalpias-padrão de reações químicas individuais podem ser combinadas para descobrirmos o valor da entalpia de uma outra reação. Contudo, para que isto aconteça, é necessário que os coeficientes estequiométricos estejam devidamente balanceados. Segundo Atkins e De Paula (2012), a Lei de Hess tem como base a independência do caminho da reação, interessando apenas os processos inicial e final. Dessa forma, podemos partir dos reagentes definidos pela reação principal e passar por quaisquer reações, até que se chegue nos produtos determinados, obtendo o mesmo valor da entalpia.

A palavra energia tem sua origem descrita pelo idioma grego (*energeia*) e de acordo com a sua etimologia, é comumente associada a capacidade de realizar trabalho ou determinada ação. Sabemos que a energia está presente na vida dos seres humanos desde os seus primórdios. A preocupação em compreender os fenômenos relacionados as trocas de energia vêm da época na qual os homens começaram a utilizar os metais, mas só depois que as leis fundamentais que regem tais processos viriam a surgir, tendo como base os estudos e modelos racionais descritos por Robert Boyle no século XVII (Oliveira; Santos, 1998).

A partir dos seus experimentos, Francis Bacon (1561-1626) constatou que determinadas substâncias como o óxido de cálcio, quando colocada em água, liberava certa quantidade de calor, enquanto que o ouro, por exemplo, não tinha a mesma capacidade. Após inúmeros experimentos, Bacon nos dá a primeira definição de calor

como sendo “uma forma ansiosa, sempre em movimento e presente em todos os corpos” (Oliveira; Santos, 1998).

Uma das teorias relacionadas ao estudo das transformações químicas foi elaborada pelo francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Partindo da premissa que, durante as transformações químicas, as quantidades são conservadas, Lavoisier realizou experimentos envolvendo combustão, observando que parte do ar presente na reação ficava agregado ao material combustível. Após a descoberta do oxigênio (que naquela época era chamado de “ar vital”), ele concluiu que o oxigênio era um dos principais componentes das reações de combustão (De Assis Souza *et al.*, 2007).

Nessa época, também surgiu o advento das máquinas a vapor, que foi patenteada pelo ferreiro Newcomen e o vidreiro Cowley. Contudo, essa máquina apresentava um rendimento muito baixo, sendo então reformulada pelo engenheiro inglês James Watt (1736-1819). Foi a partir do surgimento dessa máquina que se deu início a uma corrida para obter um melhor rendimento na conversão de calor em trabalho (De Assis Souza *et al.*, 2007).

Segundo Sousa Júnior *et al.* (2020), a produção e manipulação do fogo foram aspectos muito importantes para o desenvolvimento da vida humana como conhecemos. Mesmo nas atividades mais simples do nosso dia-a-dia, era possível perceber a importância do fogo nas transformações dos materiais. Podendo ser utilizado em múltiplas funções, o fogo é muito presente na nossa realidade até os dias atuais. Ainda de acordo com o autor

Mesmo que muitas pessoas não saibam explicá-lo cientificamente, todos utilizam o fogo em seu cotidiano. As sensações físicas que este pode causar, mostra que essa descoberta carrega traços de saberes espontaneamente sociais, por exemplo: o fogo “queima”, logo, proporciona sentimento de dor, característico de um conhecimento de causa (Sousa Júnior *et al.*, 2020, p. 53, grifo original).

Segundo Mortimer *et al.* (2000), o conteúdo de Termoquímica pode ser discutido em sala de aula de diferentes formas, por meio do entendimento dos fenômenos energéticos, da produção de energia, consumo de alimentos e a alimentação rica ou pobre em calorias, efeito estufa, dentre outros contextos. Tudo isso, de acordo com os autores, pode auxiliar os estudantes na compreensão dos conceitos referentes a Termoquímica, conciliando conceitos prévios e científicos em

busca de uma aprendizagem efetiva. Portanto, pensando nessa relação entre os conceitos previamente estabelecidos e o conhecimento científico, apoiamos nossa discussão a respeito do ensino de Termoquímica utilizando as metodologias ativas como suporte para a aplicação do conteúdo.

No que diz respeito a disciplina de Química, ela é tida por muitos como sendo de difícil compreensão e pouco interessante para o aluno (Santos *et al.*, 2013). Além disso, é mais difícil ainda para esses estudantes perceber como a Química está presente no seu cotidiano. Quando falamos especificamente da Termoquímica, os conceitos vivenciados em sala de aula fazem parte da rotina dos estudantes, porém, muitas vezes são transmitidos sem fazer essa relação. Para Nébias (1999), quando os conceitos científicos são ensinados levando em consideração os conceitos prévios que cada aluno carrega consigo, a tendência é que o novo conceito prevaleça em determinadas situações.

Segundo Sousa Júnior *et al.* (2020), a compreensão dos conteúdos de Química acontece por meio da mudança na lógica onde o estudante irá organizar uma teoria (mudança epistemológica) a partir da mudança no conjunto de objetos que fazem parte dessa mesma teoria (mudança oncológica). Ou seja, o estudante deverá interpretar os pontos iniciais e finais para que ocorra a modificação dos conceitos envolvidos.

Portanto, para que ocorra uma mudança conceitual, é muito importante que os professores conheçam as concepções iniciais que os alunos possuem, pois é a partir desses conceitos que o processo de aprendizagem poderá ser pavimentado, servindo como uma base para a aquisição de conhecimentos mais relevantes (Paixão; Ferro, 2009). Porém, Castro e Ferreira (2015) afirmam que muitos estudantes não conseguem demonstrar aquilo que lhes foi ensinado quando são colocados frente a situações-problema. Ou seja, embora o aluno saiba conceituar determinada teoria, ele não consegue enxergar sua aplicação na prática.

No Currículo Referência da Rede Estadual de Educação em Alagoas (Alagoas, 2023), na disciplina de Química do Ensino Básico, para o ensino de Termoquímica deverão ser trabalhados os conteúdos relacionados aos Sistemas Térmicos e variáveis termodinâmicas, tais como: calor, energia e as transformações físicas e químicas, conteúdos que estão diretamente relacionados com a Termoquímica.

Já na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, os conceitos científicos são organizados por meio de modelos e teorias (Brasil, 2018). Muito além da compreensão dos conceitos apresentados, o documento se preocupa com a contextualização social, histórica e cultural para que os conceitos desta área não sejam vistos pelos alunos como algo alheio a sua realidade, mas que sejam assimilados e utilizados para a melhoria da sociedade.

Dessa forma, para que os estudantes sejam capazes de expandir suas reflexões relacionadas a utilização dos conceitos científicos e tecnológicos, as competências e habilidades descritas pela BNCC devem explorar os mais variados contextos, fazendo com que as Ciências da Natureza sejam um instrumento para a compreensão de fenômenos sociais. De acordo com o documento

Espera-se, também, que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais (Brasil, 2018, p. 550).

Para que isso seja possível, é importante que os estudantes saibam estruturar discursos argumentativos que lhes possibilitem a avaliação e comunicação de conhecimentos já existentes, nos mais variados contextos, com ou sem o auxílio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Partindo desse objetivo, de acordo com as competências gerais da Educação Básica, a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem proporcionar aos estudantes o aprimoramento de competências específicas e, relacionadas a elas, habilidades que devem ser atingidas. As competências específicas estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Brasil (2018).

Como podemos observar, as competências específicas estão direcionadas para a análise e investigação de processos, que podem tratar de uma realidade mais próxima do aluno, mas também podem ser abordadas num contexto global.

Olhando especificamente para a competência específica nº 1, percebemos que a análise de fenômenos naturais e tecnológicos possuem uma relação direta com o uso da matéria e energia, que são conceitos iniciais necessários para a compreensão dos fundamentos da Termoquímica. A partir disso, vários outros conceitos podem ser trabalhados, como por exemplo a estrutura da matéria, transformações físicas e químicas, conservação de energia, processos de obtenção de energia, dentre outros. Dessa forma, podemos vivenciar diferentes aspectos relacionados ao conteúdo de Termoquímica, buscando correlacionar o conteúdo com a realidade do estudante. Assim, no tópico a seguir, apresentamos como podemos trabalhar os conteúdos de Química por meio das metodologias ativas.

1.2 METODOLOGIAS ATIVAS

Nas últimas décadas temos vivenciado diversas mudanças em nossa sociedade, seja no aspecto social, político, econômico e cultural. O surgimento de tecnologias digitais, além do advento das redes sociais tem causado mudanças consideráveis nas relações estabelecidas entre as pessoas com o mundo ao seu redor. Dentre as diversas mudanças causadas pela inserção das tecnologias no ambiente de trabalho, talvez a escola tenha sido um dos locais mais impactados, dada a sua rigidez histórica (Moraes; Carvalho; Neves, 2016; Diesel; Baldez; Martins, 2017).

O ambiente escolar como conhecemos hoje não consegue dar conta de todas as necessidades que nossos estudantes possuem. Segundo Lourenço, Alves e Silva (2021), a realidade dos nossos estudantes apresenta diversos espaços de

socialização. Dessa forma, eles podem decidir o que, como e onde desejam aprender, tendo a sua curiosidade como ponto de partida. Para Mattar (2010, p. 54)

A tecnologia potencializou a possibilidade de aprendermos de diversas maneiras, informalmente, no trabalho, a distância, etc., e hoje temos ainda mais condições de avaliar os resultados do aprendizado – ou seja, o tempo que o aluno passa sentado em uma cadeira tende a ser cada vez menos importante (Mattar, 2010, p. 54).

De acordo com Lourenço, Alves e Silva (2021) o ambiente escolar ainda possui uma enorme dificuldade em compreender que a realidade do estudante dentro da escola é completamente diferente daquilo que ele vivencia para além do ambiente escolar. Dessa forma, surge um questionamento: como tornar o ambiente escolar um lugar mais interessante para nossos alunos? Moran (2015, p. 17) nos diz que

Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (Moran, 2015, p.17).

Surge então a necessidade de que os docentes explorem novas metodologias de ensino que coloquem o estudante na posição de protagonista do processo de aprendizagem, proporcionando um ambiente de interação e que seja capaz de favorecer a sua autonomia. Para Berbel (2011), é importante valorizar a opinião dos estudantes para que eles se sintam motivados e encorajados, criando assim um ambiente propício para a construção do conhecimento.

É a partir deste entendimento que acreditamos que as metodologias ativas surgem como uma alternativa ao método tradicional de ensino, que possui no professor a figura central para a transmissão de informações. Por meio das metodologias ativas, é possível conceber um ambiente no qual o estudante estará no centro das ações, onde o professor agora possui a função de orientá-lo, favorecendo assim uma aprendizagem colaborativa.

De acordo com Barbosa e De Moura (2013), a aprendizagem ativa ocorre a partir da interação do estudante com o conteúdo que está sendo abordado em sala

de aula, onde ele deverá ser estimulado a construir seu conhecimento ao invés de recebê-lo de maneira passiva. Para Lovato, Michelotti e Loreto (2018), o processo de aprendizagem na perspectiva ativa necessita que o aluno tenha o pleno domínio dos conteúdos apresentados, muito além da memorização de fórmulas e conceitos.

Muitos conteúdos de Química apresentam um nível elevado de complexidade e abstração, requerendo do estudante uma maior capacidade cognitiva. Assim sendo, a relação estudante-estudante e estudantes-professor pode ser capaz de facilitar a compreensão desses conteúdos, proporcionando um ambiente mais atrativo para o estudante e tornando o processo de aprendizagem mais significativo. Para Silva, Sales e Silva (2019)

Para realmente aprender a química devemos entender como acontece essa atividade e não apenas fixar o conteúdo, mas compreender como cada reação acontece, bem como saber interpretá-la, contudo o ensino tradicional geralmente usado nas aulas pode se tornar muitas vezes cansativo e de difícil interpretação, buscar métodos de ensino alternativos como por exemplo, jogos lúdicos, elaboração de videoaula, a experimentação, uso da música em sala de aula, entre outros pode ser uma solução para estimular o interesse do discente pela disciplina (Silva; Sales; Silva, 2019, p. 4).

Cabe então ao professor o papel de facilitador do processo de aprendizagem, sendo ele o responsável pela interação do estudante com o conteúdo apresentado por meio de metodologias que proporcionem uma maior proatividade por parte do estudante. Além disso, cabe ao professor saber quais competências e habilidades deverão ser desenvolvidas pelos estudantes, de modo que eles sejam capazes de construir o próprio conhecimento (Lovato; Michelotti; Loreto, 2018; Lourenço; Alves; Silva, 2021).

Acreditamos que a utilização das metodologias ativas na educação pode favorecer o ambiente escolar, tornando-o mais atrativo para os estudantes. Diferentes metodologias vêm sendo empregadas em sala de aula nos últimos anos. Dentre elas, as mais utilizadas são: Método de Caso, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Jogos, Sala de Aula Invertida, *Design Thinking* e o *Peer Instruction* (Leite, 2021). Na próxima seção, destacamos a *Peer Instruction*.

1.2.1 *Peer Instruction*

Com o avanço da tecnologia e das interações realizadas pelas redes sociais, a forma na qual as pessoas se comunicam se tornou muito mais rápida e versátil, sendo capaz de proporcionar uma nova realidade virtual. Podemos perceber essas mudanças dentro da sala de aula em situações muito simples. Antigamente, o estudante precisava copiar todas as informações inseridas no quadro pelo professor, mas hoje em dia, basta que o estudante aponte sua câmera para o quadro e as informações ficarão salvas para uma consulta posterior. Uma atitude simples, mas que dá a possibilidade de o aluno realizar outras atividades no tempo da aula.

Obviamente, não é a inserção da tecnologia em sala de aula que irá resolver todos os problemas relacionados a construção do conhecimento, porém, segundo Moraes, Carvalho e Neves (2016), é mais que necessário alterar a dinâmica da sala de aula, o jeito de se ensinar e também de aprender, e o uso consciente da tecnologia pode auxiliar nessa mudança.

Para Campagnolo *et al.* (2014), o método tradicional, pautado pela transmissão de conteúdos por parte do professor e relegando o estudante a mera condição de ouvinte não é capaz de atender as exigências da sociedade em que vivemos. Assim sendo, muitas pesquisas estão sendo realizadas no Brasil e no mundo, apresentando melhorias para o sistema educacional e o *Peer Instruction* está entre essas propostas.

O método *Peer Instruction* (ou instrução por pares) apresenta como principal objetivo tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, afastando-se do método tradicional de ensino, no qual os alunos assumem uma postura passiva e o professor é o principal transmissor do conteúdo. Segundo o próprio nome, a ideia principal dessa metodologia é exercer uma melhor interação entre os alunos no decorrer das aulas, onde os alunos podem tirar as dúvidas uns dos outros a respeito do conteúdo discutido, aplicando o conhecimento adquirido em algumas questões conceituais elaboradas previamente pelo professor (Silva, 2019).

Essa metodologia foi proposta inicialmente pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA) no começo da década de 1990. Introduzida numa turma de física, a estratégia tinha como objetivo tirar o foco da aprendizagem da chamada “transferência de informação”. Ou seja, a ideia é fazer com que o aluno

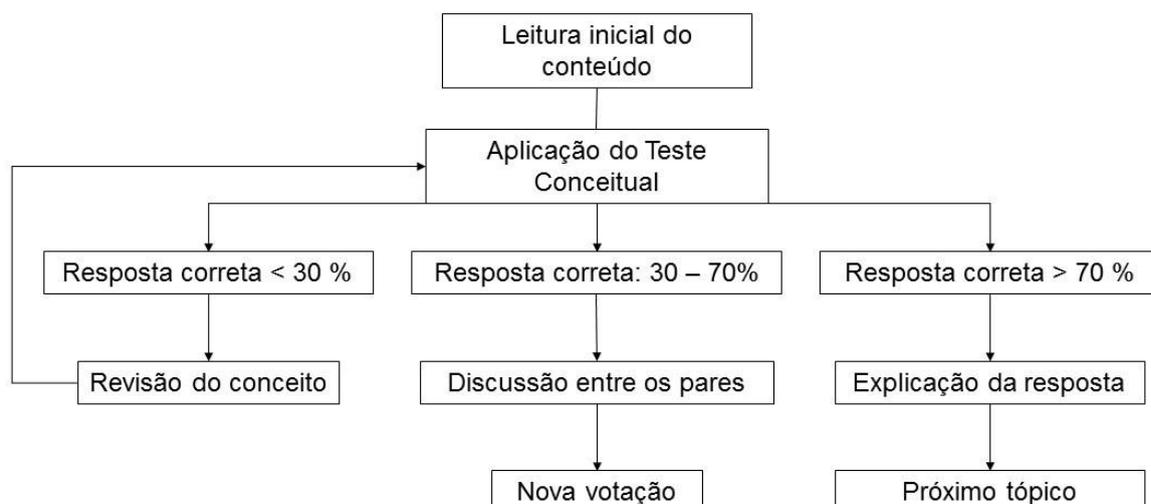
busque as informações iniciais por meio de uma leitura prévia do conteúdo para que, num encontro presencial, realize uma discussão com seus colegas. Dessa forma, o método *Peer Instruction* tenta remodelar o comportamento do estudante em sala de aula, fazendo com que o aluno tome uma postura mais ativa frente ao conteúdo apresentado, promovendo assim uma aprendizagem colaborativa (Mazur, 1997).

A aula elaborada na perspectiva do PI é fundamentada por meio de testes conceituais e, conforme a porcentagem de acertos em cada questão, o professor deve tomar uma decisão sobre o prosseguimento da aula (Silva, 2019). A metodologia, detalhada por Mazur (1997), pode ser dividida em momentos distintos:

- Aula expositiva (máximo de 20 minutos);
- Aplicação de Testes Conceituais (TC);
- Conclusão e fornecimento de novos materiais de apoio para a próxima aula.

Essa metodologia resume a explicação inicial de determinado conteúdo a um tempo de, no máximo, vinte minutos. Após esse tempo, o professor aplica um Teste Conceitual, composto de questões de múltipla escolha, que deve ser respondido individualmente pelos estudantes (Mazur, 1997).

Os estudantes podem informar as respostas para o professor de diferentes formas. Dentre as possibilidades, temos os sistemas eletrônicos de respostas (*clickers*), *flashcards* (cartas com itens referentes as respostas), computadores, outros dispositivos eletrônicos ou até mesmo o levantar de mãos indicando a resposta correta. A aplicação da metodologia pode ser melhor visualizada na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de ação do método Peer Instruction.

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

No que diz respeito a explicação por parte do professor, ela deve englobar tópicos nos quais os alunos tiveram uma maior dificuldade de compreensão. Essas dificuldades podem ser relatadas a partir do estudo prévio do conteúdo ou por meio de um conteúdo no qual o professor considere de difícil entendimento. A explanação do conteúdo deve ser feita entre 10 a 20 minutos, para que seja possível realizar os testes conceituais ou até mesmo explicar novamente o conteúdo, caso os alunos não o tenham compreendido.

Já com relação ao tempo necessário para a realização dos testes conceituais, recomenda-se que seja entre 2 a 4 minutos. Após responderem, caso o índice de acertos seja inferior a 30%, o professor deve reexplicar o conteúdo abordado e iniciar uma nova rodada de votação. De acordo com Mazur (1997), a PI apresenta maior eficácia quando o índice de acertos fica entre 30% e 70%, pois é a partir dessa porcentagem que os alunos poderão discutir o que aprenderam com seus pares, melhorando a comunicação e o reconhecimento de dúvidas que ainda não foram sanadas. Por fim, se os resultados obtidos forem superiores a 70%, subentende-se que os alunos, em sua maioria, conseguiram compreender a explicação do professor. Dessa forma, o professor deverá retirar as dúvidas que restaram para poder seguir para o próximo tópico, onde uma nova rodada de testes será realizada.

A seleção dos testes conceituais é uma parte importante do processo de aplicação da PI, pois eles poderão influenciar diretamente no rendimento dos alunos.

Segundo Mazur (1997), um teste é considerado satisfatório quando abordam o conceito básico de cada conteúdo, de modo que o aluno não responda à pergunta sem raciocinar sobre o que está sendo apresentado.

Estudos nacionais e internacionais vêm sendo realizados em diferentes áreas (Biologia, Física, Medicina, Engenharia, etc.) obtendo bons resultados em suas aplicações (Kielt; Silva; Miquelin, 2017; Beletato; Brito, 2022; Passeri; Mazur, 2019; Da Silva; Trevisan; Barbosa, 2019; Oliveira *et al.*, 2017; Brigo, 2021; Lasry; Mazur; Watkins, 2008; Cummings; Roberts, 2008). Porém, poucos artigos, monografias e dissertações foram divulgados com relação ao ensino de Química com o auxílio do *Peer Instruction*. Destaque para a dissertação de Brigo (2021), que elaborou uma sequência didática para contextualizar o tema Hormônios Sexuais em uma turma de 3º ano do Ensino Médio. Segundo a autora, os resultados alcançados permitem concluir que os estudantes tiveram um maior interesse pela proposta por envolver conhecimentos já adquiridos nas séries anteriores, além de compreenderem a importância de trabalhar nas escolas sobre os efeitos colaterais do uso indevido de esteroides anabolizantes androgênicos (EAA).

O trabalho de Moraes, Carvalho e Neves (2016) teve como foco uma sequência didática utilizando o *Peer Instruction* e a Sala de Aula Invertida (SAI) sobre tópicos de Estequiometria em quatro turmas de Ensino Médio na cidade de Viçosa. É possível observar que os alunos tiveram certa resistência a metodologia da SAI, mas as discussões entre os colegas foram produtivas e motivadoras. Por fim, os autores concluem que o PI foi capaz de explicar conceitos importantes, sendo um método adequado para o ensino de Química.

Silva (2019) trabalhou com a PI em duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental no ensino da teoria atômica. Inicialmente, a autora realizou uma explicação acerca da metodologia e do conteúdo que seria abordado. Ao fim da explicação, a professora aplicou o questionário com os testes conceituais. Com o auxílio dos *flashcards*, foi possível descobrir a taxa de acertos e erros com maior rapidez, ganhando um tempo muito útil que poderia ser utilizado no caso de haverem poucos acertos. Por fim, a pesquisadora pôde concluir que os estudantes se mostraram mais motivados e participativos com a nova metodologia, sendo então uma boa maneira de favorecer uma melhor aprendizagem dos conteúdos de Química.

No trabalho realizado por Santos, Neto e Fragoso (2019), os autores utilizam o método de aulas dinâmicas, tendo como referência as propostas do *Just in Time Teaching* e *Peer Instruction*. A metodologia foi aplicada em uma turma do curso de Engenharia, na disciplina de Química Tecnológica. Os resultados obtidos pela turma que estudou com o auxílio do método de aulas dinâmicas foram comparados com o desempenho de outras turmas, que passaram pelo método tradicional de ensino. Ao fim do processo, os autores constataram um aumento de 25% no índice de aprovação da turma, demonstrando uma melhora significativa no desempenho dos estudantes.

A estratégia de utilizar as metodologias *Just in Time Teaching* e *Peer Instruction* também foi utilizada no trabalho de Bernardes e colaboradores (2019). O trabalho teve como objetivo investigar como ocorre a aprendizagem de uma turma de 2º ano do Ensino Médio ao mesclar duas metodologias ativas. O conteúdo abordado foi o de Soluções. Os resultados obtidos pelos autores do trabalho evidenciam a importância de o professor manter sua formação sempre atualizada, utilizando diferentes estratégias para dinamizar o conteúdo vivenciado em sala de aula. Para os alunos, a utilização de metodologias ativas os motiva a trabalhar, refletir e aplicar seus conhecimentos das mais variadas formas.

Assim sendo, de modo que possamos investigar quais são as contribuições que a metodologia *Peer Instruction* pode trazer para o ensino de Química, realizamos uma Revisão Sistemática de Literatura, que será melhor descrita no tópico a seguir.

1.2.2 Revisão Sistemática de Literatura

Para identificar o uso do *Peer Instruction* no ensino de Química realizamos uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com o propósito de analisar as contribuições que a metodologia *Peer Instruction* pode trazer para o ambiente educacional, especificamente nas aulas de Química.

De acordo com Brizola e Fantin (2016), a RSL pode ser considerada um método investigativo que utiliza produções acadêmicas como fontes primárias de estudo para que seja possível compreender uma determinada temática, utilizando critérios e percurso metodológicos bem delineados.

Para esta pesquisa, seguiremos a metodologia proposta por Higgins e Green. (2011), que descreve a RSL em sete etapas, descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Etapas da Revisão Sistemática de Literatura.

Etapa	Descrição
1	Formulação da pergunta de pesquisa
2	Definição da estratégia de busca/ seleção das fontes
3	Avaliação dos estudos
4	Coleta dos estudos
5	Análise dos resultados obtidos
6	Interpretação dos resultados
7	Relato dos resultados

Fonte: Higgins e Green (2011).

A primeira etapa da RSL é uma das mais importantes a serem realizadas, pois é a partir dela que a pesquisa será conduzida. Dessa forma, para que possamos cumprir com todas as etapas da RSL, formulamos a seguinte questão norteadora (QN1): **Quais são as contribuições da metodologia *Peer Instruction* no ensino de Química?**

Além disso, a partir desta pergunta inicial, surgem outros desdobramentos necessários para uma melhor compreensão a respeito da utilização do *Peer Instruction*. Assim sendo, fizemos as seguintes indagações: Como a metodologia *Peer Instruction* está sendo utilizada no ensino de Química? (QN2); Os trabalhos encontrados na Revisão Sistemática de Literatura seguem as ideias de Mazur ou foram realizadas adaptações na metodologia? (QN3).

Para a seleção dos trabalhos (segunda etapa) foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico¹, a BDTD² (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e a plataforma de Periódicos da CAPES³ (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) entre os anos de 2018 a 2023. As palavras-chave utilizadas serão “Peer Instruction AND Química”, “Instrução por pares AND Química”, “Instrução pelos colegas”, “Metodologias ativas”.

¹ <https://www.scholar.google.com/>

² <https://www.bdtd.ibict.br/vufind/>

³ <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

A terceira etapa consiste na avaliação dos critérios de inclusão e exclusão do estudo, buscando utilizar somente os trabalhos que poderiam contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento desta pesquisa. Tais critérios estão descritos no Quadro 4.

Quadro 4 - Critérios de inclusão e exclusão utilizados para a elaboração da RSL.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos em português (Brasil)	Revisão de Literatura
Aplicação da metodologia <i>Peer Instruction</i>	Trabalhos em língua estrangeira, incluindo o português (Portugal)
Relatos de experiência	Trabalhos que só apresentam o resumo disponível
Trabalhos relacionados ao ensino de Química	Trabalhos que estão fora da faixa temporal estipulada

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na quarta etapa, correspondente a coleta de dados, os trabalhos encontrados serão organizados, investigados e analisados por meio da leitura integral dos artigos/teses.

A quinta etapa diz respeito a análise dos dados. As informações encontradas serão organizadas primeiramente de acordo com o nome dos autores, o ano de publicação, o título do trabalho e a plataforma na qual o trabalho foi encontrado. Além disso, os trabalhos selecionados serão analisados de acordo com o nível de ensino, qual conteúdo foi abordado, quais ferramentas e recursos foram utilizados, avaliação da estratégia e as contribuições observadas durante a atividade.

A sexta etapa corresponde a interpretação dos resultados obtidos, onde os trabalhos selecionados serão lidos na íntegra, de modo que possamos apresentá-los de maneira coerente na sétima etapa, que corresponde a apresentação dos resultados obtidos, levando em consideração a questão norteadora descrita anteriormente.

Dos 25 trabalhos encontrados, 16 foram excluídos da revisão por não se encaixarem nos critérios de inclusão estabelecidos. Alguns dos motivos são elencados a seguir:

- Foram encontrados dois resultados de um mesmo trabalho numa mesma plataforma e em bancos de dados distintos;

- Apenas o resumo do trabalho foi encontrado, não sendo possível ler o trabalho na íntegra;
- Trabalhos que não são da área de Química;
- Revisões de Literatura.

Assim sendo, restaram 9 trabalhos que se encaixam nos critérios de inclusão e exclusão, que foram lidos para que fosse possível obter o máximo de informações a respeito do tema investigado. A seguir, apresentamos os resultados obtidos a partir da leitura dos trabalhos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura, dispostos no Quadro 5.

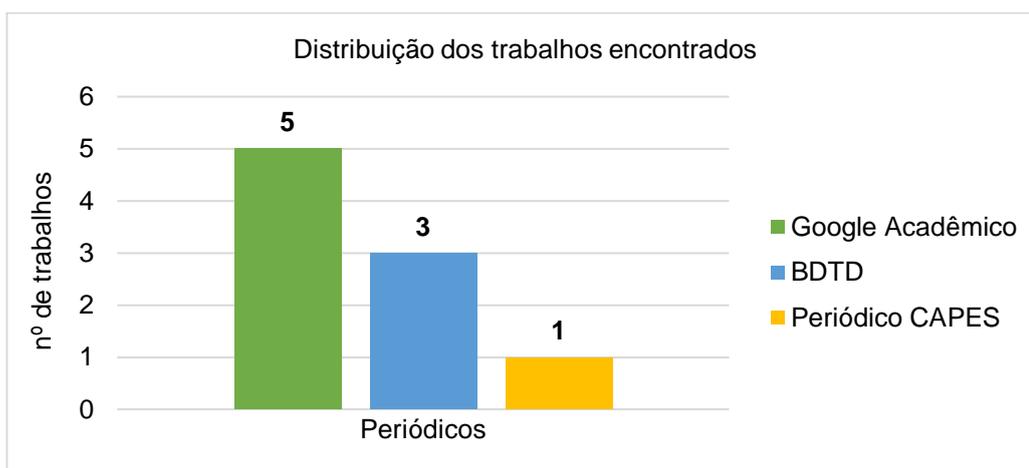
Quadro 5 – Quantitativo final de trabalhos selecionados na RSL.

Título	Autores	Periódico encontrado	Ano de publicação
Ensino híbrido em foco: estratégias para o ensino de funções orgânicas oxigenadas.	Costa.	BDTD.	2019.
Uso do <i>Peer Instruction</i> na aprendizagem de conteúdos de Química: contribuições preliminares.	Dutra <i>et al.</i>	Google Acadêmico.	2019.
Interação entre pares no ensino de Química: estudo de caso da implantação do <i>Peer Instruction</i> .	Romero, Oliveira e Rebouças.	Google Acadêmico.	2019.
O método Instrução por colegas como estratégia didática na unidade de ensino potencialmente significativa: estudo de caso numa escola da Rede Pública.	Lima.	BDTD.	2020.
<i>Peer Instruction</i> e <i>Just-in-Time Teaching</i> e suas Atribuições ao Ensino de Química.	Silva e Bedin.	Google Acadêmico.	2020.
Hormônios sexuais e Química: uma proposta para o ensino de Química Orgânica.	Brigo.	BDTD.	2021.
Uso da metodologia ativa Instrução por Pares assistida pelo aplicativo <i>Plickers</i> : uma experiência no ensino de Química.	Pereira, Nascimento e Nascimento.	Google Acadêmico.	2021.
A metodologia <i>Peer Instruction</i> como instrumento no processo de ensino-aprendizagem de Química.	Ferreira.	Google Acadêmico.	2023.
Utilização de metodologias ativas apoiadas em Tecnologias Digitais para o ensino de Química: um relato de experiência.	Field's, Ribeiro e Souza.	Periódico CAPES.	2021.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Acerca dos periódicos onde os trabalhos foram encontrados, observa-se que as plataformas *Google Acadêmico* e a BDTD apresentaram uma maior quantidade de resultados (cinco e três trabalhos, respectivamente), enquanto que no Periódico CAPES encontramos apenas um trabalho. A distribuição dos trabalhos está melhor descrita no Gráfico 1.

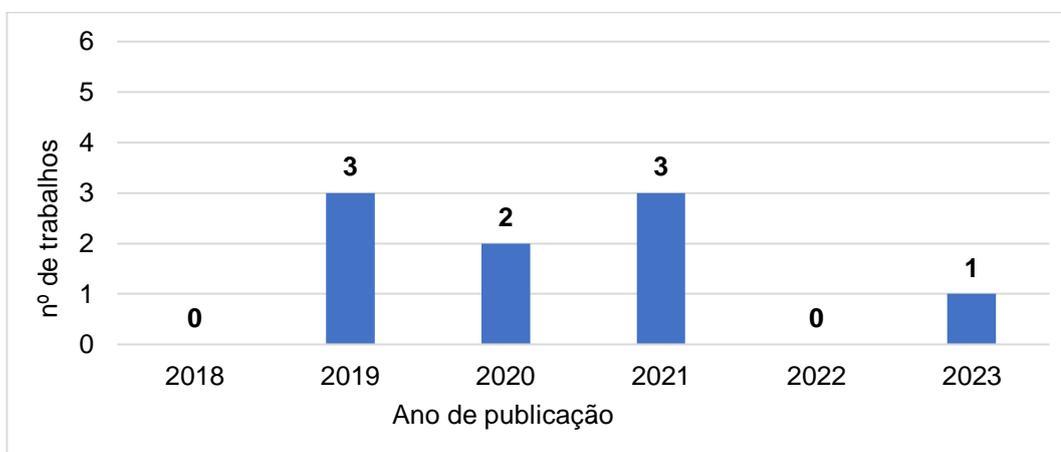
Gráfico 1 – Distribuição dos trabalhos encontrados de acordo com os periódicos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No que diz respeito a faixa temporal estipulada nesta RSL (Gráfico 2), constatamos que os anos de 2019 e 2021 apresentaram a maior quantidade de publicações a respeito da utilização da metodologia PI, enquanto que nos anos de 2018 e 2022, nenhum trabalho foi encontrado.

Gráfico 2 - Distribuição dos trabalhos de acordo com os anos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No que diz respeito as possíveis contribuições da metodologia *Peer Instruction* no ensino de Química (QN1), podemos perceber que a estratégia apresenta diversos pontos positivos, se mostrando uma estratégia promissora e eficaz para o ensino de Química.

No trabalho de Dutra *et al.* (2019), os autores acreditam que o *Peer Instruction* pode contribuir para a construção do conhecimento, favorecendo uma maior autonomia ao estudante, deixando a aula mais dinâmica e fazendo com que os alunos se sintam à vontade para expor suas ideias e opiniões. Além disso, os autores ressaltam a importância da utilização do *Plickers* como ferramenta de coleta de dados em tempo real, contribuindo para a prática docente do professor, que poderá acompanhar de maneira mais eficaz o desenvolvimento da sua turma.

Dois trabalhos utilizaram o *Peer Instruction* em colaboração com uma outra metodologia: o Ensino Sob-Medida (EsM), contando, também, com o auxílio do aplicativo *Plickers* (Machado; Bedin, 2020; Pereira; Nascimento; Nascimento, 2021). De acordo com os resultados obtidos, os autores puderam concluir que a junção das duas metodologias foi capaz de promover um maior engajamento por parte dos estudantes, estimulando a curiosidade dos alunos, que demonstraram um alto nível de comprometimento durante as atividades. E assim como o trabalho de Dutra *et al.* (2019), fazem referências positivas ao uso do *Plickers* em sala de aula, enfatizando a importância da utilização de tecnologias de baixo custo no contexto educacional

Costa (2019) faz uma consideração relevante a respeito da utilização do PI em conjunto com o *Plickers*. Além da metodologia fomentar um espaço de discussão durante as questões que foram propostas pelo professor, o uso do *Plickers* contribuiu para que alguns alunos que apresentam um nível elevado de timidez pudessem participar de maneira ativa da dinâmica, pelo fato de que seus colegas dos outros não conseguiriam visualizar suas respostas. Por fim, Costa (2019) também afirma que, durante a estratégia, os alunos permaneceram engajados, resultando numa maior taxa de acertos dos Testes Conceituais.

Para Romero, Oliveira e Rebouças (2019), a utilização de metodologias ativas no ensino de Química é uma excelente alternativa ao método tradicional de ensino, fazendo com que o ambiente escolar se torne mais motivador para o estudante, fazendo com que ele se torne mais ativo e responsável pela construção do seu conhecimento. Além disso, a possibilidade de terem uma maior interação entre os

colegas faz com que eles se sintam mais à vontade em participar das aulas e esclarecem possíveis dúvidas tanto com seus colegas, mas também com o professor.

Em seu trabalho, Ferreira (2023), concluiu que a metodologia PI foi capaz de induzir os estudantes a aperfeiçoarem suas habilidades, seu desenvolvimento cognitivo, além do estímulo a colaboração com seus pares para a resolução das atividades. A metodologia, portanto, é uma ótima ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem, pelo fato de que houve um aumento significativo na porcentagem de acertos das questões quando elas foram respondidas em dupla. Por fim, Ferreira (2023) acredita que os instrumentos tecnológicos são poderosas aliadas do professor, que pode utilizá-las com responsabilidade para auxiliar seus alunos na construção do conhecimento de maneira mais autônoma, reduzindo a ideia de que o professor é a única fonte do saber.

Lima (2020) afirma que a adesão dos estudantes ao método ocorreu de maneira satisfatória e a interação entre eles fez toda a diferença para o sucesso da atividade. Além disso, a autora ressalta a importância de escolher muito bem os Testes Conceituais que serão utilizados, de modo que proporcionem uma melhor interação entre os estudantes. Lima (2020) enfatiza que, mesmo que algumas questões tenham apresentado um resultado abaixo do esperado, foi possível verificar que os momentos de interação entre os estudantes permitiram uma melhor compreensão das questões apresentadas, pois, muitos alunos encontraram situações na qual precisavam explicar o conteúdo para seu colega. Por fim, a autora ressalta a importância que o professor deve ter com sua prática docente, pois é necessário que o professor se prepare com antecedência para inserir a metodologia *Peer Instruction* em sala de aula da maneira correta, levando em consideração os preceitos descritos por Mazur (1997).

Já no trabalho de Brigo (2021), a autora declara que a metodologia *Peer Instruction* é capaz de valorizar os conhecimentos prévios do estudante, que se sentiram motivados a participar das atividades. Outro ponto interessante diz respeito a disponibilização de materiais prévios de apoio aos estudantes, o que, segundo a autora, contribuiu para uma melhor compreensão durante a aplicação dos Testes Conceituais. Além disso, Brigo (2021) destaca a importância das ferramentas digitais para a realização da atividade, pois elas facilitam o acesso à informação e otimizam o tempo de aula, auxiliando os estudantes e o professor. Contudo a autora ressalta que independentemente da utilização das ferramentas digitais em sala de aula, a figura do

professor continuará sendo necessária para que os alunos façam o uso correto dessas ferramentas, de modo que o processo de aprendizagem seja potencializado.

Por fim, o trabalho realizado por Fields, Ribeiro e Souza (2021) apresentou dificuldades na sua implementação. Ambientado no contexto da pandemia de COVID-19, afirmaram que os estudantes ainda não estavam habituados ao contexto das aulas virtuais, aliado a pouca familiaridade que alguns estudantes tinham em utilizar as ferramentas digitais. A grande maioria dos alunos, por exemplo, realizou a atividade de maneira individual, devido a incompatibilidade de horários entre os alunos para que eles pudessem elaborar e discutir sobre a atividade proposta.

Ademais, os autores ressaltam que, apesar das dificuldades encontradas durante as atividades, a utilização de metodologias ativas mediadas pelas tecnologias digitais pode auxiliar os estudantes no desenvolvimento de uma aprendizagem mais independente, auxiliando no ganho conceitual dos sujeitos envolvidos no processo de construção do conhecimento.

No que diz respeito a maneira na qual a metodologia *Peer Instruction* foi utilizada, percebemos que o PI se apresenta como uma metodologia bastante versátil, sendo aberta a personalizações sem que haja a descaracterização da estratégia.

Alguns trabalhos, por exemplo, buscaram utilizar o *Peer Instruction* em conjunto com a metodologia Sala de Aula Invertida (SAI) para abordarem o conteúdo “Tabela Periódica” (Dutra *et al.*, 2019; Costa, 2019). O trabalho de Pereira, Nascimento e Nascimento (2021), utilizou o PI em conjunto com recursos característicos da SAI e do Ensino Sob-Medida (EsM) para abordar uma temática relacionada aos processos de obtenção do petróleo e seus derivados. Em ambos os trabalhos, o PI foi utilizado durante a aplicação dos Testes Conceituais, valorizando a discussão entre os estudantes, conforme proposto por Mazur (1997).

Machado e Bedin (2020) também relatam a utilização das metodologias Ensino Sob-Medida e o *Peer Instruction*, mas em conjunto com o *Plickers* em duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual para abordar os conteúdos de distribuição eletrônica e Tabela Periódica. Inicialmente, os autores do trabalho realizaram uma observação das aulas do professor responsável pelas turmas e, em seguida, elaboraram sua estratégia. Vale ressaltar que Machado e Bedin (2020) elaboraram dez planos de aula, contudo, só utilizaram o Ensino Sob-Medida e o *Peer*

Instruction em três desses planos (referentes aos tópicos de distribuição eletrônica e Tabela Periódica).

As aulas foram realizadas no modelo expositivo dialogado, e o PI foi utilizado durante a aplicação dos Testes Conceituais levando em consideração os pressupostos estabelecidos por Mazur (1997), enquanto que o *Plickers* foi utilizado para coletar as respostas dos alunos antes e depois das discussões.

Outros trabalhos utilizaram apenas o PI durante a aplicação da estratégia, buscando seguir os passos descritos por Mazur (1997). Romero, Oliveira e Rebouças (2019) utilizaram o PI em uma turma de 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Informática de uma escola estadual pública situada no estado do Ceará para trabalhar o conteúdo das funções orgânicas oxigenadas (álcool, ácido carboxílico, fenol, aldeídos e éteres), durante o período de três semanas.

Em cada uma das semanas, os autores utilizaram 4 Testes Conceituais com cinco alternativas cada, onde os estudantes inicialmente votavam nas respostas de maneira individual e, em seguida, houve a discussão entre os pares para que pudesse ocorrer uma nova rodada de votação, conforme as orientações descritas por Mazur (1997). Não ficou claro, porém, se os autores utilizaram alguma ferramenta de coleta de dados para analisar as respostas dos alunos antes e depois das discussões.

O trabalho de Lima (2020) utilizou o *Peer Instruction* em conjunto com as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para abordar o tema “protetor solar” no contexto da Aprendizagem Significativa. Os conteúdos abordados foram Dispersões (soluções, suspensões e coloides). Por meio de situações-problema, o professor foi explanando o conteúdo de Dispersões de modo que os estudantes pudessem identificar os diferentes tipos de dispersões. Quanto ao PI, ele foi utilizado durante a aplicação dos Testes Conceituais, coletando as respostas dos estudantes por meio do Google Formulários.

O trabalho de Brigo (2021) teve como objetivo contextualizar o termo “Hormônios Sexuais” em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual do Rio Grande do Sul de maneira adaptada, devido ao contexto da época (pandemia do SARS-Cov2), utilizando a metodologia PI. Inicialmente, foi aplicado com os estudantes um questionário de modo que fosse possível fazer um levantamento

dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema “Hormônios Sexuais” e como eles estão relacionados com a Química.

No momento síncrono, o professor realizou uma aula expositiva dialogada relacionada aos grupos funcionais presentes nos lipídios, nas fontes de alimentos, quais são as suas classes, além da polaridade das moléculas e suas aplicações no cotidiano. De modo que fosse possível avaliar os estudantes em tempo real, foram utilizados os Testes Conceituais, de acordo com a metodologia PI. Por fim, foi aplicado um questionário para avaliar a evolução dos conceitos vivenciados na atividade e se a metodologia utilizada foi capaz de auxiliar os estudantes na construção do conhecimento.

Dois trabalhos, porém, não evidenciaram a utilização do PI. O trabalho elaborado por Ferreira (2023) foi realizado em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, utilizando o PI para abordar o conteúdo “distribuição eletrônica”. O autor utilizou formulários online do Google que foram enviados para os estudantes responderem individualmente e, depois de uma semana, eles deveriam responder o mesmo questionário, mas dessa vez em duplas. É importante ressaltar que, apesar do ano de publicação deste trabalho, ele foi aplicado no ano de 2021, sob o contexto da pandemia de COVID-19.

Neste trabalho, não observamos nenhum dos pressupostos descritos por Mazur (1997). A discussão entre os pares, que é um dos fatores primordiais para a aplicação do PI não foi realizada, o que acaba enfraquecendo a ideia de que a metodologia PI foi utilizada nesta Sequência Didática. O fato de que os estudantes responderam o simulado em duplas uma semana depois, por meio de um formulário online não parece ser um argumento forte o suficiente para afirmar que o PI foi utilizado, sequer mensurar a sua eficácia no processo de aprendizado dos estudantes.

No trabalho de Fields, Ribeiro e Souza (2021), os autores afirmaram que utilizaram a metodologia PI no contexto da pandemia da COVID-19. Porém, a metodologia não foi utilizada durante toda a atividade. Vale ressaltar que não ficou evidente qual (ou quais) estratégias foram utilizadas em conjunto com o PI, além do fato que um dos elementos primordiais para a implementação do PI em sala de aula (a discussão entre os pares) acabou não acontecendo.

Para Mazur (1997), a discussão entre os pares é um fator crucial do *Peer Instruction*. A discussão entre os colegas não só promove uma melhora na compreensão dos conceitos, mas também aumenta o nível de engajamento e a consequente participação dos estudantes, que se sentem cada vez mais envolvidos no processo de aprendizagem, sendo mais responsáveis pelo próprio processo de aprendizagem.

Por fim, para saber se o *Peer Instruction* foi utilizado na íntegra (como única metodologia) ou se houve adaptações (QN3) analisamos os nove trabalhos encontrados. Os resultados da RSL indicam que a estratégia, em alguns casos, foi utilizada em conjunto com outras metodologias, o que revela que a estratégia apresenta uma característica versátil para ser utilizada nos mais variados contextos educacionais. Os dados mostram que o *Peer Instruction* foi utilizado em conjunto com apenas três metodologias: a Sala de Aula invertida (1 trabalho), as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (1 trabalho) e o Ensino sob Medida (2 trabalhos). A combinação dessas abordagens pode atender a diferentes estilos de aprendizagem, promover uma compreensão mais profunda dos conceitos e aumentar o engajamento dos estudantes.

Nesse sentido, a integração do *Peer Instruction* com a Sala de Aula Invertida (SAI) cria uma abordagem educativa poderosa que maximiza a interação e o aprendizado ativo. Na SAI, os estudantes primeiro estudam o conteúdo básico em casa, utilizando vídeos, leituras e outros materiais fornecidos pelo professor. Esse método garante que o tempo em sala de aula seja usado para atividades mais interativas e aprofundadas. Quando combinado com o *Peer Instruction*, essa dinâmica é potencializada.

Destarte, no *Peer Instruction*, após a apresentação do conceito em casa, o professor faz perguntas conceituais em sala de aula para que os estudantes respondam individualmente. Em seguida, eles discutem suas respostas com seus colegas, explicando seus raciocínios e tentando convencer uns aos outros. Esse processo de discussão entre pares, seguido de uma nova resposta, permite que os alunos consolidem melhor o conhecimento adquirido em casa. Tal estratégia foi observada no trabalho de Costa *et al.* (2019), que afirma que a utilização da SAI em conjunto com o PI mediado pelas tecnologias digitais são capazes de criarem um ambiente de interação, onde os alunos podem compreender o conteúdo de maneira

ativa, fazendo com que os momentos presenciais sejam mais enriquecedores por meio da troca de experiências entre os colegas.

O Ensino sob Medida, ou personalizado, foca em adaptar o conteúdo e o ritmo das aulas às necessidades individuais dos estudantes. Isso começa com uma avaliação diagnóstica que identifica o nível de conhecimento prévio e as lacunas de aprendizado de cada estudante. Com base nessas informações, os professores podem criar planos de aprendizado personalizados, utilizando recursos diversificados, como vídeos, leituras e exercícios práticos, para atender aos diferentes estilos de aprendizagem. Já as respostas dos estudantes, durante as sessões de *Peer Instruction*, podem ser utilizadas para ajustar continuamente o plano de ensino, identificando padrões de compreensão e dificuldade e adaptando o conteúdo para atender às necessidades específicas dos alunos.

Os trabalhos de Machado e Bedin (2020) e Pereira, Nascimento e Nascimento (2021) apresentaram a utilização do *Peer Instruction* com o Ensino sob Medida, em que foi apontado pelos autores que a aplicação dessas estratégias em conjunto apresenta um diferencial para a área educacional. Por necessitarem de recursos visuais gratuitos e de fácil acesso, quando mediadas com auxílio de tecnologias digitais como o *Plickers*, proporcionam uma praticidade na elaboração de propostas de ensino, visto que ambas as estratégias são facilmente adaptadas aos mais variados contextos educacionais. Ademais, a utilização do *Plickers* apresenta potencial para chamar a atenção dos estudantes, motivando-os a participarem das atividades e construindo o conhecimento de maneira colaborativa por meio do compartilhamento de ideias e opiniões com seus colegas.

Observou-se, porém, um baixo retorno dos estudantes durante a aplicação da metodologia Ensino Sob Medida, afinal, o propósito dessa estratégia é que os alunos respondam as questões propostas pelo professor para que, a partir, da análise das respostas dos alunos, ele possa elaborar suas aulas a partir das dificuldades encontradas. Dessa forma, percebemos que a educação apresenta grandes desafios para o professor, que necessita se reinventar constantemente para melhorar o contexto educacional atual.

A combinação do *Peer Instruction* com outras estratégias de ensino pode criar um ambiente de aprendizado dinâmico e interativo, promovendo uma compreensão

mais profunda e duradoura dos conceitos, e tornando a experiência educacional mais rica e engajadora para os estudantes.

Destarte, tendo como referência os trabalhos citados anteriormente, acreditamos que a metodologia *Peer Instruction* é capaz de favorecer um ambiente mais participativo, engajado, motivado, tornando a aprendizagem, de fato, significativa. Nesse sentido, entendemos que o uso do Peer Instruction pode favorecer a construção do conhecimento dos estudantes de forma engajada e motivada, assim, passaremos a discutir na próxima seção os tipos de engajamento e motivação que são observados no processo de ensino e aprendizagem.

1.2.3 Engajamento na Educação

O engajamento e a motivação na educação são fatores fundamentais para a promoção de uma aprendizagem mais ativa por parte do aluno. Contudo, percebemos que a grande maioria das instituições de ensino tem apresentado dificuldades para motivar seus alunos utilizando os recursos tradicionais de ensino (Tolomei, 2017). Segundo Castells (2007) é necessário encontrarmos novas estratégias que sejam capazes de superar os métodos tradicionais de ensino, de modo que os estudantes se sintam motivados a participarem das atividades em sala de aula.

As novas gerações de estudantes utilizam cada vez mais as tecnologias disponíveis, como o computador, tablets, smartphones, dentre outros dispositivos. Para Prensky (2002), estes são os chamados “nativos digitais”, indivíduos que possuem uma familiaridade natural com as tecnologias digitais por terem sido apresentados as tecnologias digitais numa idade muito precoce. Por utilizarem as tecnologias digitais de forma quase que intuitiva, acabam demonstrando uma maior facilidade em se adaptar aos mais variados contextos tecnológicos. Para Tolomei (2017), atualmente existe uma distância muito grande relacionada a realidade dos alunos e de como o ambiente escolar lida com essa realidade. Assim sendo, a maneira na qual o conteúdo é transmitido acaba causando um grande desinteresse por parte dos estudantes, pois a informação é apresentada de maneira abstrata e descolada de sua realidade.

De acordo com Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), o engajamento e a motivação por parte dos estudantes é um ponto muito importante para a promoção de uma aprendizagem significativa. Ainda segundo os autores, o engajamento educacional diz respeito à participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, enquanto que a motivação está relacionada a processos psicológicos que irão influenciar o comportamento do estudante durante a realização de uma atividade.

Segundo Julio, Vaz e Fagundes (2011), a relação que os estudantes desenvolvem com a atividade proposta é influenciada por alguns fatores, tais como: o estilo de atividade, as interações com seus pares, a postura do professor durante a realização da atividade, dentre outros exemplos. Para os autores,

Em uma mesma atividade pode haver momentos de engajamento pautado pelas proposições do professor, engajamento pautado pelo interesse dos próprios alunos ou, mesmo, falta de engajamento. A maneira como a atividade é proposta, portanto, é uma das componentes do contexto. A consciência do professor quanto à dinâmica do engajamento dos alunos durante uma atividade é necessária para que ele julgue se cabe modificar a maneira com que a atividade se desenvolve, já que uma mudança dessas tem o potencial de engajar os alunos por um período mais prolongado nas dimensões mais importantes de uma atividade. Quanto mais experiente, bem formado e comprometido com o desenvolvimento cognitivo e intelectual dos alunos, maior o repertório de estratégias e recursos a que esse professor pode recorrer ao mudar sua proposta de atividade (Julio; Vaz; Fagundes, 2011, p. 64).

De acordo com Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), o engajamento pode ser definido como um conjunto de valores comportamentais, emocionais e cognitivos. Mais recentemente, alguns estudiosos adicionaram a dimensão social como a esses conceitos, de modo a refletir o importante papel que as relações sociais desempenham durante o processo de aprendizagem. Linnenbrink-Garcia, Rogat e Koskey (2011) adicionaram a dimensão sociocomportamental de engajamento, que tem como foco analisar as formas de engajamento durante as tarefas em sala de aula, que incluem a interação com os colegas e a qualidade dessas interações. Dessa forma, o engajamento na educação pode acontecer em quatro níveis distintos, mas indissociáveis entre si. São eles:

- 1) Engajamento comportamental: está relacionado as ações que podemos observar por parte dos estudantes durante a execução das atividades.

Ela diz respeito a presença física, a participação das atividades e o cumprimento das tarefas propostas pelo professor. Porém, vale ressaltar que o engajamento comportamental por si só não é capaz de indicar um maior envolvimento emocional ou cognitivo (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

- 2) Engajamento emocional: o engajamento emocional diz respeito as emoções e os sentimentos dos alunos durante o processo de aprendizagem. Para Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), estudantes com alto nível de motivação apresentam um maior interesse e entusiasmo durante a realização das atividades. Este tipo de engajamento contribui para a concretização de uma aprendizagem significativa.
- 3) Engajamento cognitivo: a dimensão cognitiva diz respeito ao envolvimento intelectual dos estudantes durante a aplicação da atividade. Os estudantes que estão engajados cognitivamente estão envolvidos de maneira ativa na análise, entendimento, síntese e aplicação dos conceitos trabalhados em sala de aula (Fredricks *et al.*, 2016).
- 4) Engajamento social: o engajamento social envolve as interações dos estudantes com seus colegas, com o professor e com outros participantes do ambiente educacional. Estudantes socialmente engajados contribuem para uma construção coletiva do conhecimento, propondo ideias, soluções e participando de discussões propostas pelo professor. Finn e Zimmer (2012) definem o engajamento social como o comportamento social dos estudantes, além da qualidade da interação entre os pares durante a realização de uma tarefa.

Cada um desses tipos de engajamento contribui para uma experiência educacional mais rica e eficaz, permitindo que os alunos se envolvam profundamente com o conteúdo e desenvolvam habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração. Um ambiente educacional que promove diversos aspectos do engajamento é essencial para incentivar a aprendizagem significativa e duradoura.

1.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS

As tecnologias digitais estão desempenhando um papel cada vez mais importante no processo de ensino e aprendizagem de Química, viabilizando novas oportunidades para melhorar a compreensão dos conteúdos pelos alunos. Por meio da integração de tais ferramentas a sua prática pedagógica, o professor poderá criar novos ambientes de aprendizado, que podem facilitar a compreensão de conceitos outrora abstratos, aumentando assim o engajamento do estudante durante a aula.

Para Souza *et al.* (2021), a utilização de dispositivos móveis e os recursos interligados a estes dispositivos se apresentam como uma ferramenta muito útil para o ensino de Química. Os autores afirmam que por meio dos dispositivos móveis, o professor poderá empregar os recursos necessários para a melhoria da compreensão dos conteúdos e que se adequem aos objetivos de aprendizagem propostos. Machado (2016) nos diz que o ensino de Química necessita da utilização de tecnologias que auxiliem a promoção de uma aprendizagem científica. A utilização de tablets, smartphones e aplicativos educacionais podem favorecer um ambiente de aprendizagem colaborativo e significativo dos conteúdos escolares.

Um dos principais desafios enfrentados atualmente diz respeito a dificuldade que muitos professores possuem em utilizar as tecnologias digitais de maneira em sala de aula, visto que a sua formação não lhe forneceu o suporte necessário para a utilização destas ferramentas em sala de aula. De acordo com Bittencourt e Albino (2017), este pode ser um dos principais fatores para a utilização inadequada no ambiente escolar. Outro ponto trazido por Cantini *et al.* (2006) diz que, para além da formação continuada, o professor deve ter um interesse pela inserção das tecnologias em suas aulas. Sem isso, o professor será um mero reprodutor do conhecimento. Os autores afirmam que

O professor, como agente mediador no processo de formação de um cidadão apto para atuar nessa sociedade de constantes inovações, tem como desafios incorporar as ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem, buscando formação continuada, bem como mecanismos de troca e parcerias quanto à utilização destas. (Cantini *et al.*, 2006, p. 876).

O contexto atual em que vivemos requer que o professor seja muito mais do que um transmissor de conteúdos, mas que ele seja aquilo que Schuartz e Sarmiento

(2020) chamam de “provocador social”, visto que a sociedade tem necessitado de sujeitos críticos, competentes, flexíveis e colaborativos. Dessa forma, as práticas pedagógicas devem acompanhar tais demandas, de modo que o estudante se torne um sujeito ativo na construção do conhecimento.

Schuartz e Sarmento (2020) acreditam que com os avanços das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) além da sua presença cada vez mais constante no ambiente educacional seja capaz de contribuir com a quebra do paradigma referente a maneira na qual os conteúdos são ensinados. Para que isso seja possível, o professor deve agregar a sua competência teórica novos conhecimentos, de cunho digital, para que possa utilizar as tecnologias digitais como um instrumento útil para o processo de aprendizagem dos estudantes. Costa *et al.* (2012) distribui estas competências em três níveis distintos, que estão descritas no Quadro 6.

Quadro 6 - Níveis de certificação das competências pedagógicas em TDIC para os professores.

Competências digitais	Competências digitais em TDIC	Competências pedagógicas em TDIC em nível avançado
Utiliza instrumentalmente as TDIC como ferramentas funcionais no seu contexto profissional.	Integra as TDIC como recursos pedagógicos, mobilizando-as para o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem, numa perspectiva de melhoria das aprendizagens dos alunos.	Inova práticas pedagógicas com as TDIC, mobilizando as suas experiências e reflexões, no sentido de partilha e colaboração com a comunidade educativa e numa perspectiva investigativa.

Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2012).

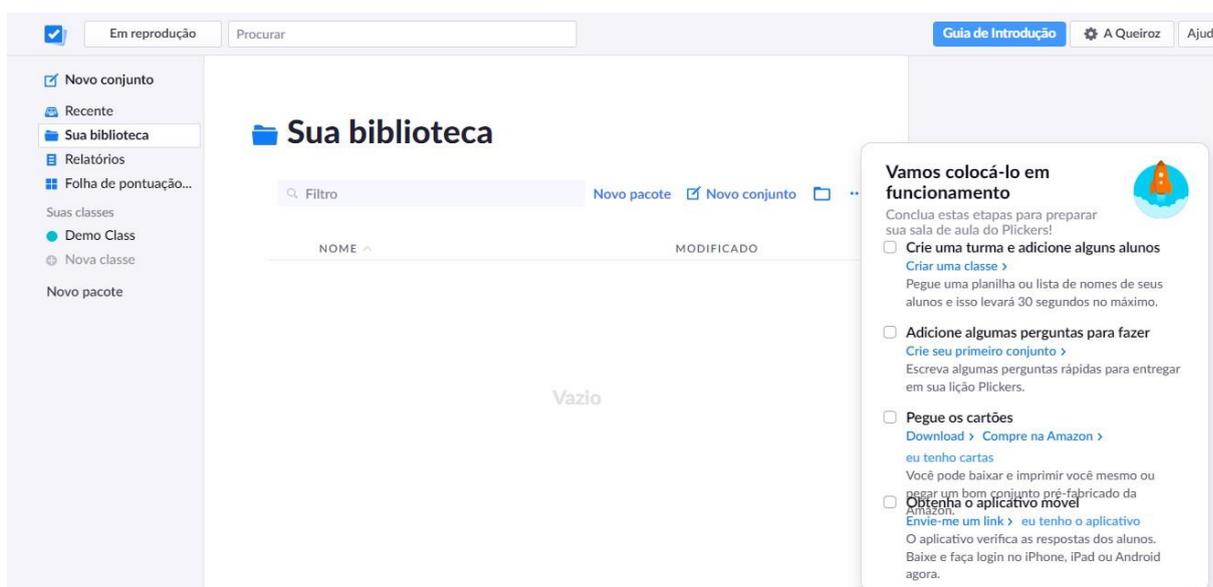
Podemos entender que é requerido do professor as competências necessárias para o uso das tecnologias digitais em sala de aula, de modo que seja possível canalizar o interesse que o estudante possui pela ferramenta para a construção do conhecimento. Além disso, o professor precisa reconhecer que os instrumentos tecnológicos são capazes de promover uma melhora no rendimento dos alunos, para que o processo de aprendizagem se torne desafiador para o estudante.

1.3.1 Plickers

O *site/aplicativo Plickers* é uma ferramenta pedagógica gratuita que possibilita a criação de bancos de questões elaboradas pelo professor, além do cadastramento dos alunos organizados em salas. As respostas fornecidas pelos estudantes durante as perguntas ficam armazenadas em bases de dados, auxiliando o professor no acompanhamento da turma. Para utilizar a ferramenta, basta que o professor realize seu cadastro no *site*⁴ e faça o download do aplicativo em um *smartphone* ou *tablet*.

O *site* proporciona ao professor a organização das questões em várias “bibliotecas” onde, estando cadastradas no sistema, as questões podem ser manipuladas da maneira que o professor preferir, visando a elaboração dos questionários. Durante o cadastro da pergunta (que necessariamente precisa ser de múltipla escolha), o professor insere as alternativas e define qual delas será a resposta certa. Após a criação da sala e a inserção dos alunos no ambiente virtual, o professor seleciona as questões que serão trabalhadas dentro da biblioteca que foi previamente elaborada. A Figura 2, a seguir, ilustra a interface do *Plickers* e suas funcionalidades.

Figura 2 - Interface do site do Plickers.

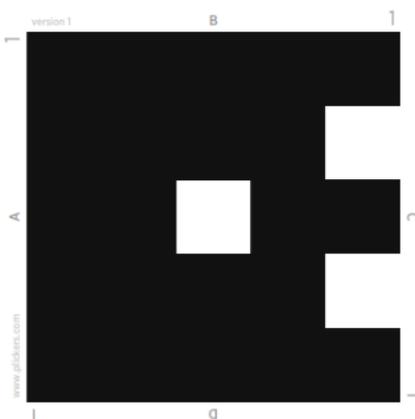


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

⁴ www.plickers.com

Para que possamos obter as respostas dos estudantes, o *site* fornece cartões resposta que devem ser impressos e distribuídos nas turmas nas quais serão utilizadas. A quantidade máxima de alunos por turma é de 63 alunos (vale ressaltar que essa quantidade é uma limitação do aplicativo). Com relação ao cartão, ele é diferente de todos os outros, com formas e aparências distintas. As legendas presentes em cada cartão são mais claras que o normal, justamente para que apenas o aluno que está de posse do cartão possa saber qual é a resposta que está sendo mostrada ao professor. Para escolher a resposta, o estudante deve girar o cartão colocando a sua resposta com a letra para o lado superior. Na Figura 3, podemos visualizar um exemplo de cartão resposta.

Figura 3 - Exemplo de cartão-resposta do Plickers.



Fonte: www.plickers.com

Após o estudante escolher sua resposta, o professor, com o auxílio da câmera do seu *smartphone/tablet* que possui o aplicativo *Plickers* instalado realiza a captura da resposta, que é enviada imediatamente para o banco de dados do *site*. É importante ressaltar que durante a atividade, os alunos podem acompanhar o momento em que suas respostas são computadas pelo aplicativo. Além disso, o professor também pode exibir um gráfico em tempo real com as respostas que foram inseridas no sistema.

Ao fim da atividade, o professor pode acessar as respostas a qualquer momento na seção Reports. Caso deseje uma visualização mais detalhada, a seção *Scoresheet* fornece as porcentagens de acertos de toda a turma, bem como a porcentagem individual dos alunos em cada questão trabalhada. Tais informações

podem ser baixadas em formato de planilha e impressos para facilitar ainda mais a análise do professor.

Uma das vantagens do uso do *Plickers* se dá pelo fato de que apenas o professor necessita de conexão a Internet, facilitando a realização da atividade. Outro ponto que vale a pena ressaltar é que graças aos cartões resposta, não será necessário adquirir de *clickers*⁵ convencionais, barateando ainda mais o processo. Dessa forma, acreditamos que o *Plickers* se apresenta como uma ferramenta bastante útil para o professor que deseja inserir recursos digitais durante suas aulas. No tópico a seguir, apresentamos a metodologia utilizada neste trabalho.

⁵ Pequenos aparelhos portáteis que permitem que os alunos respondam rapidamente a questões propostas pelo professor.

2 METODOLOGIA

Para melhor compreensão daqueles que lerão este trabalho, dividimos a metodologia em quatro tópicos, onde estão descritos: o tipo de estudo, as etapas da pesquisa para a elaboração da Revisão Sistemática de Literatura e a Sequência Didática, além do contexto dos sujeitos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.

2.1 TIPO DE ESTUDO

Para a realização desta pesquisa optamos, como forma de abordagem, a pesquisa mista De acordo com Bogdan e Biklen (2010), esta classificação se deve ao fato de que muito além dos aspectos quantitativos que serão coletados, as considerações levantadas pelos estudantes também serão objeto de análise. Assim sendo, as compreensões dos estudantes acerca do processo de ensino e aprendizagem utilizando a metodologia *Peer Instruction* serão consideradas na análise qualitativa, enquanto que os aspectos quantitativos, que serão obtidos por meio da aplicação dos Testes Conceituais, serão analisados de acordo com as ideias propostas por Mazur (1997) e Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

2.2 ETAPAS DA PESQUISA

No tocante as etapas da pesquisa, de modo a auxiliar na compreensão do leitor, organizamos esta etapa em três subtópicos para o melhor desenvolvimento desta investigação.

2.2.1 Etapa 1: Elaboração da SD utilizando o PI com o *Plickers*

No que diz respeito a elaboração da estratégia, ela será feita levando em consideração o tempo de 4 aulas com 60 minutos cada. Durante o planejamento da atividade, diferentes estratégias de ensino que pudessem auxiliar os estudantes durante a atividade foram utilizadas em sala de aula, tais como: aulas experimentais, aulas expositivas dialogadas, utilização de *slides* e vídeos curtos.

Com relação ao conteúdo de Termoquímica, foram vivenciados os conceitos de sistema (parte específica na qual se deseja estudar a energia) e ambiente (aquilo que está fora do sistema), buscando compreender as diferenças conceituais entre calor e temperatura (calor é a energia em movimento, enquanto que a temperatura mede o grau de agitação das partículas), além das reações endotérmicas (que absorvem calor) e exotérmicas (que liberam calor). A escolha desses conteúdos vem com o objetivo de trabalhá-los de maneira contextualizada, relacionando com as situações vivenciadas pelos estudantes no seu cotidiano.

Com relação a aplicação da estratégia ela foi desenvolvida em dois encontros, cada um deles com dois períodos de 60 minutos cada, totalizando 120 minutos para cada encontro. Em cada um dos momentos, foram apresentadas estratégias de ensino que possibilitaram aos alunos uma melhor compreensão do conteúdo que será vivenciado, com o auxílio do aplicativo *Plickers* para a coleta das respostas antes e depois das discussões. Vale ressaltar que a estratégia foi desenvolvida de acordo com as ideias da Aprendizagem Tecnológica Ativa de Leite (2018), podendo ser visualizada na íntegra nos apêndices deste trabalho.

2.2.2 Etapa 2: Contribuição do PI no ensino de Química

Para analisar as contribuições que a utilização do *Peer Instruction* pode trazer para a sala de aula, utilizamos o questionário de opinião, que foi elaborado por meio de questões estruturadas e abertas, de modo que possamos analisar as impressões que os estudantes tiveram a respeito da estratégia proposta. Este questionário será aplicado logo após a aplicação da metodologia em sala de aula. O questionário será elaborado e os dados coletados serão analisados qualitativamente de acordo com a escala de Likert, descrito no tópico correspondente a análise dos dados.

2.2.3 Etapa 3: Análise da aprendizagem dos estudantes

De modo que possamos analisar como se deu a aprendizagem dos estudantes durante a realização da atividade, foram utilizados os Testes Conceituais, de acordo com a metodologia PI em conjunto com o aplicativo *Plickers*. Para a concretização desta etapa, o professor realizou alguns passos antes da aplicação da metodologia. De modo que a utilização do aplicativo *Plickers* seja facilitada, o professor pediu para que os alunos se organizassem em pequenos grupos (com até 3 alunos, no máximo), de modo que cada estudante consiga visualizar as questões conceituais que foram apresentadas com o auxílio de uma televisão.

Em seguida, o professor disponibilizou os cartões-resposta para os estudantes e passou as devidas orientações de como o cartão deverá ser utilizado. Além disso, o professor deverá realizar uma breve explanação sobre a metodologia *Peer Instruction* para que os estudantes pudessem compreender como esta estratégia funciona. Por fim, o professor fez uma breve explicação sobre os conteúdos de Termoquímica (sistema e ambiente, calor e temperatura e as reações endotérmicas e exotérmicas) que serão vivenciados durante as aulas. Durante a aplicação dos Testes Conceituais, o professor disponibilizou o tempo de dois minutos para que os estudantes pudessem refletir individualmente sobre a resposta para que, logo em seguida, posicionassem o cartão-resposta com a alternativa na qual consideraram ser a correta. Ao fim deste processo, o professor teve acesso em tempo real as respostas de cada estudante e com base nos resultados obtidos, deu os devidos direcionamentos segundo os fundamentos descritos por Mazur (1997). Os resultados obtidos nas questões foram analisados considerando os tipos de engajamentos (cognitivo, comportamental, emocional e social) propostos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

2.3 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

Com relação ao universo da pesquisa, os participantes foram estudantes do 2º ano do Ensino Médio (turma com aproximadamente 40 alunos), com faixa etária entre os 15 aos 18 anos, do turno da manhã de uma escola pública estadual, localizada no município de São Luís do Quitunde, no estado de Alagoas. Esses estudantes foram

escolhidos pelo fato de que é no 2º ano onde geralmente se vivencia o conteúdo de Termoquímica.

A Escola Estadual fica situada no município de São Luís do Quitunde, a aproximadamente 55 km da capital Maceió, Alagoas. Os estudantes atendidos pela escola são provenientes da zona urbana e rural do município. A estrutura física da escola comporta 8 salas de aula, 1 laboratório de Química, 1 laboratório de informática, 1 biblioteca, e 1 auditório, além da secretaria, sala dos professores e cozinha para o preparo da refeição que é fornecida aos estudantes. A escola funciona nos três turnos, contendo atualmente cerca de 700 alunos que são divididos no Ensino Regular (manhã e tarde, Ensino Médio) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) no turno da noite (EJA Fundamental/Médio). Com relação a nota do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), o estado de Alagoas obteve no ano de 2021 a nota 3,6, enquanto que a escola não obteve a quantidade mínima de estudantes para obter uma nota.

2.4 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

Nesta pesquisa, os instrumentos utilizados para a coleta de dados serão o questionário de perfil, os Testes Conceituais, as gravações em áudio dos estudantes e um questionário de opinião, de modo que possamos analisar se a utilização do *Peer Instruction* em conjunto com o *Plickers* foi capaz de auxiliar os estudantes no processo de construção do conhecimento.

O questionário de perfil (QP) possui 11 questões e tem como objetivo traçar um perfil da turma que participará da atividade. Por meio de questões abertas e fechadas, pretendemos conhecer algumas informações dos alunos, como por exemplo a idade, sexo, quantas pessoas moram em sua casa e se o estudante possui algum vínculo empregatício. Dessa forma, podemos entender melhor a realidade do estudante e as condições que cada um possui para o prosseguimento das atividades. Os dados coletados serão avaliados para que possamos conhecer melhor o grupo que participará da atividade. É importante frisar que o questionário de perfil será aplicado antes da intervenção pedagógica. As questões do QP podem ser visualizadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Questões elaboradas para o questionário de perfil.

Olá, estudante! Este questionário de perfil tem a função de conhecer um pouco mais sobre você, de modo que possamos elaborar a atividade de maneira mais eficaz. Por favor, preencha as informações a seguir corretamente.

1. Qual a sua idade?
 16 anos. 17 anos. 18 anos. 19 anos. 20 anos. 21 anos.

2. Você possui um espaço na sua casa para estudar e realizar as atividades escolares?
 Sim. Sim, mas apenas em uma parte do tempo. Não.
 Sim, mas o ambiente é barulhento. Não, mas consigo estudar mesmo assim.

3. Com que frequência você realiza as atividades indicadas pelos professores?
 Sempre. Quase sempre. Às vezes. Quase nunca. Nunca.

4. Você costuma estudar fora do horário de aula?
 Sempre. Quase sempre. Às vezes. Quase nunca. Nunca.

5. Em média, quanto tempo fora da escola você dedica aos estudos?
 Entre 30 minutos a uma hora. De uma a duas horas por dia.
 Mais de duas horas por dia. Mais de três horas por dia.
 Não possuo o hábito de estudar fora da escola.

6. Qual tipo de escola você frequentou no Ensino Médio?
 Todo em escola pública.
 Parte dele em escola pública e parte na rede privada de ensino.

7. Como você avalia sua aprendizagem em Química no Ensino Médio?
 Muito satisfatória. Satisfatória. Regular.
 Insatisfatória. Péssima.

8. Você mora em uma comunidade de zona urbana ou zona rural?
 Zona urbana. Zona rural.

9. Você possui algum vínculo empregatício? Sim. Não.

10. Quais recursos didáticos e metodológicos foram utilizados por seus professores de Química durante o Ensino Médio?
 Quadro branco. Experimentos. Debates.

<input type="checkbox"/> Livro didático.	<input type="checkbox"/> Recursos multimídia.	<input type="checkbox"/> Visitas extraclasse.
<input type="checkbox"/> Aulas ao ar livre.	Outros: _____	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os Testes Conceituais são uma parte fundamental da metodologia *Peer Instruction*. Por meio das questões previamente selecionadas pelo professor, os estudantes responderam individualmente utilizando um sistema de votação (*Plickers*). Em seguida, com base nas respostas obtidas, os estudantes discutiram a questão com seus colegas (pares) por alguns minutos. Ao fim da discussão, o professor deve revisar as respostas e explicar o conteúdo, abordando as principais lacunas encontradas e destacando o raciocínio correto. Além dos dados obtidos com o auxílio do aplicativo *Plickers*, as discussões dos estudantes serão analisadas com a ajuda de gravações em áudio para que possamos compreender como cada estudante explica seu argumento.

O questionário de opinião (QO), conforme descrito anteriormente, possui a função de investigar a impressão que os estudantes tiveram durante a aplicação da estratégia, ou seja, se a metodologia PI em conjunto com o *Plickers* foi capaz de auxiliar os estudantes e proporcionar um ambiente colaborativo durante a realização da atividade. As questões referentes ao QO estão descritas no Quadro 8.

Quadro 8 - Questões elaboradas para o questionário de opinião.

Olá, estudante! As questões a seguir dizem respeito a avaliação da efetividade das metodologias de ensino que foram utilizadas para o ensino de Química (em específico o conteúdo de Termoquímica). Você deve marcar com um "X" a opção que melhor representa sua opinião, além de fazer comentários quando julgar pertinente.

1. O conteúdo de Química foi trabalhado de maneira diferente, por meio de novas metodologias de ensino. Qual a sua avaliação a respeito dessas novas metodologias quando comparada à anterior?

Muito boa. Boa. Indiferente. Ruim. Péssima.

Comentários: _____

2. Como você avalia o seu nível de aprendizado em relação ao conteúdo de Termoquímica:

Muito bom. Bom. Indiferente. Ruim. Péssimo.

Comentários: _____

3. Durante a aplicação das metodologias, foram utilizados diversos recursos (slides, textos, experimentos, etc.) Na sua opinião, o uso desses materiais contribuiu para uma melhor

compreensão do conteúdo?

() Concordo totalmente. () Concordo. () Indiferente.
 () Discordo. () Discordo totalmente.

Comentários: _____

4. Durante a aula foram realizados alguns Testes Conceituais e um sistema de votação por meio de QR Codes foi utilizado pelo professor para coletar as respostas. Como você avalia a utilização dessa ferramenta, em comparação com outros tipos de votação?

() Muito boa. () Boa. () Indiferente. () Ruim.
 () Péssimo. Comentários: _____

5. Qual o grau de importância que você daria para as discussões que ocorreram em dupla durante os Testes Conceituais?

() Muito importante. () Importante. () Mediana. () Às vezes é importante.
 () Não é nada importante. Comentários: _____

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a realização desta etapa, o questionário de opinião será elaborado de acordo com a escala de Likert. A escala de Likert é uma técnica de mensuração utilizada para avaliar a opinião dos indivíduos sobre um determinado tema. Segundo Aguiar, Correia e Campos (2011), esta escala consiste de uma série de perguntas formuladas sobre um determinado tema, onde o avaliado deverá escolher uma opção dentre as várias disponíveis. Normalmente, as opções a disposição são nomeadas como: Concordo muito, Concordo, Indiferente, Discordo e Discordo muito. Tais opções são exemplificadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Modelo da escala de Likert.

ESTOU SATISFEITO COM O DESEMPENHO DO MEU TIME NO CAMPEONATO				
Discordo muito	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo muito
1	2	3	4	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A adaptação aos mais variados contextos e a possibilidade de elaborar uma análise estatística faz com que a escala de Likert seja uma ferramenta confiável e amplamente utilizada para mensurar a opinião dos indivíduos em uma pesquisa, tornando a interpretação dos dados obtidos mais acessível para o pesquisador, mas também para o público em geral.

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Com relação aos dados obtidos nos questionários de perfil e de opinião, estes foram analisados por meio de uma análise estatística descritiva. Segundo Freund e Simon (2000, p. 18), a estatística descritiva “inclui tudo relacionado com dados que seja projetado para resumir ou descrever dados, mas sem ir além, ou seja, sem procurar inferir qualquer coisa que vá além dos próprios dados”. Para Amorim (2014, p. 14), a análise estatística descritiva “utiliza métodos numéricos e gráficos para mostrar os padrões de comportamento dos dados, para resumir a informação contida nesses dados e para apresentar a informação de forma conveniente”. Apesar dos dados serem apresentados por meio de gráficos, eles foram analisados qualitativamente. Por fim, os dados coletados durante a aplicação dos Testes Conceituais por meio da gravação em áudio dos estudantes foram transcritos e analisados seguindo os tipos de engajamentos (comportamental, emocional, social e cognitivo) propostos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). De acordo com os autores, os quatro tipos de engajamentos são capazes de descrever como os estudantes se envolvem com o processo de aprendizagem.

No que diz respeito ao engajamento comportamental, ele faz referência a participação ativa do estudante na escola, desde a sua frequência, mas também com a realização de atividades e participação nas discussões propostas pelo professor. O engajamento emocional trata das relações de afeto que podem ser criadas pelos estudantes em relação a escola, os professores e também os seus colegas, além do próprio processo de aprendizagem. Neste tipo de engajamento, podem surgir sentimentos de interesse e vontade de participar das atividades, mas sensações de frustração podem estar incluídos também (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Com relação ao engajamento cognitivo, trata-se do quanto o aluno está disposto a se esforçar, buscando novos desafios e aplicando diferentes estratégias de resolução de problemas. Por fim, o engajamento social diz respeito as interações existentes entre os colegas de sala, mas também com o professor (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos, codificações foram atribuídas para as questões dos questionários de perfil (QP) e de opinião (QO). Para o questionário de perfil, cada questão será descrita por QPN, em que QP significa o

Questionário de Perfil e N se refere ao número da pergunta, que irá de 1 até 10. Por exemplo, QP1 significa que foi a pergunta 1 do QP, QP2 a pergunta 2 até QP10. Para o questionário de opinião o procedimento será o mesmo. QO1 significa a pergunta 1 do QO, QO2 da pergunta 2 até QO5. Quanto as falas dos estudantes, elas serão codificadas utilizando o código AN, em que A significa “Aluno” e N faz referência ao número que o aluno obteve durante a entrega do QR Code do *Plickers*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

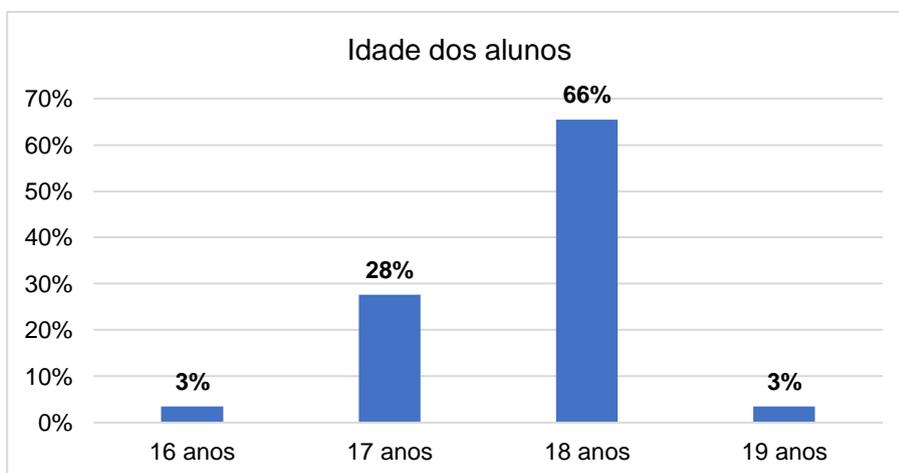
Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados que foram obtidos durante a aplicação do questionário de perfil, a Sequência Didática envolvendo a utilização do *Peer Instruction* para o ensino de Termoquímica, com o auxílio do aplicativo *Plickers*, além do questionário de opinião aplicado ao fim da atividade.

3.1 QUESTIONÁRIO DE PERFIL

Conforme descrito anteriormente na metodologia, este trabalho possui uma abordagem qualitativa e quantitativa. Dessa forma, é importante conhecermos o perfil dos participantes da pesquisa, pois segundo Gil (2008), é fundamental compreender as características de determinado grupo ou população. Assim sendo, foi aplicado um questionário para coletar algumas informações sobre o perfil dos estudantes. Vale ressaltar que este questionário se encontra no Apêndice A deste trabalho.

A turma, do segundo ano do Ensino Médio é composta por 39 alunos, sendo 16 estudantes do sexo masculino e 23 estudantes do sexo feminino. Contudo, alguns alunos não puderam participar das atividades, por causa de problemas relacionados ao transporte escolar. Dessa forma, apenas 29 estudantes participaram efetivamente da atividade. Com relação a faixa etária dos participantes, referente a QP1 (Gráfico 3), a grande maioria dos estudantes tem 18 anos de idade.

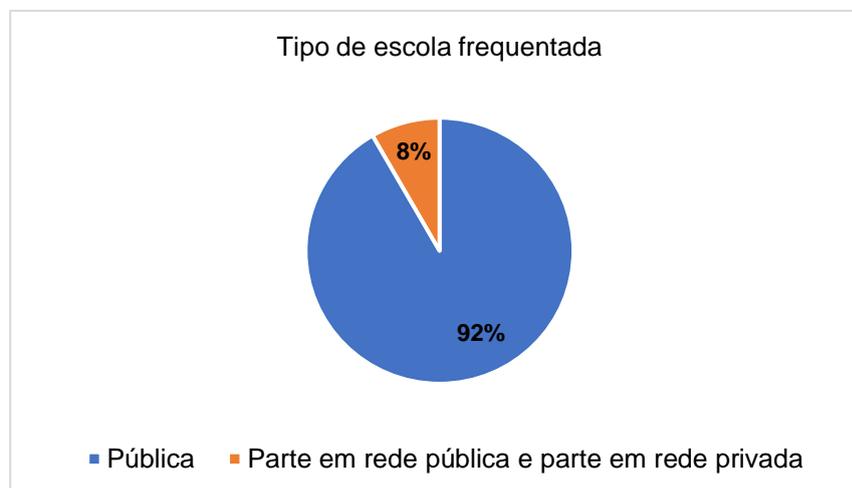
Gráfico 3 - Idade dos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a QP2, que diz respeito ao tipo de escola frequentada (Gráfico 4), praticamente todos os alunos são oriundos exclusivamente da rede pública de ensino.

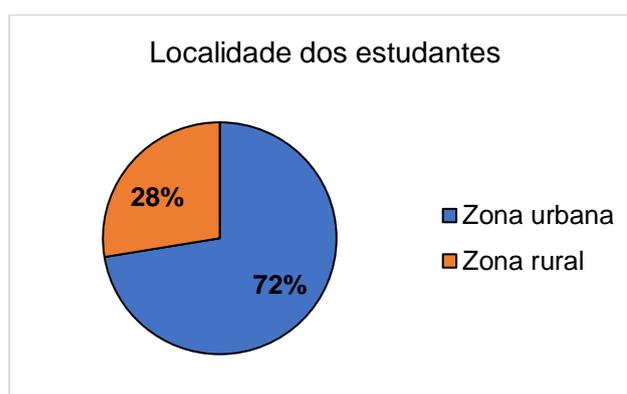
Gráfico 4 - Tipo de escola frequentada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

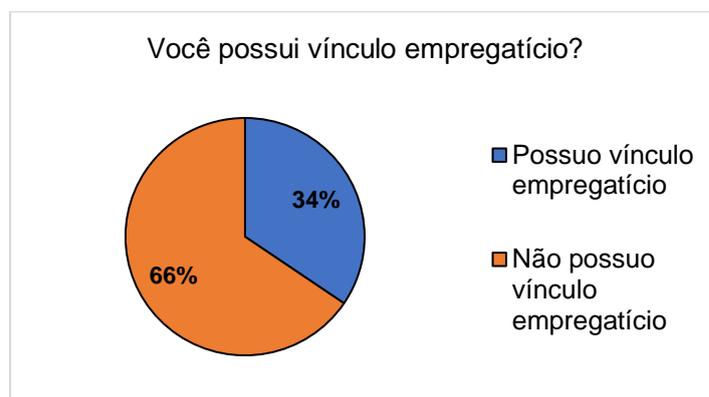
Com relação a QP3, que se refere ao local onde os estudantes residem, dois terços da turma são residentes da zona urbana da cidade, enquanto que os demais moram na zona rural (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Local de residência dos estudantes.



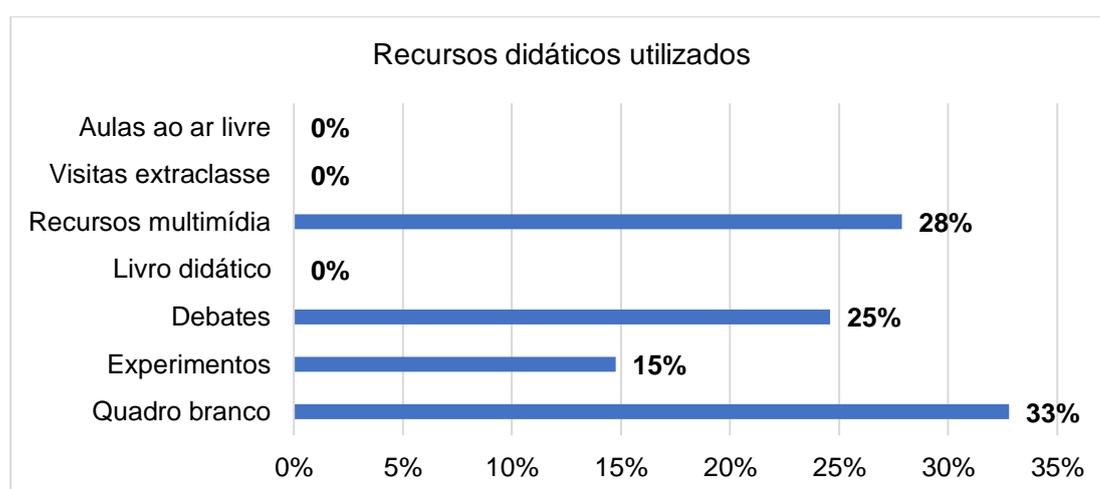
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Estes estudantes apresentam dificuldades para chegar à escola, principalmente em dias chuvosos, pois o caminho de suas casas não é asfaltado, dificultando a chegada do ônibus escolar. Boa parte dos estudantes não possui vínculo empregatício com carteira assinada, porém uma parte relevante dos alunos já concilia os estudos com o trabalho (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Porcentagem de estudantes que possuem vínculo empregatício.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando foram questionados a respeito dos recursos didáticos utilizados durante as aulas de Química (QP4), o quadro branco, a utilização de recursos multimídia e debates foram os mais citados pelos estudantes. Os alunos também relataram que os professores também faziam uso de experimentos durante as aulas, porém, nenhum aluno relatou a utilização do livro didático por parte do professor. Isso se deve ao fato de que os estudantes não receberam o material didático completo, cabendo ao professor elaborar materiais que eram enviados de maneira *online* para os estudantes. Tais resultados estão melhor explicitados no Gráfico 7, a seguir

Gráfico 7 - Recursos didáticos utilizados durante as aulas.

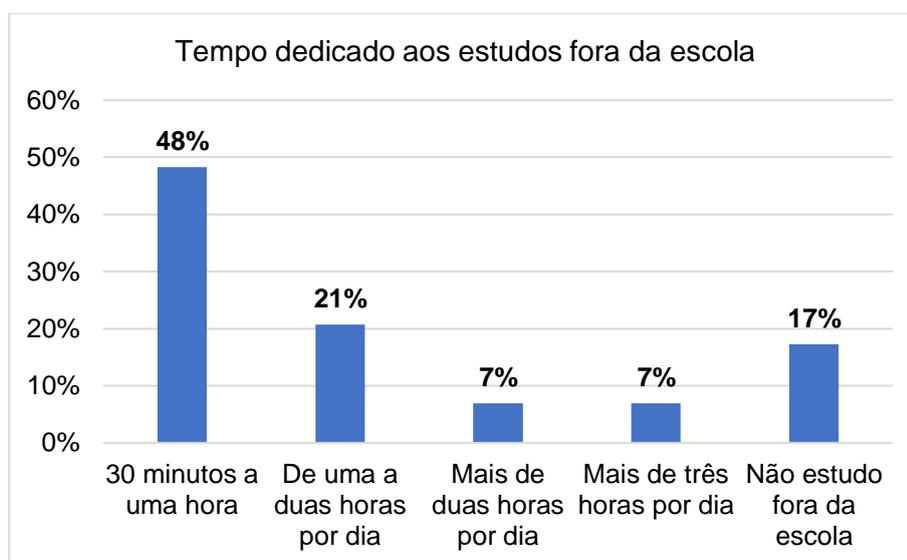
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com Da Frota e Sales (2019), diferentes métodos podem ser utilizados em sala de aula (experimentos, vídeos, jogos educativos, aulas de campo,

dentre outros) partindo da criatividade do professor. Cada recurso procura suprir determinada necessidade do aluno, promovendo ao estudante uma melhor apropriação do conteúdo apresentado. Para Nicola e Paniz (2017), quando o professor utiliza recursos didáticos diferentes, ele possibilita que a aula se torne mais dinâmica, fazendo com que os alunos possam compreender mais facilmente os conteúdos de forma interativa e dialogada, desenvolvendo sua criatividade, coordenação, dentre outras habilidades.

No que diz respeito ao tempo dedicado aos estudos fora do ambiente escolar (QP5), quase metade dos participantes informaram que reservam de 30 minutos a uma hora do seu tempo para os estudos. Poucos alunos dedicavam um pouco mais de tempo para as atividades escolares, enquanto que um número expressivo de estudantes informou não possuírem o hábito de estudar fora da escola (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Tempo dedicado aos estudos fora da escola.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

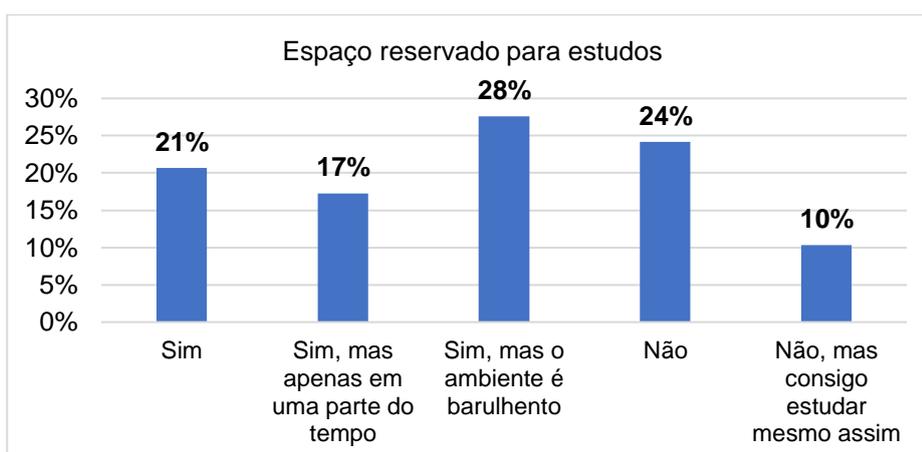
Os resultados obtidos nesta pergunta apontam um alto nível de desinteresse dos alunos pelos estudos. Analisando o papel do professor nesse processo, existe a ideia de que o desinteresse dos alunos é motivado pela utilização de estratégias pouco interessantes. Dessa forma, caberia ao professor elaborar estratégias de ensino que possam tornar sua aula mais atrativa, diminuindo assim o desinteresse do aluno. De fato, as metodologias tradicionais de ensino não apetezem os estudantes do século XXI, sendo muito frequente responsabilizar o professor pelo sucesso ou fracasso

escolar, ignorando várias razões que interferem no processo de ensino e aprendizagem.

Em seu trabalho, Garcia, Halmenschlager e Brick (2021) categorizaram as possíveis causas do desinteresse dos estudantes. De acordo com os autores, existe o desinteresse pela educação escolar (seja por determinada área do conhecimento ou num conceito mais amplo); o desinteresse do docente que influencia negativamente no desempenho do aluno; o desinteresse sob o aspecto sócio-histórico, ou seja, como a construção e a realidade social afeta influencia a falta de interesse pela educação e o desinteresse associado a indisciplina, abandono e evasão escolar. Porém, na realidade dos participantes deste trabalho, o principal fator relacionado ao desinteresse do aluno se refere a questão financeira das famílias e dos estudantes, que muitas vezes não possuem as condições mínimas necessárias para se ter um bom desempenho dentro e fora da escola (Silva, 2016) que fazem com que o estudante tenha que se dividir entre os estudos e o serviço informal.

A QP6 fala do espaço físico apropriado para estudar e realizar as atividades escolares (Gráfico 9), poucos alunos dispõem de um espaço adequado para se dedicarem aos estudos. Alguns alunos possuem um local reservado, porém o local é barulhento ou é temporário, prejudicando o rendimento dos estudantes.

Gráfico 9 - Espaço reservado para realização de atividades escolares.



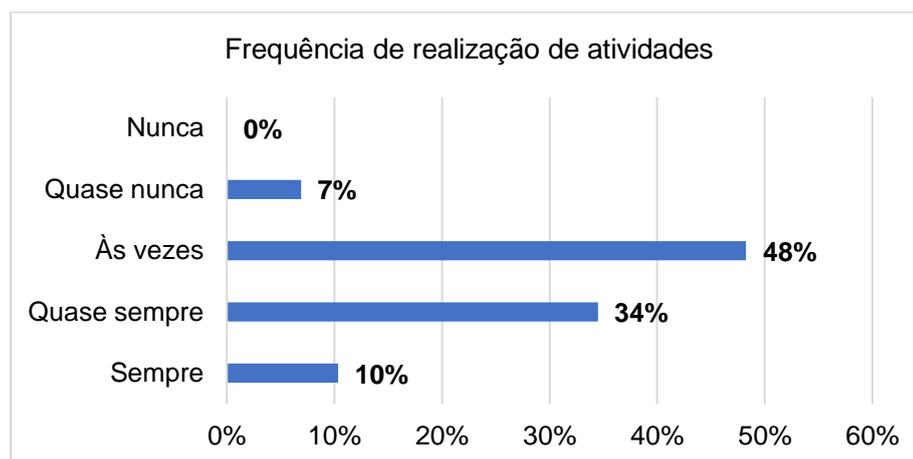
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com Sapiúba (2015), fatores como o nível de participação da família no ambiente escolar, o professor e a instituição de ensino como um ambiente

acolhedor e divulgador de saberes, a motivação do aluno e até mesmo a sua saúde física e mental podem influenciar no rendimento e dedicação do aluno, afetando a capacidade do estudante assimilar novos conhecimentos.

Quando perguntados sobre a frequência na qual costumam fazer as atividades indicadas pelo professor (Gráfico 10), apesar de dedicarem pouco tempo aos estudos, pouco menos da metade dos estudantes apresentam certa infrequência na entrega das atividades, enquanto poucos alunos demonstram realizar as atividades com regularidade. Estes dados podem estar interligados com o pouco tempo dedicado aos estudos fora da escola, conforme descrito anteriormente.

Gráfico 10 - Frequência de realização de atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

É muito importante que os estudantes compreendam como a realização das atividades contribui para o seu desenvolvimento cognitivo, sem restringir apenas ao conceito abordado, mas também porque isso pode ajuda-los a se tornarem seres mais organizados, esforçados, interessados e críticos. Estudantes conscientes da importância de realizar as atividades propostas pelo professor estão mais propensos a estabelecerem metas de estudo, analisando seu desempenho durante o processo e identificando determinados comportamentos que afetam sua aprendizagem. O professor, nesse processo, funciona como um orientador, auxiliando os estudantes nas dificuldades que vão surgindo durante o processo de construção do conhecimento (Schunk; Zimmerman; Dibenedetto, 2015; Ganda; Boruchovitch, 2019).

A seguir, serão apresentados os dados referentes aos Testes Conceituais, que foram coletadas durante a Sequência Didática com o auxílio do aplicativo *Plickers*.

3.2 APLICAÇÃO DOS TESTES CONCEITUAIS

Com o auxílio do aplicativo *Plickers*, podemos analisar as circunstâncias “antes e depois” das interações entre os colegas, de acordo os preceitos sugeridos pela metodologia PI. Dessa forma, por meio dos resultados obtidos, podemos formular uma conclusão sobre os diálogos que os estudantes tiveram durante a realização das atividades, para saber se estratégia auxilia na aprendizagem dos alunos ou não.

Foram aplicados dez Testes Conceituais durante os dois encontros, e todas os testes passaram pela discussão pelos colegas. Assim, apresentamos os resultados dos testes conceituais, tendo como referência de análise os tipos de engajamento (emocional, comportamental, cognitivo e social) propostos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

O Quadro 10 apresenta a primeira questão que foi aplicada aos estudantes, envolvendo os conceitos relacionados ao calor.

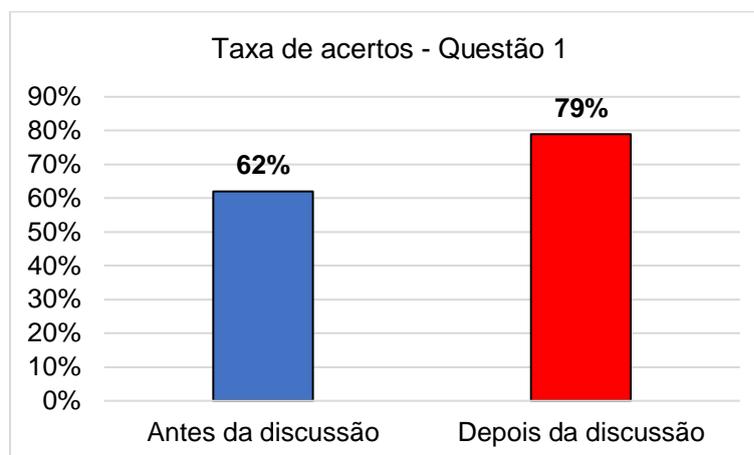
Quadro 10 - Questão 1 relacionada ao conceito de calor.

Questão 1: (AFA-SP) Assinale a alternativa que define corretamente calor.

- a) Trata-se de um sinônimo de temperatura em um sistema.
- b) É uma forma de energia contida nos sistemas.
- c) É uma energia de trânsito, de um sistema a outro, devido à diferença de temperatura entre eles.
- d) É uma forma de energia superabundante nos corpos quentes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Já o Gráfico 11 apresenta as porcentagens obtidas antes e depois das discussões entre os alunos.

Gráfico 11 - Dados obtidos na aplicação da Questão 1.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por meio dos dados apresentados, podemos perceber que nessa pergunta, a maioria dos estudantes acertou a resposta de primeira. Contudo, obteve-se um valor abaixo que Mazur (1997) propõe, sendo necessária a discussão entre os colegas. Assim, após o momento de interação, realizamos a segunda votação e obtivemos 79% de acerto nesta questão. Analisando as respostas dos alunos em conjunto com as conversas, podemos entender melhor o motivo de alguns deles terem marcado a resposta incorreta na primeira votação. Os argumentos de um dos grupos são apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Argumentos dos estudantes na Questão 1.

Aluno	Argumento
A1	Eu marquei a C. É uma energia de trânsito de um sistema a outro devido à diferença de temperatura entre eles.
A2	Sabe o que eu pensei? [...] Eu pensei assim: ah, vou marcar a B. [...] Eu não tava ligada no trânsito. Que seria tipo, elas vão estar transitando uma com a outra, o trânsito, o trânsito com carro. Na minha mente veio o trânsito.
A5	Por conta que o professor falou que calor é energia em movimento de um corpo mais quente para um corpo mais frio. E a questão diz basicamente isso: a energia em trânsito, de um sistema outro devido à diferença de temperatura entre eles. Pronto.
A7	É... Eu também lembrei do que ele falou. Por isso que... Basicamente a gente pensou na mesma coisa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por meio do diálogo, podemos perceber que A2 não compreendeu muito bem a ideia de que o calor é uma forma de energia que está em movimento, relacionando essa ideia com o trânsito de automóveis. Porém, após a conversa com sua colega A1,

ela se convence de que havia marcado a resposta errada e, por consequência, muda de ideia, respondendo corretamente. Já na conversa entre os A5 e A7, é possível perceber que eles compreenderam mais rapidamente o conceito requerido pela questão, respondendo corretamente antes e depois da conversa. Nesta questão, podemos destacar o engajamento do tipo comportamental e cognitivo. O primeiro diz respeito a participação dos alunos na discussão em grupo, enquanto que no segundo foi possível perceber o esforço dos alunos A2 e A5 para tentarem explicar seus argumentos para os colegas, conforme proposto por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

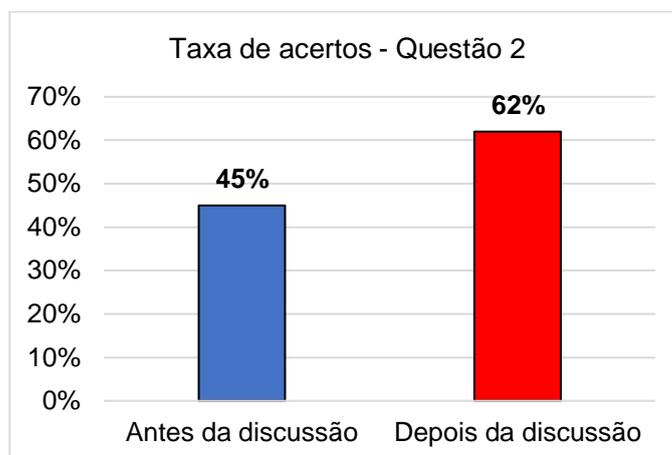
Na questão 2, apresentada no Quadro 12, continuamos abordando o conceito de calor. Porém, dessa vez, procuramos analisar como os alunos compreendem o processo de absorção e reflexão de calor de determinados materiais.

Quadro 12 - Questão 2, relacionada ao conceito de absorção de energia na forma de calor.

- Questão 2: (FUVEST - SP): Têm-se dois corpos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N, que ficam expostos ao sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:**
- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
 - b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante.
 - c) Após uma hora a temperatura de N é maior que a de A.
 - d) De início a temperatura de A decresce (devido à reflexão) e a de N aumenta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando a questão foi aplicada pela primeira vez, foi obtido um valor de 45% de acertos, o que de acordo com Mazur (1997) sendo necessária a discussão entre os pares. Após a interação, o Teste Conceitual foi aplicado novamente, e dessa vez obtivemos o valor de 62%, que ainda é considerado abaixo do ideal. Dessa forma, o professor precisou reexplicar os conceitos, além de fornecer a resposta correta para a questão. Os dados podem ser melhor observados no Gráfico 12.

Gráfico 12 - Resultados obtidos na Questão 2.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Analisando os diálogos da questão 2, foi possível constatar uma informação curiosa. Uma estudante respondeu corretamente à pergunta antes da discussão com seu colega, porém, ao argumentar sobre sua resposta, nota-se um erro conceitual acerca das propriedades térmicas do alumínio. O mesmo raciocínio foi apresentado por outra estudante, mas que foi corrigida pelo seu colega durante a discussão. Os argumentos estão descritos no Quadro 13.

Quadro 13 - Argumentos dos estudantes na Questão 2.

Aluno	Argumento
A9	Minha resposta é por conta... Coisas pretas retêm mais calor. Então, com a temperatura do sol, o (corpo) preto vai aumentar, a temperatura vai ser maior do que [...] o coisa de alumínio.
A4	Ai... o que eu pensei foi... como eu disse, o alumínio, então ele pegaria mais calor e ficaria mais quente. Aí eu coloquei a letra C, eu acho. Eu não pensei desse jeito não.
A2	Na minha opinião, o alumínio ele vai esquentar mais do que um recipiente [...] pintado de preto, porque ele pode refletir, mas ele vai esquentar mais, é fato. Até porque. Porque é o fogo, amor. Eu usei o da panela, a panela no fogo, né? Ela não esquenta assim, o alumínio esquenta mais, é fato. Eu acho que o alumínio esquenta mais. Agora tipo assim, eu já descartei a letra A, não acredito que uma coisa pintada de preto vai ficar maior (mais quente) do que uma de alumínio [...]

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nos argumentos desta questão, podemos encontrar alguns traços de engajamento comportamental e cognitivo (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). O primeiro engajamento diz respeito ao nível de comprometimento dos estudantes em ajudar seus colegas a esclarecerem suas dúvidas, enquanto que o segundo trata do

raciocínio utilizado para resolver a questão, de modo que os colegas pudessem entender com mais clareza o que estava sendo proposto.

Para a questão 3, os estudantes foram confrontados com uma questão que relaciona o processo de absorção e liberação de energia na forma de calor com as mudanças de fase e variação de temperatura de um determinado sistema. A questão proposta pode ser vista a seguir, no Quadro 14, enquanto que os resultados obtidos antes e depois da interação entre os pares é evidenciada no Gráfico 13.

Quadro 14 - Questão 3, envolvendo o conceito de calor.

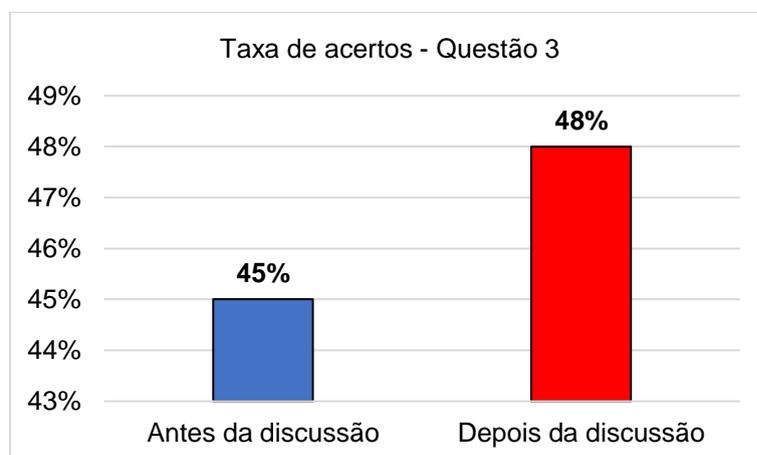
Questão 3: Um corpo pode receber ou ceder energia na forma de calor, mas nunca armazená-la. O ato de fornecer ou ceder calor para uma substância pode acarretar consequências, como mudança de fase ou variação de temperatura. Com base nesses conhecimentos, o que acontecerá se fornecermos calor continuamente a um bloco de gelo que se encontra a 0 °C, na pressão de 1 atmosfera?

- a) Primeiro o bloco irá fundir-se e, depois, aquecer-se.
- b) Primeiro o bloco irá aquecer-se e, depois, fundir-se.
- c) Primeiro o bloco irá fundir-se para, depois, solidificar-se.
- d) Não acontecerá nada.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Podemos constatar que nesta questão (Gráfico 13), mesmo após a discussão entre os pares, a interação não foi capaz de proporcionar um aumento significativo na taxa de acertos, sendo necessário que o professor explicasse novamente os conceitos apresentados para que os estudantes tivessem uma melhor compreensão sobre o que estava sendo vivenciado.

Gráfico 13 - Resultados obtidos na Questão 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Analisando os argumentos dos estudantes no Quadro 15, podemos compreender melhor qual foi o raciocínio utilizado pelos estudantes para responder esta questão.

Quadro 15 - Argumentos dos estudantes na Questão 3.

Aluno	Argumento
A7	Eu botei a letra B porquê... o que acontece se fornecermos o calor continuamente a um bloco de gelo? Ele vai derreter e se fundir. Entendeu?
A10	Mas o que é que acontece? Na questão, eu substituí a palavra “derreter” por “fundir”. Todos os dois significam as mesmas coisas, entendeu? Eu também marquei a letra B. Mas o que é que acontece: Primeiro ele aquece, depois ele se funde. Entendeu?
A2	Eu marquei a. Eu não sei o que é fundir, mas não é a C e não é a D, porque ele não vai solidificar, solidificar é ficar duro. Se tá aquecendo...
A1	Ele ainda vai trocar energia só trocando energia, ainda assim tá entendendo? [...] ele vai aquecer pra poder derreter um pouco, porque ele vai derretendo aos poucos.
A3	O meu foi assim um bloco irá fundir se, fundir para mim, entrar uma coisa na outra, mas tudo bem. Aí eu botei assim que tipo assim, para ele realmente aquecer, porque aquecer eu levei no âmbito de ficar quente, eu acho que é a B mesmo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nessa questão, identificamos que o principal motivo para a baixa quantidade de acertos foi a confusão dos estudantes entre fornecer e ceder energia na forma de calor e as variações de temperatura, além da dificuldade em compreender o processo de mudança de estado físico. Apenas o A10 apresentou um argumento coerente com os conceitos ensinados, porém não conseguiu convencer a colega (A7) a alterar sua resposta. Ainda assim, mesmo com um valor abaixo do esperado, os comentários apresentados demonstram que, apesar de se depararem com uma questão mais difícil, os alunos se esforçaram em tentar responder à questão, mostrando traços característicos do engajamento cognitivo, segundo as ideias de Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

Na questão 4 (Quadro 16), abordamos os conceitos relacionados aos processos endotérmicos e exotérmicos. Foi pedido que os estudantes analisassem algumas afirmações e, após a leitura, indicassem qual (ou quais) afirmativas estavam corretas. O quantitativo de acertos antes e depois da interação entre os colegas pode ser visto no Gráfico 14.

Quadro 16 - Questão 4, relacionada aos processos endotérmicos e exotérmicos.

Questão 4: (UFMT) Nas reações químicas, a quantidade de calor liberada ou absorvida pela transformação é denominada calor de reação. Se uma reação é:

- I. **exotérmica, o sistema perde calor e a vizinhança ganha a mesma quantidade perdida pelo sistema.**
- II. **endotérmica, o sistema ganha calor e a vizinhança perde a mesma quantidade recebida pelo sistema.**
- III. **exotérmica, sua entalpia final é menor que sua entalpia inicial, logo sua variação de entalpia, ΔH , é menor que zero.**
- IV. **endotérmica, sua entalpia final é maior que sua entalpia inicial, logo sua variação de entalpia, ΔH , é maior que zero.**

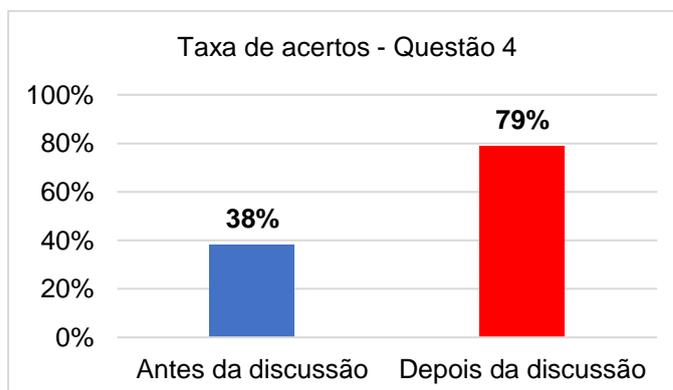
Qual(is) alternativa(s) está(ão) correta(s)?

- a) As afirmativas I e II estão corretas.
- b) Apenas a afirmativa II está correta.
- c) As afirmativas I, II, e III estão corretas.
- d) Todas as afirmativas estão corretas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Podemos inferir que, nesta questão, a discussão entre os pares auxiliou os estudantes na compreensão dos conceitos apresentados, visto que tivemos um aumento expressivo no quantitativo de acertos (Gráfico 14). Este valor final, inclusive, se apresenta como ideal de acordo com Mazur (1997). Infelizmente nesta questão não foi possível obter os comentários dos alunos, devido as gravações de áudio terem ficado inaudíveis, prejudicando a análise do professor sobre os possíveis tipos de engajamento que seriam observados.

Gráfico 14 - Resultados obtidos na Questão 4.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim sendo, o professor realizou a explicação da questão para todos os alunos, de modo que aqueles que não acertaram tivessem suas dúvidas esclarecidas, para que o professor pudesse prosseguir para a questão 5.

A questão 5 abordou a maneira na qual os processos endotérmicos e exotérmicos influenciam nas transformações químicas e mudanças de estado físico. Dessa forma, os estudantes foram incumbidos de encontrar a alternativa correta. Tal questão pode ser vista no Quadro 17, enquanto que o Gráfico 15 apresenta os dados antes e depois da interação entre os colegas.

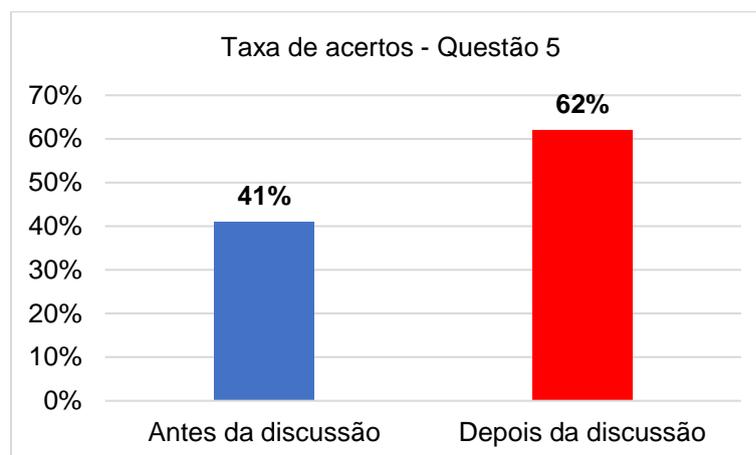
Quadro 17 - Questão 5, relacionando os aspectos energéticos as mudanças de estado.

Questão 5: (UFBA) Em relação aos aspectos energéticos envolvidos nas transformações químicas, pode-se afirmar:

- a) a queima da parafina de uma vela exemplifica um processo endotérmico.
- b) a vaporização da água de uma piscina pela ação da luz solar exemplifica um processo endotérmico.
- c) a combustão do álcool hidratado em motores de automóveis exemplifica um processo endotérmico.
- d) a formação de um iceberg a partir da água do mar exemplifica um processo endotérmico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quando os alunos responderam à questão individualmente, foi possível perceber que houve uma confusão no que diz respeito a definição de um processo exotérmico. Muitos alunos afirmaram que a queima da parafina e a combustão do álcool (afirmativas A e C, respectivamente) são processos endotérmicos. Com o baixo percentual de acertos obtido (Gráfico 15), a discussão entre os colegas foi necessária.

Gráfico 15 - Dados obtidos na Questão 5.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim, após a interação, obtivemos uma porcentagem maior de acertos, porém, ainda abaixo daquilo que é proposto por Mazur (1997). A seguir (Quadro 18), podemos observar os argumentos de alguns estudantes durante a discussão da questão.

Quadro 18 - Argumentos dos estudantes na Questão 5.

Aluno	Argumento
A9	Qual foi a resposta que tu colocou?
A4	Letra B.
A9	Eu coloquei a letra C porque dentre todas as alternativas ali, a que faz mais sentido pra mim é a letra C. [<i>inaudível</i>] o álcool hidratado em motores de automóveis, exemplifica um processo endotérmico. Por que tu colocou a letra B, sendo que esse processo seria exotérmico? Lembra do negócio que o professor falou? Você tem um sólido para transformar em líquido. Você tem que dar mais energia.
A5	Lembra de uma coisa que o professor colocou lá no quadro? Um cubo de gelo, um copo de água e esse bicho em forma de calor. Aqui tava escrito: endotérmico. O que está acontecendo aqui? Tá em cubo de gelo, passou pra líquido. Aí do líquido passou para o gasoso. O que acontece? Tá entrando energia. Entrou energia para o gelo, ele virou água. Tá entrando energia para água virou gás.
A9	Letra B. A vaporização da água de uma piscina pela luz do sol exemplifica um processo endotérmico. (Processo) endotérmico está entrando energia e está vaporizando.
A4	Ah, entendi.
A9	Você vai mudar ou vai continuar na sua?
A4	Eu vou mudar. Poxa, não tinha lido direito.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

É possível destacar alguns aspectos interessantes das conversas dos estudantes. A4, por exemplo, tentou explicar o motivo de ter assinalado a alternativa

C (que estava incorreta). Mesmo trazendo um argumento errado no início de sua fala, a aluna acerta ao dizer que é necessário fornecer mais energia para transformar um sólido em líquido. Ademais, A5 e A9 lembraram corretamente aquilo que foi explicado pelo professor, convencendo sua colega a mudar sua resposta. Assim, percebe-se a ocorrência dos engajamentos comportamental e emocional ao relembrares os argumentos expostos pelo professor, além do esforço para explicarem a questão de maneira correta (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Para a questão 6, os estudantes precisaram analisar quatro equações químicas, com os seus respectivos valores de variação de energia. A seguir, a questão pediu que eles julgassem algumas afirmações, com o intuito de verificar quais delas estariam corretas. A questão 6 pode ser visualizada no Quadro 19.

Quadro 19 - Questão 6, relacionada as reações endotérmicas e exotérmicas.

Questão 6: (Udesc) Dadas as seguintes equações:

- a) $2 \text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_{2(g)} \Delta H = - 565,6 \text{ kJ}$
- b) $2 \text{CH}_4\text{O}_{(g)} + 3 \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_2_{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \Delta H = - 1452,6 \text{ kJ}$
- c) $3 \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 2 \text{O}_3_{(g)} \Delta H = + 426,9 \text{ kJ}$
- d) $\text{Fe}_2\text{O}_3_{(g)} + 3 \text{C}_{(s)} \rightarrow 2 \text{Fe}_{(s)} + 3 \text{CO}_{(g)} \Delta H = + 490,8 \text{ kJ}$

Considere as seguintes proposições em relação às equações:

- I. As reações (A) e (B) são endotérmicas.
- II. As reações (A) e (B) são exotérmicas.
- III. As reações (C) e (D) são exotérmicas.
- IV. As reações (C) e (D) são endotérmicas.
- V. A reação com maior liberação de energia é a (B).
- VI. A reação com maior liberação de energia é a (D). Determine a alternativa correta.

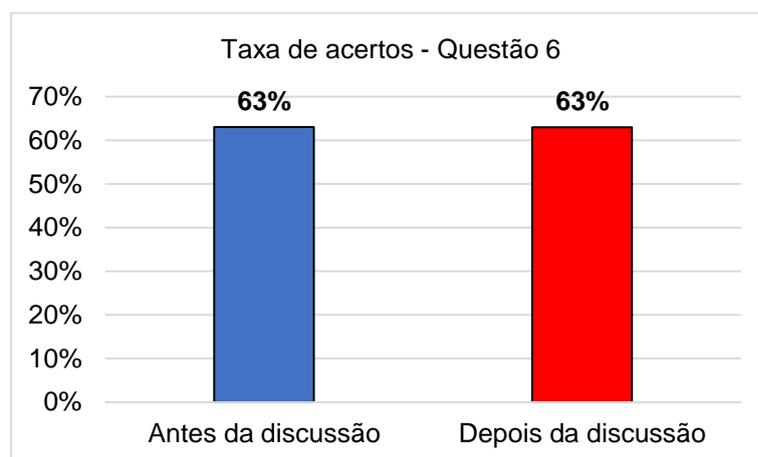
- a) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, IV e V são verdadeiras
- c) Somente as afirmativas II, V e VI são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I, III e VI são verdadeiras.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nesta questão, algo curioso aconteceu: as taxas de acertos obtidas antes e depois da discussão entre os estudantes foram iguais. Contudo, vale ressaltar que alguns alunos mudaram as suas respostas após a interação com os colegas. Enquanto alguns alunos acertaram na primeira votação e, após a discussão,

acabaram errando a resposta, outros alunos fizeram o caminho inverso. Ou seja, o que prevaleceu nesta questão foi a capacidade argumentativa dos alunos, independentemente de eles estarem corretos ou não, demonstrando que houve diálogo entre os estudantes. Os resultados obtidos estão demonstrados no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Dados obtidos na Questão 6.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Analisando as respostas dos alunos em conjunto com as conversas, podemos inferir que os estudantes não compreenderam os conceitos relacionados as reações endotérmicas e exotérmicas, enquanto outros alunos apresentaram um desenvolvimento satisfatório. Alguns argumentos são apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 - Argumentos dos estudantes na Questão 6.

Aluno	Argumento
A1	Eu marquei a B. Mas foi por chute. [<i>inaudível</i>] a questão A e B é exotérmica, não é? Então a II é a certa. Porque elas estão perdendo energia, estão negativas.
A2	Beleza. Marquei essa aí.
A1	Se é endotérmica, não é a primeira. E também já por exclusão. Aí a (afirmativa) III: A reação C e D são exotérmicas... também exclui que elas são positivas, né? Aí, no caso é a (afirmativa) IV, né? Que elas são endotérmicas.
A2	É por isso que são positivas.
A9	Eu marquei a B porque eu chutei e eu acertei.
A11	Eu também marquei letra B porque eu achei que era a B.
A9	É a (alternativa) B. É porque eu confundi. Eu confundi o seguinte: eu achei que a liberação era positiva, eu confundi. Eu achei que era a (alternativa) D, que era. No caso, a VI era certa.
A11	É isso mesmo. Tu tem razão.
A9	Foi. Mas agora, pensando bem, tá certo, tava certo, arrasou! É a B mesmo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nesse contexto, A1 explicou corretamente para seu colega durante a discussão, havendo concordância por parte de A2 sobre o que seu colega estava argumentando. Contudo, A9 e A11 apresentaram dúvidas sobre o conteúdo vivenciado, mesmo acertando a resposta. É possível perceber a confusão sobre os conceitos relacionados a absorção e liberação de energia. Porém, ao fim da conversa, A9 conseguiu detectar onde estava o erro, dando a entender que compreendeu corretamente os conceitos trabalhados na questão. É possível identificar traços de engajamento comportamental e cognitivo, no sentido de se esforçarem para explicar a questão, além da participação ativa durante a atividade (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Com relação a questão 7, mais uma vez discutindo sobre os processos endotérmicos e exotérmicos, os estudantes precisaram interpretar uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que descreve a utilização da energia solar e propõe a análise de uma reação química endotérmica como um potencial mecanismo para armazenar energia solar. Após analisarem o texto, os estudantes deveriam indicar se a estratégia seria efetiva ou não para acumular energia solar. Podemos visualizar o exercício proposto no Quadro 21.

Quadro 21 – Questão 7, relacionada aos processos endotérmicos e exotérmicos.

Questão 7: (ENEM) O abastecimento de nossas necessidades energéticas futuras dependerá certamente do desenvolvimento de tecnologias para aproveitar a energia solar com maior eficiência. A energia solar é a maior fonte de energia mundial. Num dia ensolarado, por exemplo, aproximadamente 1 kJ de energia solar atinge cada metro quadrado de superfície terrestre por segundo. No entanto, o aproveitamento dessa energia é difícil porque ela é diluída (distribuída por uma área muito extensa) e oscila com o horário e as condições climáticas. O uso efetivo da energia solar depende de formas de estocar a energia coletada para o uso posterior.

BROWN, T. Química e Ciência Central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Atualmente, uma das formas de se utilizar a energia solar tem sido armazená-la por meio de processos químicos endotérmicos que mais tarde podem ser revertidos para liberar calor. Considerando a reação:

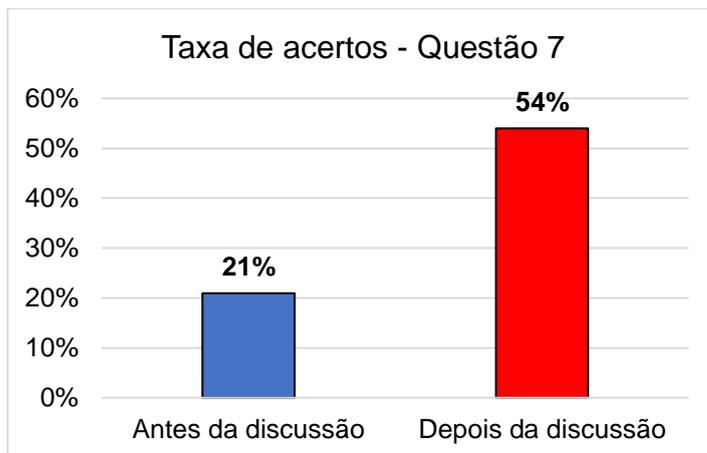


e analisando-a como potencial mecanismo para aproveitamento posterior da energia solar, conclui-se que se trata de uma estratégia

- satisfatória, uma vez que a reação direta ocorre com absorção de calor e promove a formação das substâncias combustíveis que poderão ser utilizadas posteriormente para a obtenção de energia e realização de trabalho útil.
- insatisfatória, uma vez que a formação do gás CO que não possui conteúdo energético passível de ser aproveitado posteriormente e é considerado um gás poluente.
- insatisfatória, uma vez que a formação do gás CO que não possui conteúdo energético passível de ser aproveitado posteriormente e é considerado um gás poluente.
- insatisfatória, pois a reação apresentada não permite que a energia presente no meio externo seja absorvida pelo sistema para ser utilizada posteriormente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Durante a realização desta questão, foi possível perceber que muitos estudantes apresentaram dúvidas significativas, provavelmente devido à complexidade e extensão do enunciado. Na primeira etapa, ao responderem individualmente, apenas 21% dos estudantes selecionaram a resposta correta. Diante desse resultado, o professor solicitou que os estudantes discutissem a questão com seus colegas. Após essa interação, 54% dos estudantes acertaram a resposta. Embora, segundo Mazur (1997), esse valor ainda esteja abaixo do ideal, a interação entre os pares resultou em um aumento de 33% no número de acertos, o que pode ser considerado um progresso. Podemos observar no Gráfico 17 as porcentagens antes e depois da discussão.

Gráfico 17 - Dados obtidos na Questão 7.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim como na questão 4, tivemos problemas na captação dos áudios durante as discussões entre os estudantes, impossibilitando a análise dos argumentos de acordo com as ideias de Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004).

A questão 8 aborda uma prática antiga usada por muitos pais para diminuir a febre em seus filhos (Quadro 22). O procedimento consiste em passar álcool na pele da pessoa febril com o objetivo de baixar febre. Para compreender essa prática do ponto de vista científico, é importante relacioná-la aos conceitos de absorção de calor e entalpia. Assim, além de exigir que o estudante compreenda os conceitos técnicos, a questão também se beneficia do conhecimento baseado no senso comum, podendo ajudar o estudante a encontrar a resposta correta.

Quadro 22 - Questão 8, relacionada aos conceitos de entalpia e absorção de calor.

Questão 8: A febre se caracteriza por um aumento da temperatura do corpo. Em caso de infecção, inflamação ou determinadas doenças, a temperatura do corpo pode aumentar. Trata-se, então, de uma reação de defesa do organismo frente aos agressores. Os efeitos do álcool (etanol) na pele intacta levaram muitos pais a usá-lo como um remédio caseiro rápido contra a febre em crianças pequenas. Isso ocorre porque

- o álcool, por ser “frio”, ao entrar em contato com a pele, ajuda a reduzir a temperatura corporal.
- o álcool, quando esfregado na pele, tem o poder de “gelar” a pele, devido à sua composição química, reduzindo a temperatura corporal.
- o álcool, quando esfregado na pele, evapora, retirando calor da pele, o que reduz potencialmente a temperatura corporal.
- o álcool, por ser bastante volátil, ao entrar em contato com a pele, evapora, liberando calor para o ambiente, o que facilita a redução da temperatura corporal.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

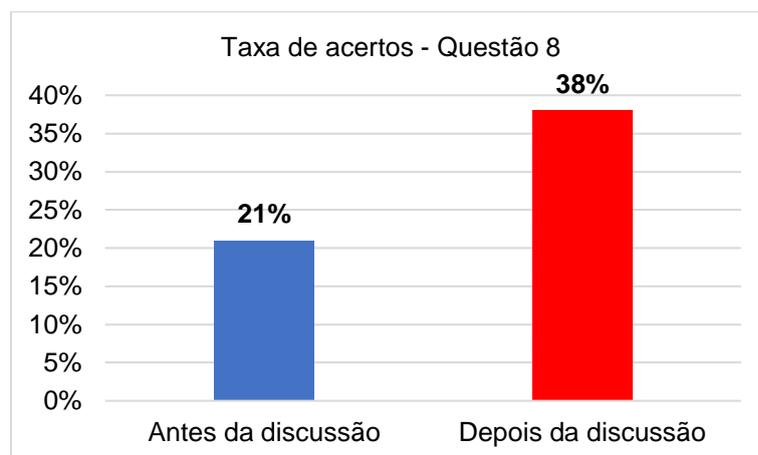
Assim como na questão anterior, os estudantes apresentaram muitas dúvidas na resolução desta questão. Observou-se que muitos alunos estavam se confundindo com os processos de absorção e liberação de calor, o que resultou em um baixo índice de acertos: apenas 21% responderam corretamente. Isso exigiu uma discussão adicional entre os colegas. Após o tempo estipulado pelo professor, os estudantes forneceram novas respostas, e dessa vez, 38% acertaram. Os argumentos apresentados pelos estudantes estão descritos no Quadro 23.

Quadro 23 - Argumentos dos estudantes na Questão 8.

Aluno	Argumento
A2	Eu não sei não porque eu marquei a (alternativa) D, só marquei porque o álcool evapora e o que facilita a redução da temperatura corporal. Eu só marquei por causa disso.
A6	Eu marquei a (alternativa) C. Porque... eu vou explicar a minha e cada um explica a sua. O álcool, quando esfregado na pele, evapora, retirando o calor que reduz potencialmente a temperatura corporal. Eu acho que eu tava entre as (alternativas) C e D, porque o álcool ele realmente vai evaporar na pele, né? E aí eu acho que não é a (alternativa) D porque eu não acho que esse calor vai liberar para o ambiente. É isso.
A7	Eu estava em dúvida da letra A ou da D. Mas eu acho que quando bota o álcool no corpo, acho que gela mais um pouquinho aí, por ele ser mais frio do que tá no corpo, aí evapora.
A13	Também acho isso aí. Porque não tem aquele negócio que se deixar a tampa do álcool aberto ele evapora?

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Embora essa porcentagem, demonstrada no Gráfico 18, ainda esteja abaixo daquilo que é considerado ideal por Mazur (1997), houve um aumento na taxa de acertos. Finalmente, o professor explicou a questão para esclarecer as dúvidas dos alunos e poder prosseguir com a aula. Ainda assim, de acordo com os preceitos descritos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), houveram engajamentos do tipo cognitivo e comportamental, dado o esforço dos estudantes para criarem argumentos, tentando resolver a questão.

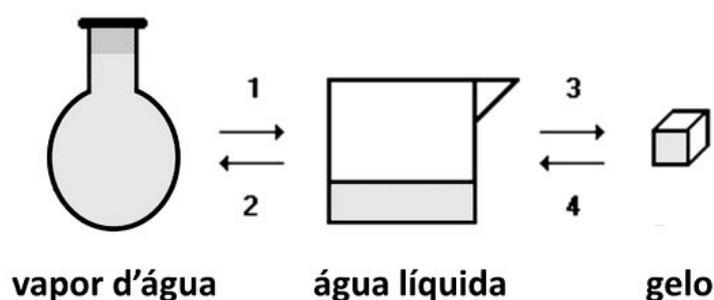
Gráfico 18 - Dados obtidos na Questão 8.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A penúltima questão diz respeito as transformações físicas que podem ocorrer com a água, relacionando tais mudanças com o processo de absorção e liberação de energia (processos endotérmicos e exotérmicos). O enunciado pode ser visto no Quadro 24.

Quadro 24 - Questão 9 sobre as transformações físicas e absorção ou liberação de energia.

Questão 9: Considere as transformações a que é submetida uma amostra de água, sem que ocorra variação da pressão externa:

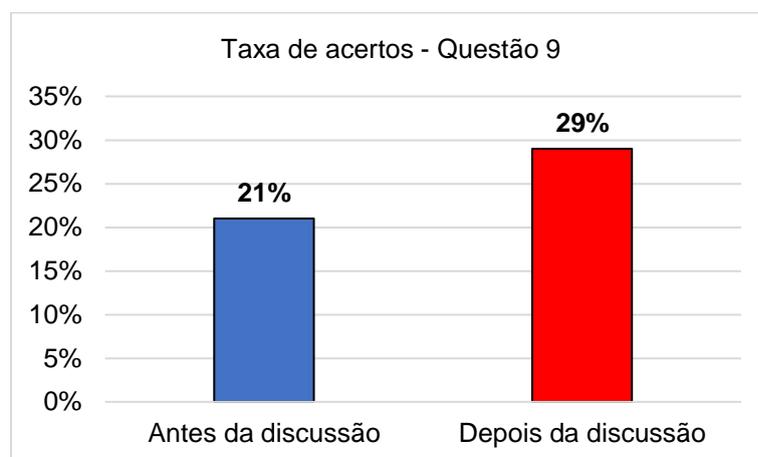


Pode-se afirmar que:

- a quantidade de energia liberada em 1 é igual à quantidade absorvida em 2.
 - as transformações 3 e 4 são exotérmicas.
 - a quantidade de energia absorvida em 3 é igual à quantidade liberada em 4.
- as transformações 1 e 3 são endotérmicas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Nesta questão, os estudantes não apresentaram um bom desempenho antes e depois das discussões com seus colegas, resultando no menor percentual de acertos mesmo após a interação (Gráfico 19).

Gráfico 19 - Dados obtidos na Questão 9.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Acreditamos que houve confusão na compreensão dos conceitos apresentados, como a ideia equivocada de que a evaporação da água seria um processo exotérmico, quando na verdade, esse processo é endotérmico. Outro ponto que pode ter causado estranheza aos estudantes foi que a imagem da referida questão está mostrando o processo de mudança de estados físicos de maneira inversa, o que é pouco comum nos livros didáticos e demais materiais de apoio. Apesar disso, alguns estudantes conseguiram argumentar de maneira satisfatória durante as discussões, evidenciando traços de engajamento comportamental, cognitivo e social descritos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). Os argumentos dos estudantes podem ser visualizados no Quadro 25.

Quadro 25 - Argumentos dos estudantes na Questão 9.

Aluno	Argumento
A8	Do gelo para água, ele absorve energia e da água para o vapor absorve energia, ou seja, é (uma transformação) endotérmica. Ou seja, a quantidade de energia absorvida em 3... Ela não tá absorvendo, ela tá perdendo energia. O gelo ganha energia para se transformar em líquido, entendeu?
A10	Na letra a, [<i>inaudível</i>]... como o vapor tem mais energia do que a água líquida, ou seja, ele liberou energia para conseguir virar água. A água precisa absorver energia para se transformar em vapor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a segunda rodada de respostas, o professor precisou explicar a questão, relembando os conceitos discutidos anteriormente para que a aula pudesse prosseguir.

A questão 10, retirada de uma prova do ENEM, aborda a prática comum de usar vasilhames de barro, como moringas ou potes de cerâmica não esmaltada, para conservar água a uma temperatura mais baixa do que a do ambiente, relacionando o processo de evaporação com a absorção de energia necessária para que essa mudança de estado possa acontecer. A partir desse enunciado, os estudantes devem selecionar a alternativa que melhor explica por que os vasilhames de barro realizam a manutenção da temperatura da água. O enunciado está descrito no Quadro 26.

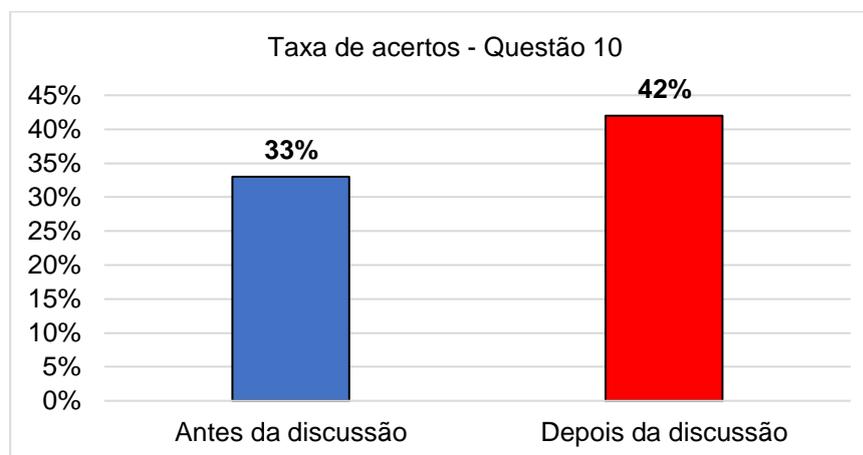
Quadro 26 - Questão 10 trata sobre a mudança de temperatura da água.

Questão 10: (ENEM) Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque:

- a) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.
- b) o barro tem poder de "gelar" a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.
- c) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são assim resfriadas.
- d) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A taxa de acertos se manteve abaixo daquilo que Mazur (1997) considera como ideal, sendo necessário que o professor explicasse novamente o conteúdo e explicasse a resposta da questão. Os resultados obtidos antes e depois da discussão podem ser visualizados no Gráfico 20.

Gráfico 20 - Dados obtidos na Questão 10.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As dificuldades vivenciadas nas questões 8 e 9 apareceram novamente aqui. Durante a resolução da questão, boa parte dos estudantes acreditou erroneamente que a evaporação é um processo que libera calor, confundindo mais uma vez os processos físicos envolvidos. O desconhecimento de que o barro é um material poroso e que atua por meio do resfriamento através da evaporação podem ter levado os estudantes a assinalarem a resposta incorreta, seja antes ou depois das discussões com seus pares. Ainda assim, destacamos a dedicação dos estudantes em tentarem expor suas ideias, demonstrando esforço para compreenderem o conteúdo, segundo os pressupostos de Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), relacionados ao engajamento cognitivo. Os argumentos dos estudantes estão descritos no Quadro 27.

Quadro 27 - Argumentos dos estudantes na Questão 10.

Aluno	Argumento
11	Eu fiquei entre (as alternativas) C e a D. Só que, tipo assim... o barro é poroso permitindo que a água se deposite na parte de fora. A água não vai ficar na parte de fora, ela vai ficar segurada pelo que? A água de fora sempre está uma temperatura maior que a de dentro? Para mim não faz sentido.
14	Basicamente o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Sim, porque é terra, né? Parte dessa água evapora que toma o calor da moringa e o restante da água assim se esfria. Eu acho que é isso, porque o a moringa está sempre bem geladinha [inaudível]. Eu acho que parte dessa água meio que molha por dentro, por ser terra meio que absorve um pouco e deixa meio que tudo geladinho. Acho que é isso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por causa da baixa porcentagem de acertos nesta questão, coube ao professor explicar a resolução da questão, de modo a tirar as dúvidas dos estudantes e, por

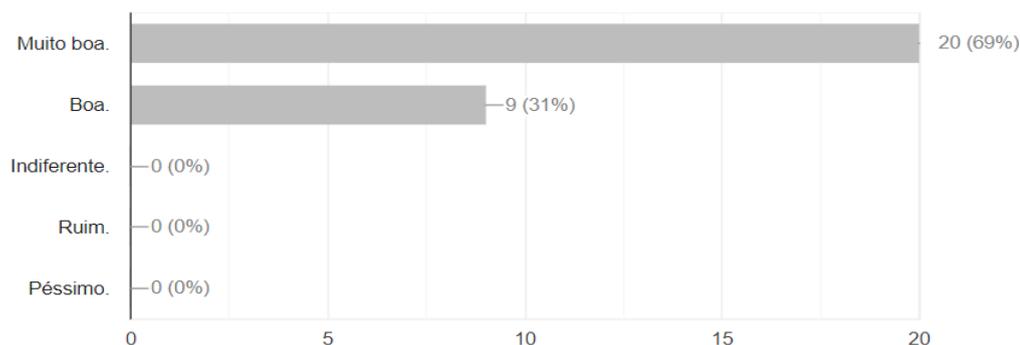
estar se aproximando do final da aula, a dinâmica foi devidamente encerrada. Após o fim desta etapa, os estudantes preencheram um questionário de opinião, cujas respostas serão analisadas no tópico a seguir.

Em todas as questões analisadas (exceto as questões 4 e 7), pudemos perceber traços de engajamentos de acordo com a teoria de Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). Dentre os tipos encontrados, destacamos os engajamentos do tipo cognitivo (presente em 7 questões) e comportamental (presente em 6 questões). O primeiro engajamento refere-se ao o esforço mental e as estratégias que os estudantes usam para aprender, enquanto que o segundo engajamento trata das ações que podemos observar durante as aulas e que indicam uma postura ativa do estudante no ambiente escolar. Ambos os engajamentos são interdependentes, ou seja, a participação ativa é capaz de auxiliar no desenvolvimento cognitivo e vice-versa, sendo essenciais para a evolução do pensamento crítico, tornando a experiência educacional mais valiosa para o estudante.

3.3 QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Após a aplicação do último Teste Conceitual, o professor responsável entregou o questionário de opinião para os estudantes, para que fosse possível analisar as contribuições da metodologia *Peer Instruction* em conjunto com o *Plickers* durante uma aula de Termoquímica. A partir das respostas obtidas, foi possível avaliar a eficácia e receptividade dessa metodologia perante os estudantes. Vale ressaltar que os vinte e nove alunos presentes na aula responderam ao questionário.

A primeira pergunta questiona os estudantes sobre as impressões que eles tiveram a respeito da metodologia *Peer Instruction* em comparação com as metodologias tradicionais de ensino (QO1). As respostas fornecidas pelos estudantes podem ser visualizadas na Figura 4.

Figura 4 - Questão 1 do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

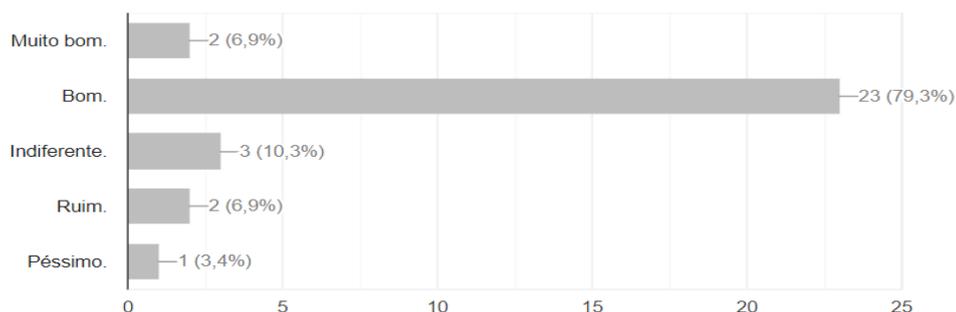
Podemos inferir que, apesar dos resultados obtidos durante a aplicação dos Testes Conceituais, a metodologia *Peer Instruction* apresentou uma boa aceitação parte dos estudantes. Os dados descritos no Quadro 28 demonstram que para o A9, por exemplo, a aula se tornou mais lúdica. Acreditamos que tal afirmação se deve ao fato da utilização dos QR Codes do *Plickers*. Além disso, o Aluno 12 diz que os debates contribuíram para a troca de conhecimentos com os colegas, sendo uma maneira divertida de aprender.

Quadro 28 - Comentários na questão 1 do questionário de opinião.

Aluno	Comentário
A3	Achei muito boa, sempre fica na mesma é muito chato.
A7	O uso de slide, dinâmicas contribui muito para o aprendizado.
A9	A maneira que estudávamos anteriormente era muito chata, eu realmente não entendia nada, mas as últimas aulas que tivemos foi muito mais lúdica e interessante.
A10	Na minha opinião, essa forma de ensinar, deu a oportunidade de todos se expressarem a sua conclusão e dúvidas.
A12	Acho que esse tipo de dinâmica é uma forma de aprender e se divertir também, eu e minha dupla nos debatemos muito e trocamos conhecimento a respeito das questões dadas pelo professor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A segunda pergunta pediu que os estudantes fizessem uma autoavaliação a respeito do seu nível de aprendizado durante a realização da atividade (QO2). Podemos visualizar as respostas dos estudantes na Figura 5.

Figura 5 - Questão 2 do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os comentários obtidos nesta pergunta evidenciam algumas informações que foram descritas no questionário de perfil. Alguns alunos se queixaram de que o conteúdo é muito difícil, enquanto outros estudantes admitiram que precisam melhorar, pois não possuem o hábito de estudarem fora do ambiente escolar. Tais comentários podem ser vistos no Quadro 29.

Quadro 29 - Comentários na questão 2 do QO.

Aluno	Argumento
8	Foi uma área um pouco difícil, mas deu tudo certo!
12	Meu problema é não revisar os conteúdos, mas na hora da aula acho que sou mediana.
15	Senti um pouco de dificuldade.
17	Não aprendi completamente, porém compreendi.
21	Eu não diria 100% boa, mas aprendi muita coisa sim.

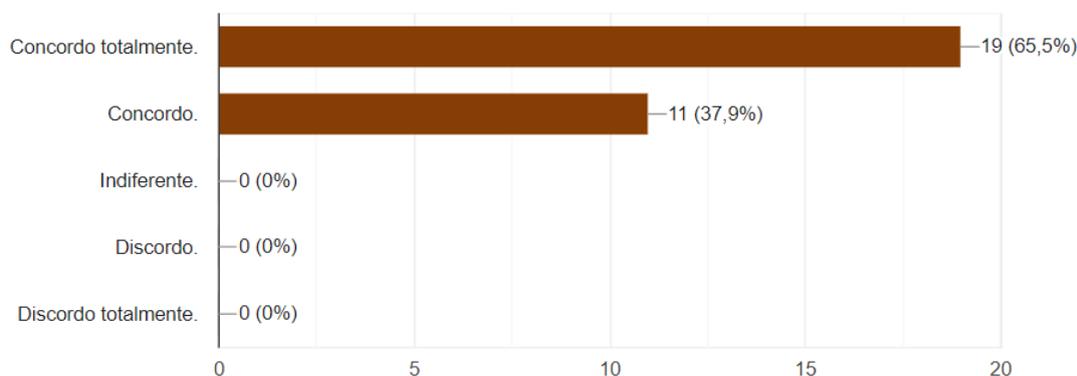
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Estudar após as aulas é fundamental para que o conhecimento vivenciado dentro da escola seja consolidado, aprofundando ainda mais a compreensão dos conteúdos abordados. Para Sapiúba (2015, p. 15), “tão importante quanto as horas passadas dentro da sala de aula são as horas dedicadas pelo aluno nas atividades extraclasse”. Dedicar seu tempo ao estudo fora da sala de aula proporciona ao estudante a oportunidade de identificar e corrigir as lacunas que são inerentes ao processo de construção do conhecimento. Ou seja, estudar com certa regularidade após as aulas não reforça apenas o aprendizado a curto prazo, mas também melhora as competências necessárias para os conteúdos que virão a seguir.

Na questão QO3, os estudantes foram indagados a respeito dos materiais didáticos que foram utilizados durante a realização das atividades e as possíveis

contribuições que esses materiais trouxeram para auxiliarem na compreensão dos Testes Conceituais. As respostas da questão 3 estão disponíveis na Figura 6.

Figura 6 - Questão 3 do questionário de opinião.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Todos os alunos marcaram que concordam parcial ou totalmente com relação aos materiais utilizados em sala de aula impactaram positivamente na compreensão do conteúdo, sendo muito melhor do que apenas utilizar o quadro branco e o livro didático para explicar o conteúdo. Os argumentos dos estudantes indicam que o material utilizado durante as aulas facilitou a aprendizagem, foi capaz de prender a atenção, além de ser divertido, por utilizar as tecnologias sob uma perspectiva pedagógica. Os comentários podem ser visualizados no Quadro 30.

Quadro 30 - Comentários na questão 3 do questionário de opinião.

Aluno	Argumento
A10	Ter algo visual ajuda a compreender melhor
A19	Muito melhor deste jeito, mais dinâmico.
A20	Assim ajuda a facilitar mais na hora da aprendizagem
A25	Para os "jovens" é muito mais interessante e divertido o uso de tecnologia
A29	Acho que a melhor forma do meu entendimento foi a explicação sobre o conteúdo.

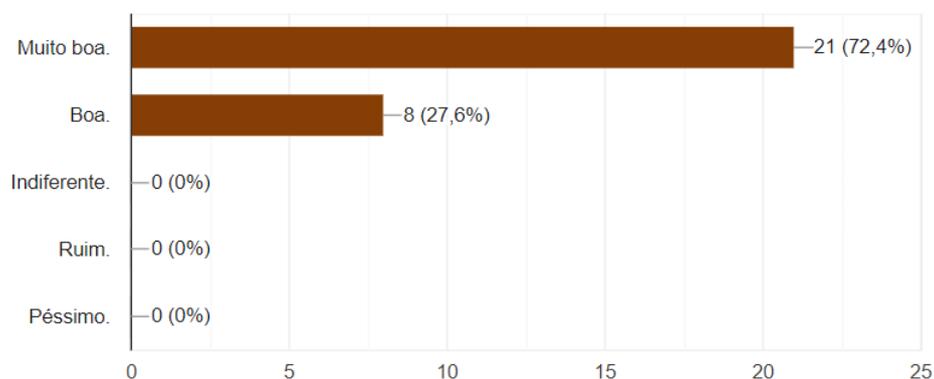
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para Rezzadori e Da Cunha (2006), uma alternativa interessante seria o professor produzir seu próprio material didático, introduzindo temáticas relevantes para a turma que está lecionando, podendo diversificar as atividades propostas além

de atualizar os conceitos que serão trabalhos de acordo o nível da turma, permitindo que o aluno participe ativamente da construção do conhecimento.

A questão 4 (QO4) indaga os estudantes a respeito do sistema de votação utilizado (o aplicativo *Plickers*) durante a realização da atividade em comparação com outros sistemas de votação. As respostas obtidas estão dispostas na Figura 7.

Figura 7 - Questão 4 do questionário de opinião.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Podemos perceber que todos os estudantes aprovaram a utilização do aplicativo *Plickers* em sala de aula. De acordo com os estudantes, a utilização do *Plickers* foi um método diferente, eficaz e divertido, sendo uma boa alternativa frente as estratégias tradicionais. Apesar disso, um estudante considerou que a utilização da ferramenta faz com o que o professor perca muito tempo para ler todos os QR Codes. Tais argumentos estão descritos no Quadro 31.

Quadro 31 - Comentários na questão 4 do questionário de opinião.

Aluno	Argumento
A7	Achei uma ideia muito legal, foi divertido debater com o colega e saber a resposta.
A14	Simplesmente magnífico, uma evolução bem ampla nos estudos!
A19	Seria melhor se fosse outro jeito, assim o professor perde muito tempo andando em sala de aula pra ler o QR.
A27	Foi divertido e muito difícil. Nunca havia participado de uma aula com essa ferramenta.
A29	Gostei bastante, uma introdução da tecnologia diferente do habitual na sala de aula

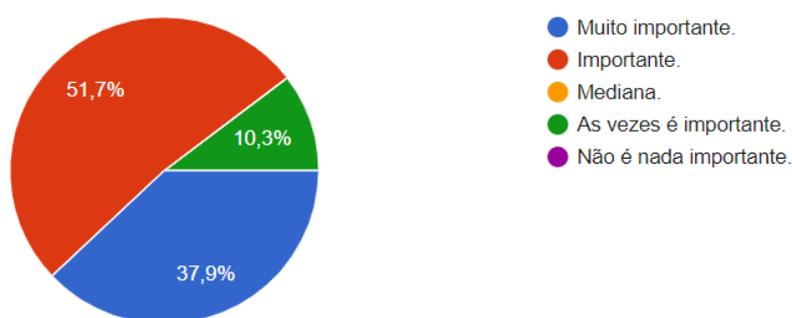
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para Silva, Sales e De Castro (2018) a utilização do *Plickers* se apresenta como uma alternativa viável para a implementação do *Peer Instruction*, pois o site/aplicativo

pode influenciar de maneira positiva na participação do estudante durante as aulas, além de ajudar o professor a contornar os diversos problemas estruturais encontrados na maioria das escolas.

Na questão 5 (QO5), os estudantes foram questionados a respeito da importância da discussão com seus colegas durante a aplicação dos Testes Conceituais. As respostas obtidas na QO5 estão dispostas na Figura 8.

Figura 8 - Questão 5 do questionário de opinião.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A discussão entre os colegas é um elemento fundamental para a aplicação eficaz do *Peer Instruction*. É por meio dela que os alunos podem ajudar uns aos outros, corrigindo possíveis erros, esclarecendo dúvidas ou mal-entendidos. Com as respostas obtidas nos comentários, percebemos que, de acordo com os alunos, as discussões foram capazes de auxiliar na compreensão do conteúdo, estimulando o pensamento crítico e a capacidade de escuta do indivíduo. Em resumo, a discussão na metodologia *Peer Instruction* pode proporcionar um melhor entendimento do conteúdo, além de auxiliar no desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas, tornando o aprendizado mais significativo para o estudante. Os comentários dos alunos podem ser vistos no Quadro 32.

Quadro 32 - Comentários na questão 5 do questionário de opinião.

Aluno	Argumento
A14	Sempre saia algo positivo, entra foi simplesmente magnífico.
A17	Ajuda a entender de um modo diferente o assunto.
A19	Importante, pois ajudou muito saber a opinião de cada um.
A24	Esse tipo de discussão ajuda muito no entendimento.

A26	Conseguimos expressar as opiniões e concordar ou discordar da nossa dupla e assim tomar a melhor decisão.
A27	Discutir e defender sua opinião é muito bom para a aprendizagem.
A29	É importante o debate, ouvir e compartilhar a resposta mesmo que seja diferente, assim sabemos quais pontos nos fizeram chegar naquela conclusão e se estamos certos ou errados

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As respostas obtidas no questionário de opinião evidenciam que a metodologia *Peer Instruction* apresentou um alto índice de aceitação por parte dos estudantes, que consideraram as discussões entre os colegas um momento muito proveitoso, onde puderam expor suas ideias e argumentos. Ademais, a utilização do *Plickers* também foi bem recebida pelos estudantes, que poderiam saber suas respostas em tempo real, auxiliando também o professor a encontrar os pontos mais críticos do conteúdo vivenciado. Assim, acreditamos que a utilização do PI em conjunto com o *Plickers* em sala de aula apresenta potencial para auxiliar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem, tornando-os seres mais críticos, responsáveis e empáticos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou compreender como a metodologia *Peer Instruction* em conjunto com o *site/aplicativo Plickers* pode contribuir para potencializar a construção do conhecimento, a partir dos Testes Conceituais para o ensino de Termoquímica em uma turma de segundo ano do Ensino Médio da rede pública de ensino do estado de Alagoas. A escolha desse conteúdo se deu pela relevância dos conceitos, sendo de grande importância para o ambiente escolar, científico e também para a comunidade.

Diante das transformações que a sociedade vem passando mediadas pelas tecnologias, surge a necessidade de mudança no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, as metodologias ativas (em específico o *Peer Instruction*) vêm se mostrando uma alternativa eficaz para promover um aprendizado mais engajador para o estudante. Diferentemente dos métodos tradicionais de ensino, nos quais o aluno é colocado numa posição passiva e alheia a construção do seu conhecimento, as metodologias ativas podem envolver os estudantes de maneira direta no processo de ensino e aprendizagem.

A Revisão Sistemática de Literatura é uma ferramenta muito importante para a realização de qualquer pesquisa. Foi por meio dela que constatamos uma grande carência de trabalhos que utilizam a metodologia *Peer Instruction* no ensino de Química. Assim, levando em consideração os pontos positivos e negativos encontrados durante o levantamento bibliográfico, este trabalho apresentou uma alternativa de como podemos utilizar a metodologia ativa *Peer Instruction* no ambiente escolar, auxiliando o estudante no processo de construção do conhecimento.

Com a utilização do *Peer Instruction* em sala de aula, podemos perceber que a metodologia possui um grande potencial para engajar os alunos nos âmbitos cognitivo, comportamental e emocional. Foi possível averiguar que a turma escolhida demonstrou um alto índice de aceitação da estratégia, o que com certeza facilitou a sua aplicação. Além disso, notamos também um nível elevado de comprometimento durante a realização dos Testes Conceituais, com discussões muito proveitosas que contribuíram para tornar a aprendizagem de cada participante um pouco mais significativa.

Quando o *Peer Instruction* é implementado em conjunto com o *Plickers*, sua aplicação se torna muito mais fluida. Graças ao *feedback* em tempo real, o aplicativo

permite ao professor focar em tópicos nos quais os estudantes possuem mais dificuldade naquele momento, fazendo com que a aprendizagem seja mais efetiva para o estudante. Além disso, o uso do *Plickers* auxilia na diminuição da dispersão por parte do estudante, que não precisa utilizar seu *smartphone* durante a realização da atividade. Contudo, vale ressaltar que a utilização das TDIC em sala de aula não garante uma melhoria na aprendizagem. Sua eficácia depende de uma implementação cuidadosa por parte do professor, que deve considerar o contexto educacional no qual a turma está inserida.

Do ponto de vista qualitativo, podemos inferir que a estratégia foi bem sucedida, pois ela foi capaz de promover um ambiente mais colaborativo e engajador para os estudantes, que puderam expor seus argumentos durante as discussões propostas durante os Testes Conceituais. Mesmo que a metodologia tenha sido utilizada com estudantes do Ensino Médio, os participantes da pesquisa demonstraram um bom nível de maturidade, sendo bastante ativos durante toda a atividade. Vale ressaltar que, com a implementação de metodologias ativas em sala de aula, é o aluno que assume o protagonismo da aula. Contudo, para que a metodologia seja eficaz, o professor deve estar igualmente engajado nas atividades, de modo que possa direcionar e estimular os estudantes da melhor maneira possível, oferecendo o suporte necessário durante a realização dos debates.

Ainda assim, a estratégia teve seus pontos críticos. Mesmo com a discussão entre os pares, foi possível identificar um grau elevado de dificuldade na resolução das questões. Contudo, as dificuldades encontradas apontam que existem lacunas no conhecimento prévio dos estudantes, que certamente os ajudariam a resolver de maneira mais eficiente as questões propostas pelo professor. Além disso, vale ressaltar que existem problemas mais profundos que acabam dificultando que o estudante possa se dedicar de maneira exclusiva aos estudos.

Cerca de um terço dos estudantes precisam se desdobrar entre as atividades escolares e o trabalho informal. Outros alunos possuem dificuldades para chegar até a escola, pois como são da zona rural, em época de chuva o transporte escolar não consegue chegar até a residência dele, o que acaba acarretando num alto índice de faltas e, conseqüentemente, em lacunas no seu aprendizado. O pouco tempo dedicado aos estudos fora do ambiente escolar, aliado a falta de um local exclusivo para estudar também são fatores a serem levados em consideração frente aos

resultados obtidos. Ainda assim, foi possível constatar que o *Peer Instruction* tornou a aula mais organizada para o professor e estimulante para os alunos.

Dessa forma, acreditamos que os resultados obtidos durante a aplicação dessa atividade são satisfatórios, confirmando os resultados encontrados durante o levantamento bibliográfico, pois a metodologia foi capaz de engajar de maneira constante os alunos e o professor, quebrando a monotonia de uma aula tradicional. Esperamos também que este trabalho possa influenciar e motivar outros docentes a implementarem a metodologia *Peer Instruction* não só nas aulas de Química, mas também nas demais disciplinas que compõem as Ciências da Natureza, pois é de suma importância que os professores possam compartilhar suas experiências, de modo que possamos adaptar de maneira mais eficaz os Testes Conceituais aos conteúdos que serão ministrados, potencializando os pontos positivos que a metodologia carrega consigo. Não existe uma fórmula ideal para a aplicação das metodologias ativas em sala de aula, mas defendemos a necessidade de modificar a dinâmica tradicional de ensino, para que tenhamos mais professores investigadores, preocupados com a sua prática docente e com o nível de aprendizado dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Bernardo; CORREIA, Walter; CAMPOS, Fábio. Uso da escala likert na análise de jogos. **Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais**, v. 7, n. 2, 2011.
- ALAGOAS. Referencial Curricular de Alagoas. Secretaria Estadual de Educação, 2023.
- AMORIM, Viviam Cicarini de Souza. Estatística descritiva: breve histórico, conceitos e exemplos aplicáveis no ensino médio. 2014.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ATKINS, Peter; DE PAULA, Julio. Físico-Química. [SI]. 2012.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BELETATO, Chiara Kerolaine; BRITO, Carlos Alexandre Felício. Contribuição do peer instrução na compreensão do conhecimento nas aulas de morfologia para os alunos de Medicina. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 10, pág.1-11, 2022.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas, Londrina**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BERNARDES, Thaygra Severo et al. 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, n. 1, 2019.
- BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; ALBINO, João Pedro. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de estudos em educação**, p. 205-214, 2017.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação e inovação (em educação). **Pesquisar para mudar (a educação)**. Funchal: Universidade da Madeira, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. BNCC – **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRIGO, Carla Marinice Bonhardt. Hormônios sexuais e química: uma proposta para o ensino de química orgânica. 2021.
- BRIZOLA, Jairo; FANTIN, Nádia. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, 2016.
- CAMPAGNOLO, Rodrigo et al. Uso da abordagem Peer Instruction como metodologia ativa de aprendizagem: um relato de experiência. **Revista Signos**, v. 35, n. 2, 2014.
- CANTINI, Marcos César et al. O desafio do professor frente as novas tecnologias. In: **Congresso Nacional de Educação**. 2006. p. 875-883.
- CAPELLATO, Patricia; RIBEIRO, Larissa Mayra Silva; SACHS, Daniela. Metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem utilizando seminários como ferramentas educacionais no componente curricular química geral. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. e50861090, 2019.

CARVALHO, Paulo Simeão. A INTERATIVIDADE E O PAPEL DA PEER INSTRUCTION NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 3, p. 95-108, 2018.

CASTELLS, Manuel. A era da informação: a sociedade em rede. **São Paulo: Paz e Terra**, 2007.

CASTRO, Pablo Micael Araújo; FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu. Representações sociais de calor por estudantes de graduação em química. **Química nova na escola**, v. 37, n. 1, p. 26-34, 2015.

COSTA, Adriano César Jerônimo da. **Ensino híbrido em foco: estratégias para o ensino de funções orgânicas oxigenadas**. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

COSTA, Fernando Albuquerque et al. Repensar as TIC na educação. **O professor como agente transformador**. Lisboa: Santillana, 2012.

CUMMINGS, Karen; ROBERTS, Stephen G. A study of peer instruction methods with high school physics students. In: **AIP Conference Proceedings**. American Institute of Physics, 2008. p. 103-106.

DA FROTA, Maria Elza Soares; SALES, Elaine Cristina do Nascimento Sousa. A importância dos materiais didáticos como facilitadores no processo ensino-aprendizagem de Física. **Revista docentes**, v. 4, n. 8, 2019.

DA SILVA, Hugo Ricardo Aquino Sousa; TREVISAN, Dayana; BARBOSA, Cleudiane Lima. Aplicação do método de ensino peer instruction no curso de engenharia civil em disciplinas de cálculo estrutural. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 1, p. 295-305, 2019.

DE ASSIS SOUZA, Vinicius Catao et al. Os desafios da energia no contexto da termoquímica: modelando uma nova idéia para aquecer o ensino de química. 2007.

DE CASTRO BARROS, Haroldo Lúcio. Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma Visão Atômico-Molecular. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 241-245, 2009.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DUTRA, Alessandra et al. Uso do peer instruction na aprendizagem de conteúdos de química: contribuições preliminares. **Ciência em tela**, v. 12, n. 2, p. 1-10, 2019.

FERREIRA, Hugo Alves et al. A metodologia peer instruction como instrumento no processo de ensino-aprendizagem de química. 2023.

FERREIRA, M. C.; GOMES, A. R. A. N.; RODRIGUES, A. K. F.; BATISTA, E. S. O ensino médio brasileiro: um relato de experiência sobre a formação continuada de professores. Anais. In: IV Congresso Nacional de Educação. João Pessoa – PB, 2017.

FINN, Jeremy D.; ZIMMER, Kayla S. Student engagement: What is it? Why does it matter?. In: **Handbook of research on student engagement**. Boston, MA: Springer US, 2012. p. 97-131.

FREDRICKS, Jennifer A. et al. Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. **Learning and Instruction**, v. 43, p. 5-15, 2016.

FREDRICKS, Jennifer A.; BLUMENFELD, Phyllis C.; PARIS, Alison H. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. **Review of educational research**, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. **Obra digitalizada, formatada e revisada pelo Coletivo Sabotagem**, 2013.

GAMA, Rayane Santos et al. Metodologias para o ensino de química: o tradicionalismo do ensino disciplinador e a necessidade de implementação de metodologias ativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.

GANDA, Danielle Ribeiro; BORUCHOVITCH, Evely. Intervenção em autorregulação da aprendizagem com alunos do Ensino Superior: análise da produção científica. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 10, n. 3, p. 03-25, 2019.

GARCIA, Ana Luiza Casasanta; HALMENSCHLAGER, Karine Raquiel; BRICK, Elizandro Maurício. DESINTERESSE ESCOLAR: Um Estudo Sobre o Tema a Partir de Teses e Dissertações. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 114, p. 280-300, 2021.

GARCIA, Thiago AV; SALGADO, Tania DM. Termoquímica em Quadrinhos: Uma Ferramenta Didática para o Ensino de Conceitos Químicos no Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**,

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Alexandra Joca; CUNHA, Joana Laysa Lima; SALES, Gilvandenys Leite. Concepção do Fórum P&R LV: avaliação formativa da aprendizagem. **RENOTE**, v. 14, n. 1, 2016.

GUAITA, Renata Isabelle; GONÇALVES, Fábio Peres. Experimentação articulada às tecnologias digitais de informação: problematizações de conhecimentos e formação de professores de Química. **Química Nova**, v. 45, p. 474-483, 2022.

HIGGINS, J. P. T., & GREEN, S. (editors). (2011). **Cochrane Handbook of Systematic Reviews of Intervention**. Version 5.1.0. London: The Cochrane Collaboration.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: Alunos engajados-Análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 63-81, 2011.

JUNIOR, David Pereira Faraum; CIRINO, Marcelo Maia. A Utilização das TIC no Ensino de Química durante a Formação Inicial. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 102-113, 2016.

KIELT, Everton Donizetti; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; MIQUELIN, Awdry Feisser. Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer Instruction. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 2017.

LASRY, Nathaniel; MAZUR, Eric; WATKINS, Jessica. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. **American journal of Physics**, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, 2008.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias digitais e metodologias ativas: quais são conhecidas pelos professores e quais são possíveis na educação?. **VIDYA**, v. 41, n. 1, p. 185-202, 2021.

LEITE, Bruno. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista internacional de educação superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

LIMA, Évile Silva de. O método Instrução por Colegas como estratégia didática na unidade de ensino potencialmente significativa: estudo de caso numa escola da rede pública. 2020.

LINNENBRINK-GARCIA, Lisa; ROGAT, Toni Kempler; KOSKEY, Kristin LK. Affect and engagement during small group instruction. **Contemporary Educational Psychology**, v. 36, n. 1, p. 13-24, 2011.

LOURENÇO, Rafael Willian de; ALVES, Janaína Gonçalves de Souza; SILVA, Ana Paula Rodrigues da. Por uma aprendizagem significativa: metodologias ativas para experimentação nas aulas de ciências e química no Ensino Fundamental II e Médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 35037-35045, 2021.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; LORETO, Elgion Lucio da Silva. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MACHADO, Adriano Silveira. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MACHADO, Dioni de Mello. Proposta de uma sequência didática para o ensino da termoquímica no contexto da aprendizagem significativa. 2021.

MACHADO, Fabiana et al. Peer instruction e just-in-time teaching e suas atribuições ao ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, 2020.

MATTAR, João. Games em educação: como os nativos digitais aprendem. 2010.

MAZUR, E, & SOMERS, M. D. Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 253. 1997.

MELO, Daniela da Silva. Profissão docente: um estudo sobre a desvalorização/valorização da Carreira. **Trabalho apresentado na II Jornada Baiana de Pedagogia**, v. 26, 2015.

MORAES, Luiza Dumont de Miranda; CARVALHO, Regina Simplício; NEVES, Álvaro José Magalhães. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

MORAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MORIN, Edgar. **La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento**. Siglo XXI Editores México, 2020.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, p. 273-283, 2000.

NÉBIAS, Cleide. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 3, p. 133-140, 1999.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

OLIVEIRA, Maria Angélica Figueiredo et al. Aplicação do método Peer Instruction no ensino de Algoritmos e programação de computadores. **Renote**, v. 15, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, R. J. D.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 19-22, novembro 1998.

PAIXÃO, Maria do Socorro Santos Leal; FERRO, Maria da Glória Duarte. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. **Psicologia da educação: teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão**, v. 2, p. 81-115, 2009.

PASSERI, Silvia Maria Rice para Ronchim; MAZUR, Eric. Sessões de feedback baseadas em instruções de pares melhoram a retenção de conhecimento em estudantes de medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, p. 155-162, 2019.

PAULETTI, Fabiana. Entraves ao ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 8, p. 98-107, 2017.

PEREIRA, Leonardo Romão et al. O uso da tecnologia na educação, priorizando a tecnologia móvel. **Acesso em**, v. 16, 2012.

PEREIRA, Walysson Gomes; NASCIMENTO, Rogério José Melo; DO NASCIMENTO, Tássio Lessa. Uso da metodologia ativa instrução por pares assistida pelo aplicativo Plickers: uma experiência no Ensino de Química. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021018, 2021.

PONTES, A. N. et al. Conteúdos previstos versus conteúdos ministrados: a física no ensino médio. **XXV ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE**, 2007.

POZO, Juan Ignacio. 9 – **A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento**. 2004.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 2009.

PRENSKY, Marc. The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. **On the horizon**, v. 10, n. 1, p. 5-11, 2002.

REZZADORI, Cristiane B. Dal Bosco; DA CUNHA, Márcia Borin. Produção de material didático: uma proposta para química ambiental na escola. **Varia Scientia**, v. 5, n. 9, p. 177-188.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, p. 1-10, 2016.

SANTOS, Aldenor Gomes; NETO, Astério Ribeiro Pessoa; FRAGOSO, Heitor Cordeiro. Método das aulas dinâmicas: uma aplicação no ensino de química. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 1, p. 529-538, 2019.

SANTOS, Anderson Oliveira et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.

- SANTOS, WLP dos et al. Química e sociedade. **São Paulo: Nova Geração**, p. 1-20, 2005.
- SAPIÚBA, Joelson Sandes. Influência do tempo de estudo no rendimento do aluno universitário. **Revista Fundamentos**, v. 2, n. 2, 2015.
- SCHMITT, Miguel Ângelo. Ação-Reflexão-Ação: A Prática Reflexiva como elemento transformador do cotidiano educativo. **Protestantismo em Revista**, v. 25, p. 59-65, 2011.
- SCHUARTZ, Antonio Sandro; SARMENTO, Helder Boska de Moraes. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista katálysis**, v. 23, p. 429-438, 2020.
- SERAFIM, Maria Lúcia; SOUSA, Robson P. Multimídia na educação: o vídeo digital integrado ao contexto escolar. **Tecnologias digitais na educação**, p. 19-50, 2011.
- SILVA, Chayene Cristina Santos Carvalho da; SOUSA TEIXEIRA, Cenidalva Miranda de. O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 70070-70079, 2020.
- SILVA, Diego de Oliveira; SALES, Gilvandenys Leite; DE CASTRO, Juscileide Braga. A utilização do aplicativo Plickers como ferramenta na implementação da metodologia Peer Instruction. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, 2018.
- SILVA, Fernando César et al. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, 2021.
- SILVA, Francisca Aliny Nunes. Uso da metodologia Peer Instruction no ensino de teoria atômica. 2019.
- SILVA, Francisca da; SALES, Luciano Leal de Moraes; SILVA, Maria das Neves da. O uso de metodologias alternativas no ensino de química: um estudo de caso com discentes do 1º ano do ensino médio no município de Cajazeiras-PB. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 2, n. 2.0, 2019.
- SILVA, Wander Augusto. Evasão escolar no ensino médio no Brasil. **Educação em foco**, v. 19, n. 29, p. 13-34, 2016.
- SIQUEIRA, A. M. de O., FEIJÓ, A. L. M. F., PRATES, L. H. F., e PEREIRA, G. M. da C. Estilos de Aprendizagem e Estratégias de Ensino em Engenharia Química. In XI LACCEI *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (pp. 1–9). Cancun, Mexico. 2013.
- SOUSA JÚNIOR, Sousa et al. Reflexões sobre o ensino de termoquímica no ensino médio a partir da análise de artigos da Química Nova na Escola. 2020.
- SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2008.
- SOUZA, Luan D. De et al. Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma Breve Revisão das Categorias e Ferramentas Disponíveis. **Revista Virtual de Química, [S.I.]**, v. 13, n.3, pág. 713-746, 2021.
- TOLOMEI, Bianca Vargas. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em foco**, v. 7, n. 2, 2017.

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, p. 26-44, 2018.

ZIMMERMAN, Barry J.; SCHUNK, Dale H.; DIBENEDETTO, Maria K. A personal agency view of self-regulated learning. **Self-concept, motivation and identity: Underpinning success with research and practice**, v. 83, 2015.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMOQUÍMICA

ANTÔNIO VICTTOR ALVES DE QUEIROZ

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

É com imenso prazer que apresentamos esta proposta de Sequência Didática (SD) como produto de uma dissertação de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Neste trabalho, você encontrará uma estratégia de ensino pautada pela metodologia ativa *Peer Instruction* (PI), que poderá auxiliá-lo no ensino dos conceitos mais importantes de Termoquímica.

A SD tem seis aulas que poderão ser desenvolvidas em quatro encontros (se as aulas forem separadas), ou dois encontros (caso as aulas sejam geminadas) cada um deles com 50 minutos para cada período. Lembre-se que as aulas poderão (e deverão) ser adaptadas conforme o seu grupo de estudantes do Ensino Médio e a sua realidade de sala de aula. As atividades nesta SD são simples e de fácil aplicação, norteadas sendo destinado ao professor o papel de organizar, orientar e auxiliar os estudantes durante cada etapa.

Destinamos a aplicação desta SD para turmas do segundo ano do Ensino Médio e apresenta em sua estrutura os seguintes conceitos: calor e temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos e entalpia e variação de entalpia. Esperamos que esta SD possa contribuir e enriquecer sua prática docente, de modo que seus alunos tenham suas dúvidas esclarecidas sobre os conceitos relacionados a Termoquímica.

CONHECENDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Peer Instruction (ou Instrução por Pares, em português) é uma metodologia de ensino interativa desenvolvida por Eric Mazur na década de 1990, inicialmente aplicada em cursos de física na Universidade de Harvard. Essa abordagem tem como objetivo promover uma aprendizagem ativa e profunda, incentivando os alunos a se envolverem mais intensamente no processo de aprendizagem. Mazur (1997) pautava suas ideias nos seguintes pontos:

1. Pré-leitura: Antes da aula, os alunos deverão ser instruídos a ler o material relacionado ao tema que será abordado, de modo a prepara-los para participarem ativamente da aula.

2. Questões Conceituais: Durante a aula, o professor fará breves explicações do conteúdo para que, em seguida, aplique os chamados Testes Conceituais (TC). Essas questões devem ser pensadas para testar o nível de compreensão dos estudantes sobre determinado conceito. Além disso, devem apresentar um nível de dificuldade adequado para a aula, não sendo nem muito fácil, nem tão difícil a ponto de desmotivar o estudante de participar da atividade.

3. Resposta individual: Os alunos respondem individualmente às questões usando um sistema de votação (como clickers, aplicativos de celular, ou cartões de resposta). Essa etapa permite ao professor avaliar o nível de compreensão dos alunos. Nesta SD, utilizamos o aplicativo Plickers como instrumento de coleta das respostas dos alunos.

4. Discussão entre os colegas: Após a resposta individual, os alunos são incentivados a discutir suas respostas com seus colegas, formando pequenos grupos ou pares. Essa discussão permite que os alunos expliquem seus raciocínios uns aos outros, promovendo uma maior compreensão dos conceitos.

5. Resposta Revisada: Após a discussão, os alunos respondem novamente à mesma questão. Geralmente, a taxa de acerto aumenta significativamente nesta segunda resposta, indicando que a discussão em pares ajudou a clarificar os conceitos.

6. Feedback e Explicação: O professor revisa as respostas e fornece feedback imediato, abordando as respostas corretas e explicando os conceitos em mais detalhes, se necessário.

7. Ciclo Repetitivo: Esse processo é repetido ao longo da aula, cobrindo diferentes conceitos e questões.

A metodologia Peer Instruction incentiva os alunos a participarem de maneira ativa do processo de aprendizagem, ao invés de serem apenas receptores das informações transmitidas pelo professor. Por meio da discussão com os seus colegas, os alunos poderão desenvolver habilidades de comunicação, argumentação e raciocínio lógico podem superar mal-entendidos e consolidar sua compreensão dos conceitos, aprendendo a exporem suas ideias de maneira clara e concisa, considerando os mais variados pontos de vista.

A interação frequente e a necessidade de explicar os conceitos aos colegas mantêm os alunos mais engajados durante as aulas. Esse engajamento contínuo pode levar a uma melhor retenção de informações, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz. Além disso, a estratégia possui um feedback imediato, tanto para o aluno, assim como para o professor. Os alunos recebem uma indicação imediata sobre sua compreensão dos conceitos, enquanto os professores podem identificar áreas onde os alunos estão tendo dificuldades e ajustar suas abordagens de ensino em tempo real.

A metodologia Peer Instruction promove um ambiente de aprendizagem colaborativo onde todos os alunos têm a oportunidade de participar e contribuir. Isso pode ser especialmente benéfico para alunos que podem ser mais tímidos ou relutantes em falar em um ambiente tradicional de sala de aula. Essa abordagem tem sido amplamente adotada em diversas disciplinas e contextos educacionais, mostrando-se eficaz em melhorar o aprendizado e o engajamento dos alunos.



Feedback Imediato: O Plickers fornece feedback imediato ao professor, mostrando quais alunos responderam corretamente e quais não responderam. Isso permite que o professor ajuste o ensino em tempo real.

Relatórios e Análise de Dados: O aplicativo armazena os dados das respostas, permitindo que o professor analise o desempenho dos alunos ao longo do tempo e identifique áreas onde podem haver dificuldades.

O Plickers oferece uma série de benefícios significativos para a sala de aula. Um dos principais é a acessibilidade, pois não exige que os alunos possuam dispositivos eletrônicos. Isso torna o Plickers uma ferramenta inclusiva, ideal para ambientes onde o acesso à tecnologia é limitado. Além disso, ao permitir a participação ativa dos alunos nas avaliações, o Plickers aumenta o engajamento e a motivação, contribuindo para uma experiência de aprendizado mais dinâmica e envolvente.

A facilidade de uso é outra vantagem importante. O processo de configuração e utilização do Plickers é simples e direto, permitindo que os professores o integrem facilmente em suas aulas sem necessidade de treinamento extenso ou recursos adicionais. Essa simplicidade é particularmente benéfica para avaliações formativas, onde a coleta rápida e eficiente de dados é crucial para monitorar o progresso dos alunos e ajustar a instrução conforme necessário.

Outro benefício significativo é o feedback imediato fornecido pelo Plickers. O aplicativo permite que os professores vejam instantaneamente quais alunos

responderam corretamente e quais não responderam, possibilitando ajustes em tempo real na abordagem de ensino. Essa capacidade de adaptação rápida pode melhorar significativamente a eficácia do ensino e ajudar a garantir que todos os alunos compreendam o material.

Além disso, o Plickers promove a inclusão na sala de aula ao permitir que todos os alunos participem das avaliações, independentemente de terem ou não dispositivos caros. Isso contribui para um ambiente de aprendizado mais equitativo, onde todos têm a oportunidade de participar e demonstrar sua compreensão do material.

Utilizar o Plickers na sala de aula envolve alguns passos simples que vão desde a configuração inicial até a coleta e análise das respostas dos alunos. Aqui está um guia passo a passo:

1. Configuração inicial: criar uma conta

Para começar, precisamos acessar o site www.plickers.com. Para criar sua conta, existem duas opções (e ambas são super fáceis): Você poderá inserir, pelo modo tradicional, nome, sobrenome, e-mail e senha ou utilizando suas informações da conta Google. Depois de criar, pronto. Já pode iniciar a utilização.

2. Preparação:

- Imprimir os cartões Plickers: Faça o download e imprima os cartões Plickers a partir do site. Cada cartão possui um código QR único com diferentes opções de resposta (A, B, C, D)
- No site do Plickers, crie suas turmas e adicione os alunos. Isso permitirá associar cada cartão a um aluno específico.
- No site, crie as perguntas que você deseja fazer durante a aula. As perguntas podem ser de múltipla escolha ou verdadeiro/falso.

3. Durante a aula:

- Distribua os cartões Plickers aos alunos. Cada aluno deve receber um cartão específico que estará associado ao seu nome na plataforma;
- Use um projetor ou quadro branco para exibir as perguntas para toda a turma.
- Peça aos alunos que segurem seus cartões com a opção de resposta desejada

(A, B, C ou D) voltada para cima.

4. Escaneamento das respostas:

- Abra o aplicativo Plickers em seu dispositivo móvel e selecione a turma correta;
- Use a câmera do seu dispositivo para escanear os cartões dos alunos. O aplicativo reconhecerá automaticamente os códigos QR e registrará as respostas;
- O aplicativo mostrará instantaneamente um resumo das respostas, permitindo que você veja quais alunos responderam corretamente e quais não responderam.

5. Análise e resultados:

- Discuta os resultados com a turma, explicando as respostas corretas e abordando quaisquer dúvidas ou mal-entendidos;
- No site do Plickers, você pode acessar relatórios detalhados sobre o desempenho dos alunos, permitindo identificar áreas onde os alunos estão tendo dificuldades;
- Use os dados coletados para ajustar suas estratégias de ensino e focar em áreas que necessitam de mais atenção.

Em resumo, o Plickers é uma ferramenta poderosa que combina acessibilidade, engajamento, facilidade de uso, feedback imediato e inclusão para melhorar a experiência de aprendizado tanto para alunos quanto para professores.

AULA 1: CONCEITOS PRÉVIOS RELACIONADOS A CALOR E TEMPERATURA

Tópicos relacionados ao calor e temperatura

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender o conceito de calor e temperatura;
- Identificar a diferença entre calor e temperatura;
- Compreender e diferenciar os processos endotérmicos e exotérmicos.

Desenvolvimento

1º momento: orientações para a realização da atividade (10 minutos)

Neste primeiro momento, o professor deverá pedir aos estudantes que se separem em duplas ou trios, de modo que o momento da discussão ocorra com mais fluidez. Em seguida, entregará os cartões Plickers para cada estudante. Como será a primeira vez que a ferramenta será utilizada, é importante que o professor explique como as respostas deverão ser sinalizadas pelos alunos. A resposta do aluno é dada a medida em que ele posiciona a letra que corresponde a alternativa correta para cima. Em seguida, o professor utiliza o aplicativo em seu smartphone ou tablet e fará a leitura das respostas sinalizadas pelos estudantes.

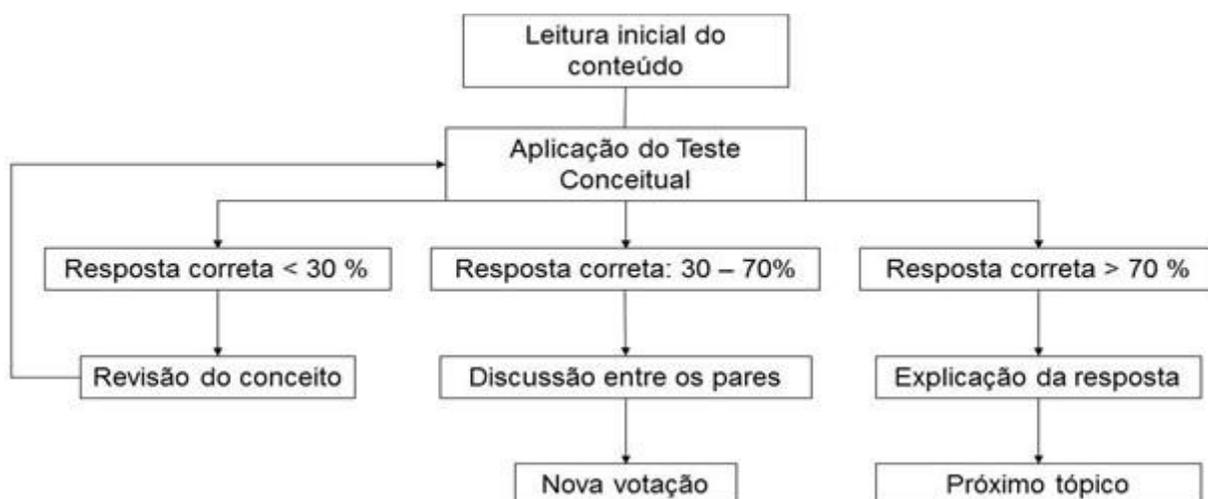
2º momento: aula expositiva dialogada (15 minutos)

Inicie a aula introduzindo os conceitos de calor e temperatura¹, destacando sua importância no cotidiano e em fenômenos naturais. Por exemplo, discuta como a temperatura afeta o clima e como o calor é transferido em diferentes situações e como ele influencia no estado físico das substâncias. Explique o conteúdo de forma clara e concisa, diferenciando que calor é “a energia transferida entre corpos devido à diferença de temperatura”, enquanto que temperatura é “a medida do grau de agitação das partículas em uma substância”. O professor poderá utilizar analogias do cotidiano, como a medida de temperatura corporal com um termômetro, ou a transferência de calor ao segurarmos uma xícara quente de café. Após o fim da explanação, o professor deverá aplicar os Testes Conceituais.

3º momento: aplicação dos Testes Conceituais (25 minutos)

Neste momento da atividade, o professor deverá exibir os Testes Conceituais para os estudantes, com o auxílio de um projetor ou uma TV, para que os alunos

possam visualizar as questões. É interessante que, durante o momento de resposta individual, o professor separe de 2 a 3 minutos para que os alunos possam responder à questão. Após coletar as respostas, o professor deverá analisar rapidamente a taxa de acertos obtidas para proceder com a metodologia Peer Instruction de acordo com as ideias elaboradas por Mazur (1997). Observe o esquema a seguir:



Ao fim das possíveis discussões entre os colegas, o professor deverá dar prosseguimento a aula.

4º momento: processos endotérmicos e exotérmicos - aula expositiva dialogada (15 minutos)

O professor poderá iniciar o momento da aula questionando os alunos com alguma pergunta relacionada ao tema. Por exemplo: “Por que sentimos frio ao sair de uma piscina em um dia quente”. De acordo com as respostas obtidas, o professor poderá realizar uma discussão com os alunos, fazendo as devidas intervenções para que os alunos possam relacionar como as mudanças de estado físico estão relacionadas com os processos de absorção e liberação de energia.

5º momento: identificação de processos endotérmicos e exotérmicos (30 minutos)

Objetivos: os alunos deverão analisar alguns processos endotérmicos e exotérmicos por meio da dissolução de determinadas substâncias.

Materiais para cada grupo:

- 3 béqueres de 100 mL;
- Termômetro;

- Espátulas (ou colheres);
- Bastões de vidro;
- 1 proveta de 50 mL;
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ureia;
- Água.

Procedimento:

Atividade 1: Dissolução do NaOH.

Em um béquer de 100 mL, adicione 40 mL de água. Com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote o valor obtido.

Com o auxílio da espátula, adicione uma pequena quantidade de NaOH na água e agite. Meça a temperatura da solução e anote o valor obtido.

Pergunta: qual foi o valor da variação de temperatura?

Atividade 2: Dissolução da ureia.

Em um béquer de 100 mL, adicione 40 mL de água. Com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água e anote o valor obtido.

Com o auxílio da espátula, adicione uma pequena quantidade de ureia na água e agite. Meça a temperatura da solução e anote o valor obtido.

Pergunta: qual foi o valor da variação de temperatura?

O professor pedirá que os estudantes produzam um relatório de modo que eles descrevem o que aconteceu em cada atividade, caracterizando qual processo é endotérmico ou exotérmico.

5º momento: conclusão e apontamentos para a próxima aula (10 minutos)

O professor deverá dar as devidas orientações de estudos para os conteúdos que serão vivenciados na próxima aula: conceitos de entalpia e variação de entalpia.

AULA 2 – ESTUDO DA TERMOQUÍMICA

Entalpia e variação de entalpia

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender o conceito de entalpia e variação de entalpia;
- Relacionar o conceito de entalpia com os processos endotérmicos e exotérmicos.

1º momento: aula expositiva dialogada (15 minutos)

O professor deverá introduzir o conceito de entalpia, sua importância e aplicação em processos químicos, conceituando que a entalpia nos ajuda a entender quanta energia está contida em um sistema e como essa energia pode ser trocada com o ambiente durante uma reação química. Utilize gráficos e diagramas que ilustrem a variação de entalpia.

2º momento: aplicação dos Testes Conceituais (25 minutos)

Neste momento da atividade, o professor deverá exibir os Testes Conceituais para os estudantes, com o auxílio de um projetor ou uma TV, para que os alunos possam visualizar as questões. Professor, caso haja alguma dúvida na aplicação dos Testes Conceituais, revise o tópico que foi melhor descrito na Aula 1 deste material.

3º momento: aula experimental – determinação da entalpia de decomposição da água oxigenada (40 minutos)

A experiência a seguir é um meio de determinar a entalpia de decomposição da água oxigenada (solução aquosa de peróxido de hidrogênio) – H_2O_2 . Para tal será construído um calorímetro com material de baixo custo e fácil aquisição.

Materiais e reagentes

- 1 frasco de 100 mL de água oxigenada 10 volumes;
- Recipiente de isopor utilizado para manter a temperatura (ex: um porta-lata de bebidas e copos);
- Termômetro;
- 1 colher de chá de fermento biológico.

Procedimento

- Faça dois pequenos furos na tampa do recipiente de isopor, sendo que um deve ficar no meio. No furo no centro da tampa passe o termômetro. O outro furo destina-se à saída do gás oxigênio formado na reação de decomposição da água oxigenada para, assim, manter a pressão do sistema constante;
- Coloque a água oxigenada dentro do recipiente e tampe-o imediatamente. O termômetro deve ficar bem mergulhado na água oxigenada;
- Meça a temperatura inicial;
- Adicione o fermento biológico;
- Agite um pouco para que o fermento misture bem com a água oxigenada;
- Quando a temperatura atingir um valor máximo, ficando estável, anote e considere como a temperatura final do processo.

Resultados e discussão

O professor pode pedir que os alunos calculem a quantidade de calor transferido para a solução. Para tal, a densidade e o calor específico da solução podem ser considerados iguais aos da água, que são 1,0 g/mL e 4,18 J.°C⁻¹.g⁻¹. Essas aproximações são possíveis porque a água oxigenada de 10 volumes é uma solução aquosa que contém apenas 3% m/V de peróxido de hidrogênio. Assim, o erro será desprezível para a finalidade dessa experiência.

A fórmula da quantidade de calor Q absorvida depende da massa m da variação da temperatura Δt e do calor específico c do material:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

A massa pode ser descoberta por meio da fórmula da densidade: $d = m/v$

$$m = d \times v$$

$$m = (1,0 \text{ g/mL}) \times 100 \text{ mL}$$

$$m = 100 \text{ g}$$

Substituindo os valores na fórmula da quantidade de calor, temos: $Q = (100\text{g}) \times (4,18 \text{ J} \times \text{°C}^{-1} \times \text{g}^{-1}) \times \Delta t$

A variação da temperatura é a diferença entre a temperatura final que os alunos mediram e a temperatura inicial da água oxigenada: $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$. Dessa forma, os alunos poderão encontrar valores bem razoáveis diante dos indicados pela literatura.

4º momento: avaliação da Sequência Didática (20 minutos)

O professor deverá abrir um espaço para que os estudantes possam debater e sobre a aplicação da Sequência Didática, de modo que seja possível analisar as impressões dos estudantes sobre o que foi vivenciado. Para isso, o professor deverá elaborar um questionário de opinião com perguntas abertas e fechadas para que os dados sejam coletados e analisados. Abaixo, segue exemplo de um questionário de opinião:

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

As questões a seguir dizem respeito a avaliação da efetividade das metodologias de ensino que foram utilizadas para o ensino de Química (em específico o conteúdo de Termoquímica). Você deve marcar com um "X" a opção que melhor representa sua opinião, além de fazer comentários quando julgar pertinente.

Questão 1: O conteúdo de Química foi trabalhado de maneira diferente, por meio de novas metodologias de ensino. Qual a sua avaliação a respeito dessas novas metodologias quando comparada à anterior?

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 2: Como você avalia o seu nível de aprendizado em relação ao conteúdo de Termoquímica:

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 3: Durante a aplicação das metodologias, foram utilizados diversos recursos (slides, textos, experimentos, etc.) Na sua opinião, o uso desses materiais contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo?

- a) Concordo totalmente.
- b) Concordo.
- c) Indiferente.
- d) Discordo.
- e) Discordo totalmente.

Comentários:

Questão 4: Durante a aula foram realizados alguns Testes Conceituais e um sistema de votação por meio de QR Codes foi utilizado pelo professor para coletar as respostas. Como você avalia a utilização dessa ferramenta, em comparação com outros tipos de votação?

- a) Muito boa.
- b) Boa.
- c) Indiferente.
- d) Ruim.
- e) Péssima.

Comentários:

Questão 5: Qual o grau de importância que você daria para as discussões que ocorreram em dupla durante os Testes Conceituais?

- a) Muito importante.
- b) Importante.
- c) Mediana.
- d) Às vezes é importante.
- e) Não é nada importante.

Comentários:

MATERIAIS DE APOIO

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia Barrientos. Química: ensino médio. 1. ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química: ensino médio. 3. ed. v. 1. São Paulo: Scipione, 2016.

Calorimetria: como fazer um calorímetro caseiro. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=PywPQTjwwHo>>.

Experimento: reações químicas endotérmicas e exotérmicas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3ms70x5_V-g>.