

## USO DA METODOLOGIA ATIVA INSTRUÇÃO POR PARES ASSISTIDA PELO APLICATIVO PLICKERS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA

WALYSSON GOMES PEREIRA<sup>1</sup>, ROGÉRIO JOSÉ MELO NASCIMENTO<sup>1</sup>, TÁSSIO LESSA DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN  
<walysson.pereira@ifce.edu.br>, <rogeriojose099@gmail.com>, <tassio.lessa@ifrn.edu.br>  
DOI: 10.21439/conexoes.v15i0.2078

**Resumo.** É cada vez mais evidente que o ensino tradicional é ineficaz para formar cidadãos com as competências e habilidades necessárias para o século XXI. Por outro lado, as metodologias ativas emergem como abordagens potencializadoras da autonomia dos estudantes, promovendo a comunicabilidade, a colaboratividade, a criticidade e a criatividade dos discentes. Entre a miríade de possibilidades disponíveis, a Instrução por Pares se destaca como uma das mais bem sucedidas metodologias ativas no ensino de ciências da natureza, notadamente em física. Contudo, existem poucos relatos na literatura com uso desta metodologia aplicada ao ensino de química, principalmente no Brasil. Deste modo, o presente trabalho objetivou promover uma experiência em sala de aula utilizando a Instrução por Pares, associada ao uso do aplicativo *Plickers*, em uma turma de segundo ano do ensino médio acerca do conteúdo “Destilação do Petróleo e Obtenção de Derivados”. Do ponto de vista qualitativo, a Instrução por Pares promoveu um maior engajamento da turma, bem como incrementou a colaboratividade e a comunicabilidade entre os estudantes. Do ponto de vista quantitativo, o uso da metodologia de Instrução por Pares na aula de química promoveu valores de ganho de Hake moderados ou altos, compatíveis ou superiores àqueles reportados na literatura para turmas de outras disciplinas. O sucesso da metodologia está provavelmente associado ao uso sinérgico com a metodologia de Ensino sob Medida. Conclui-se que a Instrução por Pares possui resultados de ganho de aprendizagem satisfatórios no ensino de química, ainda no ensino médio.

**Palavras-chaves:** Metodologias Ativas No Ensino de Química. Instrução por Pares. Plickers.

## USE OF THE PEER INSTRUCTION ACTIVE LEARNING ASSISTED BY THE PLICKERS APP: AN EXPERIENCE IN CHEMISTRY TEACHING

**Abstract.** It is increasingly evident that traditional education is ineffective in training citizens with the skills and abilities needed for the 21st century. On the other hand, active learning emerge as approaches that enhance students autonomy, promoting students communicability, collaborativeness, criticality and creativity. Among the myriad of possibilities available, Peer Instruction stands out as one of the most successful active learnings in the teaching of natural sciences, notably in physics. However, there are few reports in the literature using this methodology applied to the teaching of chemistry, mainly in Brazil. In this way, the present work aimed to promote a classroom experience using the Peer Instruction, associated with the use of the Plickers application, in a second year class of high school about the content “Oil Distillation and Obtaining Derivatives”. From a qualitative point of view, Peer Instruction promoted greater class engagement, as well as increased collaboration and communicability among students. From a quantitative point of view, the use of the Peer Instruction methodology in the chemistry class promoted moderate or high Hake gain values, compatible or superior to those reported in the literature for classes in other disciplines. The success of the methodology is probably associated with the synergistic use with the *Just-in-Time* Teaching methodology. This way Peer Instruction has satisfactory learning gain results in teaching chemistry, even in high school.

**Keywords:** Active Learning in Chemistry Teaching. Peer Instruction. Plickers.

## 1 INTRODUÇÃO

A relação ensino-aprendizagem vem sofrendo profundas alterações desde o final do século passado, promovida em grande parte pelo desenvolvimento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Uma vez que os estudantes da atual geração, os denominados nativos digitais, tem acesso as fontes de conhecimento fora das paredes da escola - e do próprio mundo físico, no ciberespaço - o ensino bancário, onde o professor simplesmente transmite o seu conhecimento ao aluno, é cada vez mais claramente ineficaz, uma vez que, por mais *expertise* que o docente tenha sobre os conteúdos específicos que leciona, é bastante improvável que este detenha todas as informações disponíveis na internet sobre um dado conteúdo (TEZANI, 2017).

De modo a corroborar a obsolescência do ensino tradicional, a UNESCO e a Associação Nacional de Educação dos Estados Unidos defendem uma formação estudantil globalizada, transpondo o objetivo da educação do domínio do conteúdo enciclopédico para a aquisição das competências “Quatro Cs”, a saber: comunicabilidade, colaboratividade, criticidade e a criatividade (WUNSCH et al., 2017).

O professor do século XXI tem, deste modo, o desafio de, muito mais do que conhecer profundamente o conteúdo que leciona, ser um gestor do espaço físico (ou virtual) da sala de aula, promovendo condições em que a aprendizagem possa ocorrer (COSME, 2017). Para este fim, precisa conhecer a linguagem do estudante e se apropriar das TDIC, mas, muito além disso, precisa readaptar suas metodologias às competências que pretende desenvolver em seus estudantes. Conforme discutem Wunsch et al. (2017), não se trata de aprender a usar a tecnologia digital, é sobre como criar com novos recursos.

Para este fim, as metodologias ativas de aprendizagem despontam como um caminho promissor que permite um aprendizado global e moderno pelos estudantes, descentralizada do simples monólogo professoral (MORÁN, 2015). Metodologias ativas podem ser compreendidas como estratégias pedagógicas em que o processo de ensino e aprendizagem é centrado no aluno, promovendo o engajamento dos estudantes em sala de aula e uma construção ativa do conhecimento (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017). Nessa perspectiva, o professor deve ser capaz de mediar o processo de ensino e aprendizagem, adaptando o conteúdo a metodologia mais adequada a ser trabalhada em sala de aula e despertando a curiosidade dos estudantes, tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios adquiridos (LARA et al., 2019).

No ensino de química, em específico, são diversas as metodologias ativas que vêm sendo utilizadas com êxito em sala de aula, entre as quais destacam-se: a Aprendizagem Baseada em Problemas (OLIVEIRA et al., 2017; PIERINI, 2015), Aprendizagem Baseada em Jogos (CLEOPHAS; CAVALCANTI, 2020), Jigsaw (FATARELI et al., 2010), a abordagem Predizer, Observar e Explicar – POE (OIAGEN, 2008), Sala de Aula Invertida (DAMIANCE et al., 2019) e o uso de mapas mentais (KRAISIG; BRAIBANTE, 2017).

Contudo, é pouco reportado na literatura científica, especialmente em artigos de periódicos nacionais, relatos de experiências no ensino de química com uso da metodologia Instrução por Pares, IpP (em inglês, *Peer Instruction*), uma das mais bem sucedidas metodologias ativas utilizadas no ensino de ciências da natureza (VICKREY et al., 2015). Müller et al. (2017), em estudo de revisão acerca da implementação da IpP entre os anos de 1991 e 2015, verificaram que grande parte das publicações sobre a metodologia abordam estudos de caso na área das STEM (do inglês, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Contudo, dentro desta área, a subárea da Física (área do saber de criação da IpP) tem larga dominância no número de publicações, seguida das subáreas da matemática e engenharias. No mesmo estudo, quando avaliaram em que nível de ensino a IpP vem sendo mais utilizada, é evidenciado a maior aplicação da metodologia em turmas de graduação, sendo pouco explorada no ensino médio. Os autores atribuem este fato a maior maturidade dos alunos de graduação em relação aos estudantes do ensino básico, bem como que, uma vez a academia sendo o *locus* de trabalho da maioria dos pesquisadores, é neste ambiente onde se desenvolvem estudos científicos.

Entretanto, partindo da premissa Freiriana que ensinar exige pesquisa, as observações citadas anteriormente nos suscitaram alguns questionamentos: Seria a Instrução por Pares uma metodologia pouco aplicável em aulas de química? Estudantes do ensino médio não teriam o grau de autonomia requerido para a utilização da metodologia? É sobre este prisma que o presente trabalho relata uma experiência com estudantes do segundo ano de uma escola de ensino médio-técnico integrado com uso da metodologia Instrução por Pares, assistida pelo aplicativo *Plickers*, acerca do conteúdo “Processo de Destilação do Petróleo e Obtenção de Derivados”. Este escrito se inicia com um breve relato histórico sobre a criação da IpP, seguida de uma explicação sucinta do seu procedimento metodológico. Segue-se ilustrando a potencialidade da ferramenta *Plickers* na efetivação da metodologia ativa aqui estudada. Por fim, será detalhada a metodologia do presente estudo

de caso, bem como serão apresentados e discutidos os principais resultados obtidos neste relato de experiência.

### 1.1 Peer Instruction: Desenvolvimento e Método

A IpP é uma metodologia ativa centrada no estudante na qual se faz uso de testes conceituais (TC) aplicados pelo professor e a posterior discussão entre os estudantes com a finalidade de alcançar êxito na resolução do problema proposto. Esta metodologia foi desenvolvida por Eric Mazur, professor de física na universidade de Havard. Em seu livro *Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa* (MAZUR, 2015), Mazur relata que quando professor da disciplina de Introdução a Física utilizava de metodologias de ensino tradicionais, tal como o uso do quadro branco para demonstrações de equações e resoluções de exercícios, tomando mão de notas de aula.

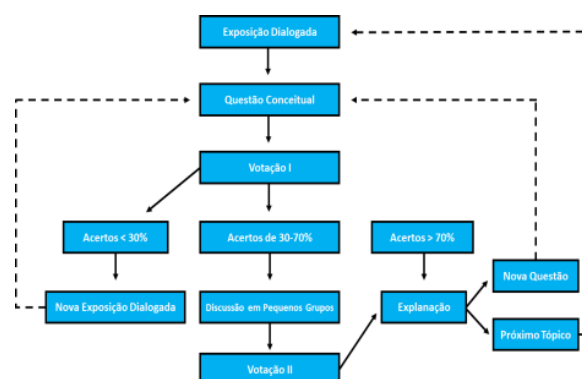
Contudo, foi ao tomar conhecimento do trabalho de Halloun e Hestenes (1985), o qual indicava que o ensino tradicional pouco influenciou sobre o conjunto de crenças e intuições que os estudantes têm sobre os fenômenos físicos, que Mazur passou a questionar seus métodos de ensino. Ao aplicar questões puramente conceituais e questões convencionais em um exame de meio de semestre, Mazur se viu perplexo ao notar que os estudantes foram mais bem sucedidos nas questões quantitativas consideradas difíceis do que nas questões conceituais consideradas fáceis. Assim, observou que seus estudantes tinham o domínio dos algoritmos para resolver determinados problemas quantitativos, mas não obrigatoriamente dominavam os conceitos físicos subjacentes.

Em resposta a tais observações, Mazur desenvolveu a *Peer Instruction* (Instrução por Pares, IpP, no Brasil), uma metodologia que, segundo o seu autor, “explora a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e foca a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento” (MAZUR, 2015). Adicionalmente, uma vez aprimorado os conceitos que fundamentam um dado conteúdo, há aumento no êxito dos estudantes nos próprios problemas convencionais.

A Figura 1 ilustra um fluxograma dos passos a serem aplicados em uma típica aula com a metodologia IpP. Inicialmente, ao invés de o professor passar todo tempo da aula em um monólogo, tem-se uma breve exposição dialogada sobre o conteúdo, o que não deve demandar mais do que dez minutos. Esta deve abordar os pontos chave do assunto, podendo envolver alguma rápida demonstração experimental. A metodologia ativa Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*, em inglês), na qual os estudantes devem ser orientados a fazer estudos prévios do conteúdo e passar ao professor apenas o

*feedback* de suas principais dificuldades, é uma técnica bastante efetiva que complementa a Instrução por Pares (PEDROSO et al., 2019).

Figura 1: Fluxograma indicando as etapas de aplicação da metodologia de Instrução por Pares.



Fonte: Adaptado pelos autores de Lasry (2008).

Em seguida, é apresentado aos estudantes o teste conceitual (questão objetiva com múltipla escolha) e dado um tempo de 2 a 3 minutos para que estes pensem sobre a resposta correta. É fundamental neste momento que o professor se certifique que os alunos façam silêncio absoluto, para garantir que não irão “colar” a resposta inicial dos seus companheiros. Após este período, os estudantes devem indicar suas respostas ao teste conceitual, o que pode ser feito pelo simples levantar de mãos, ou com o uso de *flashcards* ou *clickers* (PEARSON, 2019). Conforme a taxa de acertos observada, a aula terá então diferentes desdobramentos. Caso menos do que 30% dos estudantes tenham êxito em sua resposta, o professor deverá fazer uma nova exposição dialogada, de maneira mais cuidadosa e detalhada, e então repetir o teste conceitual. Caso mais do que 70% da turma indique a afirmativa correta, subentende-se que os estudantes aprenderam os conceitos envolvidos e o professor pode dar continuidade para o teste seguinte. Contudo, se as afirmativas corretas estiverem entre 30 e 70%, a metodologia de Instrução por Pares será efetivamente utilizada, de modo que os estudantes se reunirão em grupos, com não mais do que cinco componentes, e tentarão convencer uns aos outros de que sua resposta é a correta. Geralmente, um tempo não maior do que cinco minutos é o suficiente para essa etapa. Em seguida, os estudantes voltam aos seus lugares e o teste conceitual é novamente aplicado.

O que se observa, de uma maneira geral, é que, após a discussão entre os pares, o número de afirmativas corretas é superior àquelas no momento anterior da discussão. Segundo Mazur, este fato é explicado porque

é mais fácil alguém que está certo convencer quem está errado, usando para isso os argumentos corretos, do que o contrário (MAZUR, 2015). Contudo, um estudo publicado na prestigiada revista *Science* indagou se esse aumento não dever-se-ia simplesmente ao fato de os estudantes tenderem a repetir as respostas dos “melhores alunos” que poderiam estar no seu grupo de discussão (SMITH et al., 2009). No estudo os autores aplicaram um teste conceitual segundo a metodologia ativa de IpP e, em seguida, um novo teste abordando o mesmo conceito anterior, denominado pelos autores de teste isomórfico. Foi observado que, não apenas o número de acertos no teste conceitual aumentou após a IpP, mas também o número de acertos no teste isomórfico, indicando que, de fato, a Instrução por Pares promove um ganho conceitual, corroborando as premissas de Mazur.

## 1.2 Plickers: Obtendo Respostas em Tempo Real

Conforme discutido anteriormente, uma etapa de extrema importância na execução da IpP consiste na aquisição das respostas dadas pelos estudantes após a aplicação do teste conceitual. Na década de 1990, quando Mazur iniciou os primeiros estudos do seu método, as respostas consistiam no simples levantar de mãos dos estudantes. Posteriormente, se adaptou o uso de *flash-cards*. Ambos os métodos apresentam dois inconvenientes práticos. Primeiramente, o professor perde um tempo considerável no tedioso trabalho de contar as respostas individualmente. Em segundo lugar, nenhum tipo de *feedback* é dado por esse tipo de sistema de votação para que o professor possa acompanhar o desempenho da atividade (LASRY; MAZUR; WATKINS, 2008).

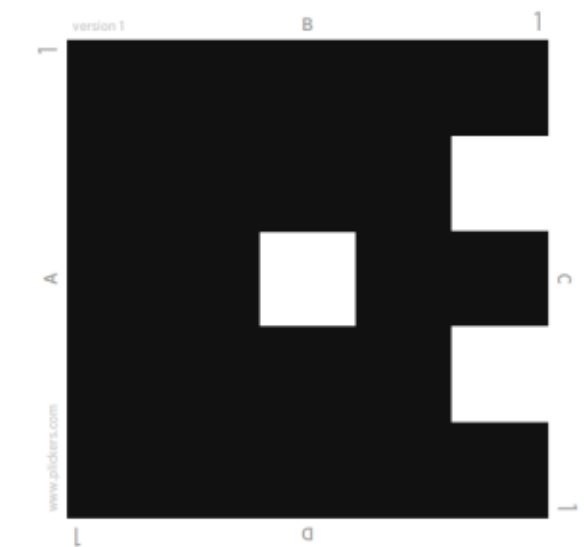
Com o desenvolvimento tecnológico e a ampla aceitação da IpP na comunidade educacional (marcadamente para o ensino de ciências nos Estados Unidos), salas de aula foram adaptadas com dispositivos denominados *clickers*, nos quais os estudantes podem responder aos testes conceituais apenas apertando um botão de um controle com o item que lhe parecer correto. Por sua vez, o professor recebe *feedback* em tempo real, podendo avaliar o andamento de sua proposta pedagógica. Na atualidade, diversos *clickers* na forma de aplicativos para telefone móvel estão disponíveis, necessitando apenas que o estudante tenha o aparelho de *smartphone* ou *tablet* e conexão sem fio com a internet para seu uso.

Contudo, tanto o sistema de *clickers* convencional quanto os aplicativos *wireless* desenvolvidos para *smartphones* apresentam limitações inerentes ao seu uso. Quanto aos *clickers* destaca-se o custo para o sistema educacional na implantação e manutenção do sistema (LASRY, 2008; MCBURNETT, 2019). O uso de aplicativos para *smartphones* é menos oneroso, uma

vez que bastaria utilizar os aparelhos dos próprios professores e estudantes. Contudo, já é bem documentado que o uso de dispositivos com conexão à internet em sala de aula causa distração nos estudantes, diminuindo os níveis de aprendizagem (WARD et al., 2017).

O aplicativo *Plickers* (o nome é oriundo de *Paper Clickers*) é um aplicativo que interage o telefone móvel, através da câmera do dispositivo, com um cartão resposta contendo um *QR Code* denominado *Plickers Cards* (Figura 2). Com o uso do *Plickers* o professor consegue obter dados em tempo real da resposta dos estudantes, bem como um relatório completo da aula ao final da atividade. Aos estudantes basta possuírem os cartões resposta, de modo que eles devem os levantar no momento aprazado com a face do *QR Code* em direção ao docente e o item que lhes parecer correto (A, B, C ou D) virado para cima. Nesse momento, o professor aponta a câmera do celular para os cartões, obtendo resposta em tempo real.

Figura 2: Imagem de um cartão resposta característico do aplicativo Plickers.



Fonte: Site oficial do aplicativo Plickers (PLICKERS, 2020).

São disponibilizados 63 *Plickers Cards* no site oficial do aplicativo, de modo que o professor pode de antemão cadastrar a turma no sistema e referenciar cada estudante a um dado número (usando a numeração da chamada, por exemplo). É importante ressaltar que com uso do *Plickers* elimina-se os custos relacionados ao uso dos *clickers* convencionais e, ademais, apenas o professor necessita ter um cadastro prévio na plataforma oficial do aplicativo e possuir um telefone móvel com o *software* instalado. Uma vez que aos estudantes

bastará possuírem os cartões resposta, elimina-se assim as distrações proporcionadas com o uso de *smarthphones* (MCBURNETT, 2019).

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo de caso foi aplicado na disciplina de Química em uma turma regular de segundo ano do curso técnico integrado em Petróleo e Gás do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). O conteúdo abordado foi “Processo de Destilação do Petróleo e Obtenção de Derivados”. Os alunos foram avisados previamente sobre a pesquisa, e ficaram abertos a participar ou não da atividade, sendo seus nomes guardados e preservados. Ao final todos os estudantes optaram por participar.

A abordagem do tema “Petróleo” é extremamente relevante pois, conforme Claudio (2002), permite correlacionar conteúdos diversos de química como: métodos de separação de misturas, propriedades físicas da matéria, polaridade, forças intermoleculares e propriedades físico-químicas de hidrocarbonetos. Além disso, um conhecimento acerca das questões ambientais envolvendo o petróleo contribui para uma formação científico-social do indivíduo, tornando-o apto a interferir construtivamente em seu ambiente de convivência diário.

Inicialmente, os estudantes tiveram um prazo de 15 dias para assistir um vídeo documental denominado “Refino do Petróleo”. O vídeo foi exportado para o *EdPuzzle*, um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) gratuito para usuários com conta *Google* (Figura 3). Neste AVA é permitido ao professor fazer “travas” no vídeo em que, para prosseguirem, os estudantes devem responder a questões específicas que estão sendo abordadas no vídeo documental. Deste modo, com o *EdPuzzle* o professor tem ferramentas para avaliar a atenção que os estudantes efetivamente entregam a atividade, bem como monitorar se todos assistiram por completo o vídeo hospedado.

No presente estudo foram feitas 10 perguntas durante o vídeo, sendo que as respostas dadas pelos estudantes tiveram caráter avaliativo para incentivar que todos participassem da atividade com afinco. Uma vez de posse das respostas dadas, o professor pôde entender os pontos chave do conteúdo, bem como perceber as principais dificuldades demonstradas pelos estudantes no domínio da temática apresentada. Deste modo, é observado que a presente atividade utilizou em sua metodologia recursos característicos da sala de aula invertida, notadamente da metodologia Ensino sob Medida (PEDROSO et al., 2019).

Na aula presencial o professor iniciou a exposição

**Figura 3:** Imagem da tela inicial contendo o vídeo “Refino do Petróleo” compartilhado no AVA *EdPuzzle*.



dialogada com foco principal nas dificuldades demonstradas pelos estudantes na atividade virtual. Em seguida, os pesquisadores entregaram os cartões resposta aos alunos e explicaram o desenvolver da atividade, baseada na metodologia Instrução por Pares, aplicando-se um total de cinco testes conceituais. A aula ocorreu dentro do algoritmo metodológico proposto por Mazur, com uma sutil modificação: ainda nos testes conceituais onde ocorreu uma taxa de acerto inferior a 30% houve a posterior formação de grupos de debates.

É importante reiterar que, com o uso do aplicativo *Plickers*, foi permitido ao professor saber quais estudantes acertaram o teste conceitual inicialmente apresentado e, desta maneira, garantir que na formação dos grupos de debate houvesse pelo menos um integrante que estivesse inicialmente correto e, deste modo, interferir positivamente nos demais participantes do grupo. Obviamente que, no momento da formação dos grupos de debate, somente o professor teve o conhecimento de quais estudantes acertaram ou erraram o teste conceitual proposto.

A eficácia da aplicação da IpP para cada teste individual foi mensurada pelo número de acertos antes e depois dos debates nos grupos. A evolução da turma após cada teste conceitual aplicado foi avaliada pelo Ganho de Hake (HAKE, 1998), calculado pela relação:

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré} \quad (1)$$

Onde,  $g$  compreende ao ganho de Hake,  $\%pré$  a porcentagem de acertos no teste conceitual anterior a formação dos grupos de debate e  $\%pós$  a porcentagem de acertos posterior a formação aos debates em grupo.

A seguir, são apresentados os testes conceituais (TC) aplicados na turma com os respectivos itens corretos destacados em negrito. É observado que cada questão pode ter no máximo 4 itens (A, B, C e D) uma vez que esse é o limite proporcionado pelo cartão resposta do *Plickers*.

TC1. Sobre a destilação fracionada, técnica utilizada para separar as frações do petróleo, pode se afirmar que:

- a) É um processo químico de separação que se baseia na diferença de temperatura de fusão das substâncias componentes da mistura
- b) É um processo físico de separação que se baseia na diferença de temperatura de fusão das substâncias componentes da mistura
- c) É um processo químico de separação que se baseia na diferença de temperatura de ebulição das substâncias componentes da mistura
- d) **É um processo físico de separação que se baseia na diferença de temperatura de ebulição das substâncias componentes da mistura**

TC2. As diferentes temperaturas de ebulição dos componentes do petróleo podem ser explicadas pela:

- a) Diferença de densidade das frações do petróleo
- b) **Diferença da massa molecular, com consequente aumento das forças intermoleculares**
- c) Aumento no momento de dipolo com aumento da massa molar
- d) As moléculas mais leves apresentam interações de Van der Waals mais fortes

TC3. O GNV corresponde a fração do petróleo que contém uma mistura de hidrocarbonetos em que prepondera o metano (CH<sub>4</sub>) e o etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>). No processo de destilação deste é correto afirmar que:

- a) Na destilação é obtido misturado ao resíduo atmosférico
- b) É obtido nos pratos a partir de 325°C, próximo ao gásóleo pesado
- c) **Sai pelo topo da torre, sendo então condensado fora da torre de destilação**
- d) Só pode ser obtido por craqueamento, não sendo separado do petróleo por destilação

TC4. A fração do Petróleo denominada querosene (C<sub>11</sub>-C<sub>12</sub>) será condensada em:

- a) Pratos Superiores a Gasolina (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>)
- b) Temperaturas maiores que o óleo combustível (C<sub>11</sub>-C<sub>17</sub>)
- c) **Temperaturas menores que a de óleos lubrificantes (C > 17)**
- d) Pratos inferiores ao Diesel (C<sub>14</sub>-C<sub>20</sub>)

TC 5. Sobre os derivados da destilação do petróleo, qual das afirmações abaixo é falsa?

- a) A gasolina é uma fração leve obtida por destilação entre 33 e 105°C, e utilizada como combustível
- b) As frações lubrificantes possuem hidrocarbonetos de grande massa molar e são obtidas em porções inferiores da torre de destilação
- c) A fração denominada de Nafta é utilizada para produção de plásticos
- d) **O GLP é composto por hidrocarbonetos mais pesados e obtido por destilação**

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

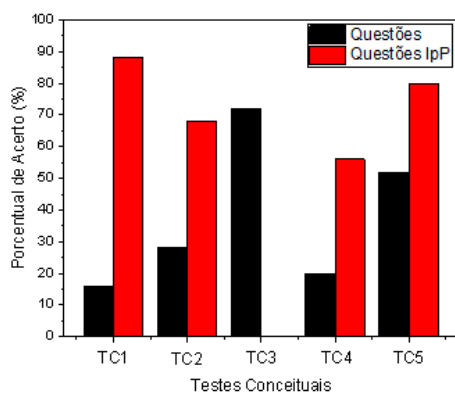
Dos vinte e nove alunos regularmente matriculados na disciplina, apenas vinte e sete realizaram a atividade virtual no *EdPuzzle*. Desses, vinte e cinco estudantes participaram da aula presencial onde houve a aplicação da IpP. A turma já era adaptada ao uso do *EdPuzzle* e com a metodologia de Sala de Aula Invertida, bem como uso de aplicativos de gamificação, como o *Karrot!*. No entanto, era a primeira vez que experimentavam a metodologia de Instrução por Pares e faziam uso do *Plickers*, demonstrando curiosidade e interesse com a nova metodologia proposta.

Na Figura 4 tem-se os gráficos que ilustram as taxas de acerto no momento anterior (Questões, barra preta) e posterior (Questões IpP, barra vermelha) a discussão em grupo entre os pares. De um modo geral, é observado um aumento do número de acertos em todas as testes conceituais após a Instrução por Pares ser aplicada, em conformidade com o indicado por Mazur (MAZUR, 2015).

O TC1 abordou conceitos referentes a transformações da matéria (transformações físicas x transformações químicas), propriedades físicas da matéria (temperatura de fusão e temperatura de ebulição) e métodos físicos de separação (destilação fracionada). Para o TC1 foi observado que, inicialmente, apenas 16% da turma



**Figura 4:** Percentagens de Acerto nos Testes Conceituais antes após a discussão em grupo.



teve êxito na resolução da questão proposta. Contudo, após a formação dos grupos de discussão, um total de 88% da turma respondeu acertadamente o teste, representando um ganho de Hake de 85,7%.

Hake (HAKE, 1998) define três parâmetros de ganho de performance com aplicação da IpP: ganho baixo (inferiores a 30%), ganho médio (entre 30% e 70%) e ganho alto (superiores a 70%). Assim, o desempenho no TC1 pode ser classificado como de alto ganho. De certo modo, esta observação é contrária ao que espera Mazur quando sugere que em uma turma com porcentagem de acertos inicial inferior a 30% não existirão alunos corretos suficientes para convencerem os seus pares (CROUCH; MAZUR, 2001). Todavia, outras experiências com IpP levaram a resultados similares ao aqui observados. Silva e Colaboradores (2018), aplicando a metodologia na disciplina de física em uma turma do ensino médio, observaram que, em um dado teste conceitual, houve um ganho de Hake de 100%, ou seja, nenhum aluno acertou o teste antes das discussões em grupo e após estas todos acertaram. Essa observação é suportada por Smith et al. (2009), onde indicam que não é apenas o trabalho de convencimento de uns estudantes sobre outros que torna a Instrução por Pares eficaz, mas a discussão em grupo por si só pode fazer os estudantes chegarem à resposta correta.

O TC2 abordou conceitos referentes a relação entre propriedades físicas (temperatura de ebulição, forças intermoleculares) e como estas se correlacionam com as características intrínsecas fundamentais das moléculas (massa molecular), influenciando no processo de separação por destilação fracionada. A turma no TC2 apresentou um aumento da taxa de acerto de 28% no pré-teste para 68% no pós-teste, significando um ganho de

Hake de 55,6%.

Por outro lado, quando aplicado o TC3, 72% dos estudantes responderam corretamente a questão, não sendo, desta forma, necessário a formação de grupos de debates para essa pergunta em particular. Este fato pode estar associado ao TC3 envolver os mesmos conceitos abordados no TC2 (relação entre massa molar e temperatura de ebulição de hidrocarbonetos), se diferenciando apenas por usar uma proposição mais prática, utilizando exemplos de moléculas reais. Assim sendo, uma vez que os estudantes assimilaram os conceitos abordados durante as discussões do TC2, foram aptos para responder ao TC3 sem necessidade de debate. Este fato corrobora que o aumento no percentual de acertos proporcionado pela IpP decorre a partir do aprimoramento dos conceitos em função da discussão em grupos e não simplesmente porque alguns alunos repetem as respostas dos “melhores alunos” da turma.

De modo conflitante, embora o TC4 envolva fundamentalmente os mesmos conceitos abordados nos TC2 e TC3, apenas 20% dos estudantes responderam de maneira correta a questão no pré-teste. Este fato pode ser atribuído a observação de que alguns estudantes não conseguiram compreender o simbolismo C<sub>n</sub> (C<sub>5</sub> para o pentano, por exemplo) para designar o tamanho da cadeia carbônica dos hidrocarbonetos envolvidos, uma vez que esse simbolismo não foi previamente abordado no vídeo documental compartilhado no AVA, nem tão pouco fez parte da exposição dialogada do professor, durante o momento presencial. Após a formação dos grupos de debate e nova aplicação do TC4, 56% dos estudantes responderam corretamente à questão, correspondendo a um ganho de Hake equivalente a 45%. Deste modo, após a discussão em grupos, uma significativa parcela dos estudantes conseguiram transpor a barreira conceitual do simbolismo C<sub>n</sub>, provavelmente, sobre a interferência construtiva dos seus pares que já haviam entendido a notação no pré-teste.

Por fim, o TC5 versou sobre a obtenção de alguns derivados do processo de destilação fracionada do petróleo. Inicialmente, 52% dos alunos responderam de modo correto a questão. Após a formação dos grupos de debate entre os pares, a taxa de acerto aumentou para 80%, representando um ganho de Hake de 58,3%. Dentre os cinco testes conceituais aqui idealizados, o TC5 em particular teve os percentuais de acerto no pré e pós-teste característicos daqueles indicados na literatura (LASRY, 2008; MAZUR, 2015) para a aplicação da Instrução por Pares (taxa inicial de acertos superior a 30%).

De um modo geral, a atividade realizada demonstrou resultados extremamente positivos e estimulan-

tes. Comparando com outros relatos de experiências utilizando a metodologia ativa de Instrução por Pares (ALVAREZ-ALVARADO; MORA; CEVALLOS-REYES, 2019; ARAUJO et al., 2016) o presente estudo apresentou valores de ganho de Hake consideravelmente mais altos. Esse incremento nas taxas de acerto está provavelmente associado ao efeito sinérgico entre a Instrução por Pares e a metodologia ativa de Ensino sob Medida, promovendo a aprendizagem, o aumento do engajamento e o ganho conceitual dos estudantes da turma no conteúdo aqui abordado.

Do ponto de vista qualitativo foi possível perceber professor e estudantes da turma (Figura 5) satisfeitos com o desenvolvimento da aula, havendo o engajamento constante e a quebra da monotonia da aula tradicional. É importante, por fim, ressaltar que com a implementação da Instrução por Pares o protagonismo da aula é transferido para o estudante. Contudo, o docente não é ser inócuo, também estando engajado diretamente nas atividades, dando suporte e direcionamento aos debates.

**Figura 5:** Professor e estudantes da turma em estudo expondo os cartões resposta do *Plickers* ao fim da atividade.



#### 4 CONCLUSÕES

A partir do levantamento bibliográfico realizado foi identificado que a Instrução por Pares vem sendo aplicada com sucesso nas áreas das ciências da natureza, embora seu uso em aulas de química em nosso país seja, surpreendentemente, pouco explorado. Quando a IpP é implementada com auxílio do aplicativo *Plickers*,

espera-se uma maior fluência na aula, promovendo o engajamento dos estudantes e oportunizando aos docentes obter *feedbacks* em tempo real.

Com base nos resultados obtidos a partir da presente experiência em sala de aula, conclui-se que a Instrução por Pares é uma metodologia promissora a ser aplicada em aulas de química. Ainda que a metodologia tenha sido aplicada em uma turma de ensino médio, os estudantes, direcionados com destreza pelo professor, mostraram maturidade para o desenvolver satisfatório da atividade, apresentando alto nível de engajamento durante toda a aula.

O aplicativo *Plickers* favorece a utilização satisfatória da IpP. Embora o uso de TDIC por si só não promova melhorias na aprendizagem, o uso do *Plickers* na IpP permite ao docente focar em pontos mais relevantes da metodologia, como obter rapidamente os resultados dos testes conceituais e formar os grupos de debate mais adequados para efetivar a melhoria na aprendizagem. Adicionalmente, o uso do *Plickers* evita que o aluno se disperse da aula devido o uso de *smartphones*. Associada ao Ensino sob Medida, a Instrução por Pares tem seu potencial incrementado, proporcionando ganhos de aprendizagem ainda superiores do que quando usada isoladamente.

Deste modo, os resultados aqui reportados incentivam que docentes implementem a metodologia ativa de Instrução por Pares em aulas de química. É fundamental que os professores possam, de modo investigativo, evidenciar como melhor adaptar os testes conceituais para os conteúdos a serem ministrados e, se possível, possam socializar seus resultados de modo a promover o aprimoramento da metodologia. Aos grupos de gestores das instituições de ensino, cabe o estímulo aos docentes e a promoção de sua capacitação para o uso das TDIC, de modo as metodologias ativas possam ser aplicadas municiadas de toda modernidade que a contemporaneidade permite.

#### REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-ALVARADO, M. S.; MORA, C.; CEVALLOS-REYES, C. B. Peer instruction to address alternative conceptions in einstein's special relativity. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 41, n. 4, p. e2019008, 2019.
- ARAUJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B. D.; OLIVEIRA, A. L. D. Uma associação do método peer instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 39, n. 2, p. e2401, 2016.



- CLAUDIO, L. Petróleo: um tema para o ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 1, p. 19–23, 2002. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf>>.
- CLEOPHAS, M. d. G.; CAVALCANTI, E. L. D. Escape room no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 1, p. 45–55, 2020.
- COSME, A. Escolas e professores no séc xxi: exigências, desafios, compromissos e respostas. **Revista Diálogo Educacional**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 17, n. 53, p. 757–776, 2017.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer instruction: Ten years of experience and results. **American journal of physics**, American Association of Physics Teachers, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001.
- DAMIANCE, P. R. M.; QUEIROZ, F. C.; BRUZON, G.; CARBONE, M. S.; MAGALHÃES, L. H.; FARIA, M. L. Ensino híbrido na licenciatura em química: Relato de experiência. **EmRede-Revista de Educação a Distância**, v. 6, n. 2, p. 323–333, 2019.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. d. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 161–168, 2010.
- HAKKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American journal of Physics**, American Association of Physics Teachers, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998.
- HALLOUN, I. A.; HESTENES, D. Common sense concepts about motion. **American journal of physics**, American Association of Physics Teachers, v. 53, n. 11, p. 1056–1065, 1985.
- KRAISIG, Â. R.; BRAIBANTE, M. E. F. Mapas mentais: instrumento para a construção do conhecimento científico relacionado à temática “cores”. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, p. 70–83, 2017.
- LARA, E. M. d. O.; LIMA, V. V.; MENDES, J. D.; RIBEIRO, E. C. O.; PADILHA, R. d. Q. O professor nas metodologias ativas e as nuances entre ensinar e aprender: desafios e possibilidades. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, SciELO Brasil, v. 23, n. 1, p. 1–15, 2019.
- LASRY, N. Clickers or flashcards: Is there really a difference? **The Physics Teacher**, American Association of Physics Teachers, v. 46, n. 4, p. 242–244, 2008.
- LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: From harvard to the two-year college. **American journal of Physics**, American Association of Physics Teachers, v. 76, n. 11, p. 1066–1069, 2008.
- MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. 1. ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.
- MCBURNETT, B. Incorporating paper clicker (plicker) questions in general chemistry courses to enhance active learning and limit distractions. In: **Technology Integration in Chemistry Education and Research (TICER)**. American Chemical Society: ACS Publications, 2019. v. 1318, p. 177–182. ISBN 9780841234383.
- MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15–33, 2015.
- MÜLLER, M. G.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino peer instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. e3403, 2017.
- OIAGEN, E. R. O uso do laboratório de ensino de química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em química sobre o predizer, observar, explicar (poe). **Acta Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 151–169, 2008.
- OLIVEIRA, B. R. M.; KIOURANIS, N. M. M.; EICHLER, M. L.; QUEIROZ, S. L. Chocoquímica: construindo conhecimento acerca do chocolate por meio do método de aprendizagem cooperativa jigsaw. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 277–285, 2017.
- PEARSON, R. J. Exploring peer instruction: Should cohort clicker responses appear during or after polling? **Journal of Chemical Education**, ACS Publications, v. 96, n. 5, p. 873–879, 2019.
- PEDROSO, R. D. R.; PERRONI, G. B.; GIOVANNINI, O.; BOAS, V. V. Utilização das estratégias de aprendizagem ativa “flipped classroom”, “peer instruction” e “just-in-time teaching”

no ensino de astronomia. **Scientia cum Industria**, v. 7, n. 1, p. 64–68, 2019.

PIERINI, M. F. Aprendizagem baseada em casos investigativos. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 112–119, 2015.

PLICKERS. 2020. Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

SMITH, M. K.; WOOD, W. B.; ADAMS, W. K.; WIEMAN, C.; KNIGHT, J. K.; GUILD, N.; SU, T. T. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. **Science**, American Association for the Advancement of Science, v. 323, n. 5910, p. 122–124, 2009.

TEZANI, T. C. R. Nativos digitais: considerações sobre os alunos contemporâneos e a possibilidade de se (re) pensar a prática pedagógica. **DOXA: Revista Brasileira de Psicologia e Educação**, v. 19, n. 2, p. 295–307, 2017.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 17, n. 52, p. 455–478, 2017.

VICKREY, T.; ROSPLOCH, K.; RAHMANIAN, R.; PILARZ, M.; STAINS, M. based implementation of peer instruction: A literature review. **CBE—Life Sciences Education**, Am Soc Cell Biol, v. 14, n. 1, p. 1–11, 2015.

WARD, A. F.; DUKE, K.; GNEEZY, A.; BOS, M. W. Brain drain: The mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity. **Journal of the Association for Consumer Research**, v. 2, n. 2, p. 140–154, 2017.

WUNSCH, L. P.; CRUZ, M. B. da; BLASZKOWSKI, D. A. A. de M.; CUCH, L. R. Comunicação, colaboração, criatividade e criticidade: Os 4c e os saberes do docente da educação básica. **EDUCERE - XIII Congresso Nacional de Educação**, v. 1, n. 1, p. 13141–13152, 2017. ISSN 2176-1396.