



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

## Peer Instruction no Ensino de Química Orgânica: Um Estudo sobre Acidez e Basicidade

Cassiana Herzer Griebeler<sup>1</sup> (PG)\*, Camila Greff Passos (PQ)<sup>1</sup>, Maurícus Selvero Pazinato<sup>1</sup> (PQ). \* [cassianaherzer@gmail.com](mailto:cassianaherzer@gmail.com)

Instituto de Química da UFRGS - Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43.111 - Bairro Agronomia CEP 91.501-970 - Porto Alegre RS - Brasil

*Palavras-Chave:* Peer Instruction, Química Orgânica, Metodologias Ativas

**Área Temática:** Processos de Ensino e de Aprendizagem e Avaliação

**RESUMO:** Este trabalho investiga a implementação da metodologia ativa de ensino Peer Instruction (PI) no ensino de acidez e basicidade de compostos orgânicos, com o objetivo de avaliar seu impacto na compreensão dos estudantes. A metodologia foi aplicada em quatro aulas remotas com estudantes de Química, envolvendo revisão de conceitos, questões conceituais e discussões entre pares. Foi realizada uma análise da variação no percentual de acertos nas respostas dos estudantes antes e após a discussão entre pares. Os resultados mostraram um aumento significativo nas respostas corretas após a discussão em grupo, embora algumas questões complexas, como aquelas relacionadas ao efeito indutivo e à ressonância, tenham apresentado queda no desempenho. A pesquisa conclui que, apesar dos desafios do ensino remoto, a PI promoveu maior engajamento e compreensão conceitual. O estudo destaca ainda a importância de adaptar as metodologias às particularidades do contexto de ensino, especialmente em situações adversas como a pandemia.

### INTRODUÇÃO

As metodologias ativas têm ganhado atenção entre professores de diversos níveis de ensino. Este movimento é mais recente no ensino superior, onde as aulas tradicionais estão solidamente estabelecidas (Polozzi *et al*, 2019). No entanto, muitos estudos têm destacado os benefícios do protagonismo dos estudantes em seu processo de aprendizado, direcionando a atenção de professores e pesquisadores para novas abordagens pedagógicas nesse contexto (Freeman, 2014; Børte *et al*, 2023). A aprendizagem ativa pode ser considerada um conceito abrangente que inclui uma vasta gama de metodologias com diferentes níveis de engajamento do estudante. É um processo no qual os alunos constroem significado ao se envolverem ativamente no processo de aprendizado, em vez de receberem passivamente as informações (Prince, 2004).

Além disso, há algumas dificuldades relatadas por professores de Química no ensino superior ao utilizar métodos de ensino e aprendizagem tradicionais, como a compreensão conceitual deficiente refletida em baixas notas, especialmente em

Apoio

Página 1



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

cursos introdutórios (Nakhleh, 1992); e a atitude dos alunos em relação à Ciência (Simpson; Oliver, 1990). Esses problemas podem ser, geralmente, amenizados pela implementação de metodologias de ensino e aprendizagem ativas baseadas em evidências, como a *Peer Instruction* (PI).

A metodologia de ensino e aprendizagem PI, desenvolvida por Eric Mazur na Universidade de Harvard no início da década de 90, surgiu da necessidade de mitigar algumas limitações na aprendizagem dos estudantes. Mazur observou que, embora seus alunos obtivessem bons resultados em problemas quantitativos complexos, apresentavam baixo desempenho em questões qualitativas mais simples. Esse problema era atribuído à memorização de algoritmos de resolução dos problemas e falta de compreensão dos conceitos relacionados. Para promover um aprendizado mais eficaz de conceitos fundamentais, Mazur estruturou o PI (Mazur, 1997).

A metodologia pode ser descrita, sucintamente, pelas seguintes etapas:

1. Uma revisão rápida dos conceitos fundamentais do tópico abordado;
2. Uma questão conceitual é apresentada aos alunos;
3. Os alunos têm tempo para pensar;
4. Os alunos respondem à questão conceitual, individualmente;
5. O professor confere a distribuição das respostas e determina se os alunos irão discutir a questão entre pares (se o percentual de respostas corretas foi entre 35 e 70%) ou avançar para a etapa 7;
6. Tempo para discussão entre pares;
7. Os alunos respondem novamente após revisão de suas respostas anteriores;
8. O professor confere e apresenta as respostas aos estudantes, e explica a questão.

Em suma, depois de uma breve revisão do conceito central da aula, o professor apresenta uma questão conceitual para os estudantes e dá a eles alguns minutos para pensar e responder a questão, ou de forma eletrônica através de aplicativos no celular, ou através de cartões de papel (*flashcards*) que indicam sua escolha. O professor verifica a distribuição de acertos entre as respostas e pede aos estudantes que discutam a questão em pequenos grupos, caso as respostas corretas estejam entre 35 e 70% do total. Se forem obtidos mais de 70% de acertos, o professor revisa a questão e passa para a próxima questão. Se menos de 35% dos estudantes acertaram a questão, recomenda-se retomar a explicação do conceito.

O PI tem sido eficaz em diversos contextos educacionais, desde o ensino médio até a pós-graduação, em turmas de tamanhos variados e alunos de diferentes perfis (Vickrey, 2015; Schell; Butler, 2018). Algumas vantagens da PI se destacam em relação ao ensino tradicional, como o maior engajamento dos estudantes,



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

melhora na habilidade de resolução de problemas, e maior apropriação de conhecimento nas áreas de ciências. Ainda, o que a diferencia em relação a outras metodologias ativas é seu enfoque na compreensão conceitual dos estudantes (Schell; Butler, 2018).

Neste trabalho, investigamos o emprego da PI no ensino de Acidez e Basicidade em Química Orgânica no ensino superior e apresentamos os resultados da aplicação da metodologia adaptada ao ensino remoto. Com este texto, buscamos entender quais são os efeitos da aplicação da Sequência Pedagógica (SP) desenvolvida com a PI sobre a aprendizagem dos estudantes neste contexto.

## METODOLOGIA

Este estudo tem natureza qualitativa, sendo do tipo participante, de natureza qualitativa (MARCONI; LAKATOS, 2001). A SP foi pensada para o ensino e aprendizagem do tópico de Acidez e Basicidade em Química Orgânica no nível superior de ensino, o qual faz parte do Plano de Ensino da disciplina de Química Orgânica Teórica Fundamental na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Julgamos adequado o emprego da metodologia ativa PI em sua forma original, porém esta foi adaptada ao ensino remoto. Os participantes foram os estudantes de quatro turmas da disciplina, durante os semestres de 2020/1 e 2020/2, nos quais o ensino remoto ocorreu em função da pandemia de COVID-19. Dessa forma, todas as aulas ocorreram na plataforma para encontros online da UFRGS (MConf). O material empregado em aula (slides e questões conceituais) foi preparado pelos autores, e empregou como referências livros didáticos de Química Orgânica (Solomon; Fryhle, 2006; McMurry, 2012; Clayden, 2001; Stein, 2012). Também consideramos a especificidade da disciplina, voltada para estudantes de cursos com aplicação biológica dos conceitos estudados. O tópico abordado foi dividido em quatro aulas e organizado na SP conforme consta no Quadro 1.

**Quadro 1: Distribuição do conteúdo programado por aula da SP.**

Aula	Duração	ATIVIDADE
I	2 períodos (100min)	Introdução à Teoria de Arrhenius e Teoria de Bronsted-Lowry
II	2 períodos (100min)	A força ácida de um composto em abordagem quantitativa: $K_a$ e $pK_a$
III	2 períodos (100min)	Fatores que afetam a força ácida
IV	2 períodos (100min)	Fatores que afetam a força básica e Introdução à Teoria de Lewis.



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

Em cada aula, a primeira etapa da PI, a etapa de apresentação dos conceitos, foi realizada em uma única sala online com todos os alunos. Após a apresentação da questão conceitual, a votação dos estudantes, antes e após a discussão entre pares, se deu através do uso do site gratuito Socrative (Socrative, 2024). A professora inseriu o link da questão no chat da sala ao qual os estudantes tinham acesso.

A etapa de discussão das questões conceituais foi realizada em salas *online* do *MConf*, sendo que cada grupo de três estudantes ocupava uma sala. A professora pesquisadora tinha acesso às salas e, de modo geral, utilizava este acesso para comunicados ou em caso de sua presença ser solicitada pelos estudantes. A discussão foi realizada através do chat, pois muitos estudantes não possuíam acesso à câmera ou a internet empregada era de capacidade limitada. Além disso, a plataforma *Mconf* também estava em fase de adaptação e nem sempre suportava diversas câmeras abertas ao mesmo tempo na mesma sala.

A SP desenvolvida neste projeto empregou a PI juntamente com uma atividade preparatória para ser realizada antes de cada encontro presencial, uma etapa adaptada da metodologia de ensino *Just-in-Time Teaching* (Novak, 2001). Todas as atividades pré-aula consistiram em uma atividade de leitura, a *Tarefa de Leitura*, disponibilizada aos estudantes através do site *Perusall*<sup>1</sup> - uma plataforma online de leitura e anotações compartilhadas, voltada para professores e estudantes. Assim, a Tarefa de Leitura consistiu em uma leitura integrada ao material sobre o tópico da aula seguinte, em que grupos de três ou quatro estudantes compartilham o mesmo documento, escrevem suas dúvidas e respondem às dúvidas dos colegas no mesmo ambiente virtual, de forma remota. Previamente a este estudo, os autores realizaram um Projeto Piloto a fim de validar o material utilizado em aula e as questões conceituais. Conforme verificado no estudo prévio, a interação entre os estudantes nesta etapa pode amenizar as dificuldades para responder às questões pré-aula (Griebeler; Passos; Pazinato, 2021). O Quadro 2 sumariza as etapas da SP aplicada no presente estudo.

**Quadro 2. Resumo das atividades desenvolvidas na SP.**

MOMENTO	ATIVIDADE	ENSINO REMOTO
Pré-aula	Tarefas de Leitura; dúvidas e comentários em pequenos grupos.	Assíncrono
Em aula	Revisão do tópico com enfoque nas dúvidas e discussões da Tarefa de Leitura; <i>Peer Instruction</i> .	Síncrono

<sup>1</sup> <https://www.perusall.com>

Após a aplicação da SP, as questões conceituais foram analisadas comparando-se os percentuais de acertos nas respostas dos estudantes, antes e após a discussão em pares. Para as 10 questões analisadas, obtivemos uma média de 47 respostas por questão, entre todas as quatro turmas. O número de respostas por questão foi obtido pela soma de todas as respostas obtidas para cada questão finalizada (antes e depois da discussão) durante o período de aplicação da SP e coleta de dados. Então, foi calculada a média de respostas coletadas por questão que foram analisadas e apresentadas por meio de gráfico. Observou-se uma variação no número de respostas para uma mesma questão, normalmente uma redução, apontando para a oscilação na presença e participação dos estudantes durante uma mesma aula, como será descrito na sequência. Uma justificativa apontada pelos estudantes foi a inconstância no sinal de internet ou inconstância no site MConf, utilizado como plataforma online de acesso e transmissão das aulas. Todos os participantes desta pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tomando conhecimento e concordando com todas as formas de coleta e uso de dados durante a investigação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência de acertos às questões conceituais antes e após a discussão entre pares é apresentada na Figura 1.

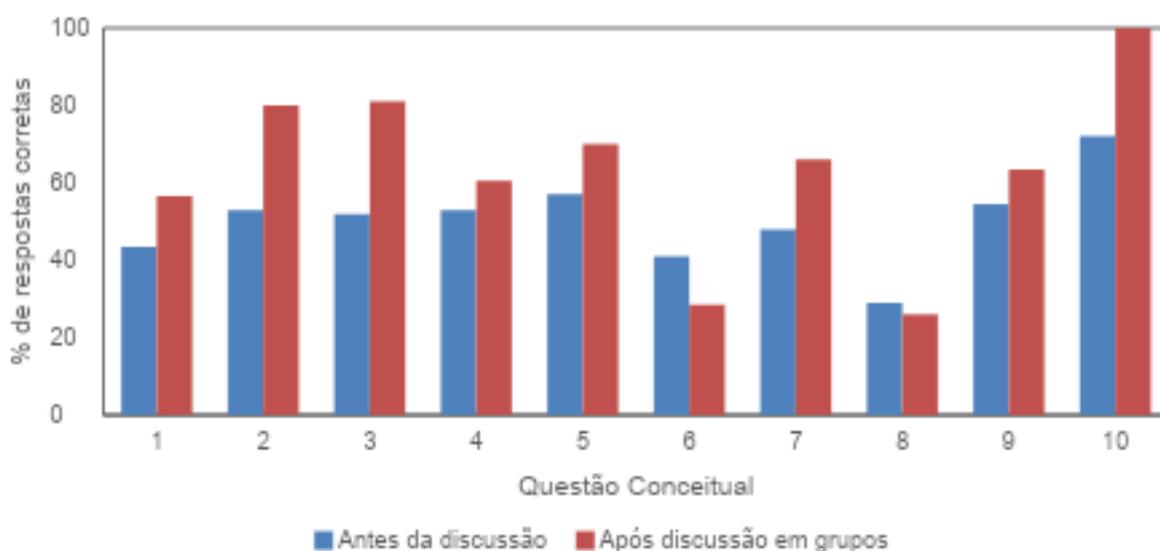


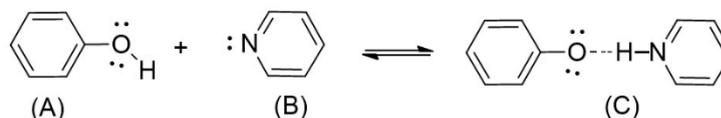
Figura 1: Frequência de acertos antes e após a discussão entre pares durante as aulas com PI.





21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

na questão 10, pede-se ao aluno que identifique qual molécula está agindo como ácido e qual está agindo como base em uma reação ácido-base, de acordo com a Teoria de Lewis, conforme a Figura 3.



**Figura 3: Reação química apresentada aos estudantes na Questão Conceitual número 10, quarta aula da SP.**

Novamente, além da reflexão sobre o conceito de acidez e basicidade segundo Lewis, inclui-se fatores como o número de pares de elétrons não ligantes e nucleofilicidade e eletrofilicidade dos sítios como fatores a serem considerados.

Entre as questões com redução no percentual de acertos pelos estudantes, a questão 6 abordou a direção do equilíbrio em uma reação ácido-base, destacando justificativas que frequentemente causam confusão. Os estudantes, ao considerarem apenas o pKa das moléculas envolvidas, ao interpretarem erroneamente a presença de um átomo de oxigênio, podem não ter levado em conta outros fatores relevantes, como o número de estruturas de ressonância de um composto, que pode justificar a estabilidade e o comportamento ácido-base (Bhattacharyya, 2006, Stoyanovich; Gandhi; Flynn, 2015).

Por último, a questão 8, usada na terceira aula, apresenta a estrutura da molécula da Glicina e pergunta ao estudante o que aconteceria se o próton em destaque fosse substituído por um átomo de Cloro. Com uma complexidade superior às demais questões, necessita-se considerar o efeito indutivo retirador de elétrons causado pela troca de átomo proposta, e sua consequência no ponto isoelétrico da molécula. Como mencionado, os estudantes, em geral, apresentam maiores dificuldades em compreender conceitualmente os fatores que afetam a acidez e basicidade de compostos orgânicos, apoiando-se majoritariamente em valores de pH e pKa (Mcclary; Bretz, 2012; Cooper; Kovoumdiiian; Underwood, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que o resultado geral da pesquisa pode ser considerado satisfatório, apesar de uma redução no número de respostas corretas em duas questões após a discussão entre pares. As questões direcionadas para a área de atuação dos estudantes, um diferencial da SP desenvolvida, envolvem a aplicação de conceitos direcionados a um novo contexto, aumentando também a complexidade destas questões. Além disso, estas estão relacionadas à aplicação de



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

conceitos reconhecidamente desafiadores para os estudantes, como a influência do efeito indutivo e da ressonância na acidez e basicidade dos compostos orgânicos.

A SP também demonstrou sua eficácia ao promover o engajamento dos estudantes tanto antes quanto durante as aulas. As Tarefas de Leitura, realizadas previamente, incentivaram os alunos a revisar o conteúdo antecipadamente, o que os deixou mais devidamente preparados para acompanhar as explicações durante as aulas síncronas. Além disso, o confronto de seus conceitos prévios com o material estudado, juntamente com a discussão das dúvidas entre os pares, favoreceu a participação ativa no processo de aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos conceitos abordados.

Também destacamos que metodologias de ensino não são infalíveis e devem ser adaptadas aos diferentes contextos. Além disso, as adversidades causadas pela pandemia e a transição para o ensino remoto podem ter influenciado os resultados.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

BØRTE, Kristin; NESJE, Katrine; LILLEJORD, Sølvi. Barriers to student active learning in higher education. **Teaching in Higher Education**, v. 28, n. 3, p. 597-615, 2023.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, Rodney R. Learning: From speculation to science. **How people learn: Brain, mind, experience, and school**, v. 3, p. 30, 2000.

CLAYDEN, J. et al. **Organic Chemistry**. Oxford: Oxford University Press, 2001.

COOPER, Melanie M.; KOUYOUMDJIAN, Hovig; UNDERWOOD, Sonia M. Investigating students' reasoning about acid-base reactions. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 10, p. 1703-1712, 2016.

FAGEN, A. P.; CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer instruction: Results from a range of classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40, p. 206-209, 2002.

FREEMAN, Scott *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

Apoio

Página 8



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

GRIEBELER, Cassiana Herzer; PAZINATO, Maurícus S.; PASSOS, Camila Greff. O Peer Instruction no ensino de química: a percepção de estudantes do ensino superior. In: MEMBIELA, Pedro; CEBREIROS, Maria Isabel; VIDAL, Manuel. **Perspectivas y prácticas docentes en la enseñanza de las ciencias**. Ourense: Edita Educacion Editora, 2021. p. 297-301.

MAZUR, Eric. Peer Instruction: getting students to think in class. In: **Proceedings of International Conference on Undergraduate Physics Education**. College Park: American Association of Physics Teachers, 1997. p. 981-988.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.

MCMURRY, John. **Química orgânica**: combo. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NAKHLEH, Mary B. Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. **Journal of Chemical Education**, v. 69, n. 3, p. 191, 1992.

NOVAK, Gregor M. Just-in-time teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 2011, n. 128, p. 63-73, 2011.

POLLOZI, S. *et al.* Using clicker-based group work facilitated by a modified peer instruction process in a highly successful flipped general chemistry classroom. In: **Active learning in general chemistry: Whole-class solutions**. Washington: American Chemical Society, 2019. p. 35-53.

PRINCE, Michael. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

SHELL, J. A.; BUTLER, A. C. Insights from the science of learning can inform evidence-based implementation of peer instruction. **Frontiers in Education**, v. 3, p. 33, 2018.

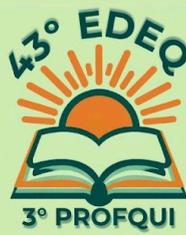
SIMPSON, R. D.; OLIVER, J. S. A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. **Science Education**, v. 74, n. 1, p. 1-18, 1990.

SOCRATIVE. **Um produto de Showbie Inc**. Disponível em: <https://www.socrative.com>. Acesso em: 24 mar. 2021.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. **Química orgânica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2006.

STOYANOVICH, Carlee; GANDHI, Aneri; FLYNN, Alison B. Acid–base learning outcomes for students in an introductory organic chemistry course. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 2, p. 220-229, 2015.

STEIN, D. R. **Organic Chemistry**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.



21 A 23/11/2024 - UNIPAMPA E IFSUL BAGÉ

VICKREY, T.; ROSPLOCH, K.; RAHMANIAN, R.; PILARZ, M.; STAINS, M. Based implementation of peer instruction: A literature review. **CBE—Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, es3, 2015.

Apoio



Página 10