

REPENSANDO O ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGENS ATIVAS, TECNOLOGIAS E O PAPEL DO PROFESSOR

RETHINKING CHEMISTRY EDUCATION: ACTIVE APPROACHES, TECHNOLOGIES, AND THE ROLE OF THE TEACHER

RESUMO

O ensino de Química tem passado por transformações significativas nas últimas décadas, impulsionado por críticas aos métodos tradicionais e pela busca por abordagens mais eficazes e envolventes. Este artigo realiza uma análise crítica das principais metodologias inovadoras adotadas na educação química, com base nas contribuições de autores como Johnstone, Taber, Gilbert, Cooper, Pazicni e Pfundt. O foco recai sobre práticas pedagógicas que valorizam a aprendizagem ativa, o uso estratégico de tecnologias educacionais e a implementação do Ensino Baseado em Problemas (EBP). Argumenta-se que essas abordagens, quando bem fundamentadas, favorecem uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e autonomia intelectual. Também se discutem os desafios enfrentados na adoção dessas estratégias, como a limitação de recursos, a resistência institucional à mudança e a necessidade de formação continuada para os docentes. A revisão sugere que, apesar das dificuldades, é possível promover uma educação química mais significativa e conectada com as demandas contemporâneas. Ao destacar diferentes perspectivas teóricas e práticas, este estudo contribui para o debate sobre a renovação das metodologias no ensino de Química, oferecendo caminhos para uma formação científica mais crítica, reflexiva e contextualizada.

**Josefa Taloania
Ramos da Silva**

Universidade Estadual de
Alagoas
josefa.silva16@alunos.uneal.edu.br

ORCID:

<https://orcid.org/0009-0003-3662-4173>

**Pedro Almeida do
Nascimento Júnior**

Universidade Federal de
Alagoas
pedroalmeidajr20@gmail.com

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-5658-3538>

**Paulo Henrique
Almeida da Hora**

Universidade Estadual de
Alagoas
paulohenrique@uneal.edu.br

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0003-2262-6234>

Palavras-chave: Metodologias Ativas; Educação Química; Ensino Baseado em Problemas; Tecnologias Educacionais; Inovação Pedagógica.

ABSTRACT

Chemistry education has undergone significant transformations in recent decades, driven by growing criticism of traditional teaching methods and a demand for more effective and engaging approaches. This article presents a critical analysis of innovative methodologies in chemical education, grounded in the theoretical and practical contributions of scholars such as Johnstone, Taber, Gilbert, Cooper, Pazicni, and Pfundt. The discussion focuses on active learning strategies, the purposeful integration of educational technologies, and the application of Problem-Based Learning (PBL) as key elements in fostering deeper conceptual understanding. These pedagogical innovations are shown to enhance students' scientific reasoning, critical thinking, and problem-solving skills. At the same time, the study addresses persistent challenges, including limited access to resources, institutional resistance to change, and the need for continuous teacher development. Despite these barriers, the analysis suggests that it is possible to create a more meaningful and contextually relevant chemistry education. By bringing together diverse theoretical perspectives and classroom practices, this work contributes to the ongoing debate about methodological renewal in science teaching and outlines viable pathways for promoting a more critical, reflective, and student-centered scientific formation.

Keywords: Active Learning; Chemistry Education; Problem-Based Learning; Educational Technology; Pedagogical Innovation.

Introdução

O ensino de Química tem sido objeto de discussões profundas nas últimas décadas, especialmente diante das críticas dirigidas às metodologias tradicionais centradas na memorização e na exposição unidirecional do conteúdo. Nesse cenário, emergem propostas pedagógicas mais dinâmicas, voltadas à construção ativa do conhecimento e à aproximação dos conteúdos químicos com a realidade vivenciada pelos alunos (Mortimer & Scott, 2002; Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2007).

Dentre os principais estudiosos que contribuíram para essa transformação, destacam-se Johnstone (1991, 1997, 2000), cuja abordagem valoriza o uso de experimentos e atividades práticas como instrumentos para promover o raciocínio científico e a compreensão significativa. Ao lado dele, Taber (2009, 2012), ao adotar os pressupostos do construtivismo, propõe que o processo de aprendizagem deve ser cuidadosamente orientado para favorecer a integração entre as concepções prévias dos estudantes e os novos conhecimentos.

Essas mudanças também acompanham o avanço das tecnologias digitais, cuja inserção no ambiente escolar tem potencializado experiências de aprendizagem mais interativas e contextualizadas. Autores como Gilbert (2005) e Cooper (2015) defendem que, quando mediada por frameworks conceituais adequados, a tecnologia pode atuar como ponte entre a abstração dos conceitos químicos e a vivência prática dos estudantes.

Neste artigo, discute-se como diferentes abordagens metodológicas — notadamente os métodos ativos, o uso de tecnologias educacionais e o Ensino Baseado em Problemas — têm sido incorporadas à educação química contemporânea. Por meio da análise crítica das contribuições de autores centrais nesse campo, busca-se refletir sobre os avanços, desafios e possibilidades para a consolidação de uma prática pedagógica mais significativa, crítica e alinhada às demandas do século XXI.

Integração da Tecnologia no Ensino de Química

A presença crescente da tecnologia no cotidiano impõe à escola o desafio de repensar suas práticas pedagógicas, especialmente em disciplinas como a Química, cujos conteúdos frequentemente envolvem altos níveis de abstração. A integração de recursos

tecnológicos no ensino químico tem se mostrado uma estratégia poderosa para aproximar teoria e prática, facilitar a visualização de conceitos e aumentar o engajamento dos estudantes (Valente, 2003; Kenski, 2012).

Nesse contexto, Gilbert (2002, 2005) argumenta que a tecnologia, quando orientada por modelos conceituais bem definidos, pode potencializar a aprendizagem ao permitir a representação visual e dinâmica de fenômenos químicos complexos, como reações em nível molecular ou interações atômicas. O autor ressalta que o uso de simulações, animações e ambientes virtuais não deve ser apenas uma novidade didática, mas sim uma ferramenta estruturada e intencional, capaz de mediar significados e ampliar a compreensão conceitual dos alunos.

Cooper (2015, 2018) complementa essa visão ao destacar que a tecnologia permite não apenas novas formas de apresentar o conteúdo, mas também a reconfiguração das relações entre aluno, professor e conhecimento. Plataformas interativas, experimentos virtuais e laboratórios remotos viabilizam o desenvolvimento de competências como autonomia, análise de dados e tomada de decisão — habilidades cada vez mais valorizadas no contexto da ciência contemporânea.

Além disso, a incorporação da tecnologia favorece a aprendizagem colaborativa e a personalização do ensino, permitindo que os estudantes avancem em seu ritmo e tenham acesso a diferentes fontes de informação. Essa abordagem encontra respaldo nos princípios da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), ao possibilitar que novos conteúdos sejam integrados de forma articulada com os saberes já adquiridos.

Entretanto, para que o uso da tecnologia seja efetivo, é fundamental que os professores estejam preparados para sua aplicação pedagógica. Isso implica não apenas o domínio técnico dos recursos, mas também a compreensão crítica de seus usos e limitações, evitando práticas meramente reprodutivas ou desvinculadas dos objetivos educacionais (Moran, 2013).

Dessa forma, a tecnologia, quando incorporada de maneira planejada e contextualizada, revela-se uma aliada estratégica no processo de ensino-aprendizagem em Química. Mais do que um atrativo visual, ela pode desempenhar um papel estruturante na mediação dos saberes científicos, contribuindo para a formação de sujeitos mais críticos, autônomos e conectados com os desafios do mundo atual.

Ensino Baseado em Problemas na Perspectiva de Pazicni e Pfundt

O Ensino Baseado em Problemas (EBP) tem se consolidado como uma metodologia inovadora no campo da educação em Ciências, especialmente na Química, por promover a aprendizagem ativa e contextualizada. Ao contrário das abordagens tradicionais, o EBP parte de situações-problema reais ou simuladas para engajar os estudantes na busca de soluções, estimulando o raciocínio científico, a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de habilidades como argumentação, investigação e tomada de decisão (Barrows, 1986; Savery, 2006).

Na perspectiva de Pazicni (2017, 2019), o EBP representa uma alternativa poderosa para superar os limites da simples memorização de conteúdos, pois favorece a construção de significados a partir da resolução de problemas autênticos, próximos da realidade dos alunos. Para a autora, a chave para a eficácia do EBP está na seleção criteriosa dos problemas, que devem ser complexos, relevantes e desafiadores o suficiente para promover o pensamento crítico e o uso aplicado dos conhecimentos químicos.

Complementando essa abordagem, Pfundt (1991, 2001) defende que o conhecimento intuitivo e as concepções prévias dos alunos não devem ser ignorados, mas sim incorporados no processo de ensino-aprendizagem. Ao reconhecer essas ideias como ponto de partida, o professor pode planejar situações-problema que dialoguem com a realidade do estudante, transformando possíveis obstáculos em oportunidades de aprendizagem significativa.

Essa valorização do saber prévio está alinhada à teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1968), que postula que a nova informação só adquire sentido quando ancorada em estruturas cognitivas já existentes. No caso do EBP, ao integrar os saberes cotidianos dos alunos com os conceitos científicos da Química, cria-se um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, motivador e intelectualmente desafiador.

Contudo, Pazicni e Pfundt também reconhecem os desafios inerentes à aplicação do EBP, como a dificuldade de elaborar problemas bem contextualizados, a resistência docente e a necessidade de formação pedagógica contínua. Ainda assim, ambos concordam que, com planejamento adequado e mediação intencional, essa abordagem é capaz de transformar radicalmente a experiência de aprender Química, preparando os estudantes para enfrentar problemas reais de forma crítica e criativa.

Assim, o Ensino Baseado em Problemas se destaca não apenas como técnica didática, mas como uma filosofia educacional que valoriza o protagonismo discente, a construção colaborativa do conhecimento e a conexão entre ciência, sociedade e tecnologia (Delizoicov et al., 2007).

Desafios, Reflexões e Oportunidades Futuras

Apesar dos avanços representados pelas metodologias ativas, pelo uso de tecnologias educacionais e pelo Ensino Baseado em Problemas (EBP), a implementação dessas abordagens no ensino de Química ainda enfrenta obstáculos significativos. Um dos principais desafios está relacionado à infraestrutura das escolas, muitas vezes carentes de laboratórios adequados, acesso à internet e dispositivos tecnológicos suficientes para atender à demanda pedagógica (Silva et al., 2020).

Além disso, há uma resistência cultural por parte de alguns docentes, acostumados com métodos tradicionais centrados na exposição oral e na resolução mecânica de exercícios. Como destacam Johnstone (2000) e Taber (2012), a mudança de paradigma exige não apenas atualização técnica, mas também uma revisão das crenças pedagógicas que orientam a prática docente. Isso requer investimento em formação continuada que contemple não só o domínio de novas ferramentas, mas também a reflexão crítica sobre o papel do professor e do aluno no processo educativo (Perrenoud, 2000).

Outro entrave está na elaboração de problemas autênticos e contextualizados, especialmente no EBP. Pazicni (2017) observa que, sem um planejamento criterioso, os problemas podem se tornar superficiais ou descolados da realidade dos estudantes. Pfundt (1991), por sua vez, alerta para o risco de ignorar o conhecimento prévio e as intuições dos alunos, o que compromete a construção significativa do saber.

Apesar dessas limitações, existem oportunidades promissoras. A crescente produção de recursos digitais de acesso livre, como plataformas de simulação e repositórios de atividades investigativas, amplia o repertório didático dos professores e pode minimizar as desigualdades de infraestrutura. A tecnologia, segundo Gilbert (2005) e Cooper (2015), tem o potencial de democratizar o acesso ao conhecimento científico, desde que seu uso seja orientado por fundamentos pedagógicos claros.

Paralelamente, observa-se um aumento do interesse por práticas educacionais baseadas em evidências, o que favorece a consolidação de uma cultura docente mais reflexiva e alinhada às pesquisas em educação científica (Cooper, 2018). A criação de comunidades de prática entre professores e pesquisadores, por exemplo, tem se mostrado eficaz na produção de soluções inovadoras e contextualizadas para os desafios do ensino de Química (Gess-Newsome et al., 2003).

Assim, ao reconhecer os desafios atuais e investir em estratégias sustentáveis de formação, inovação e colaboração, é possível vislumbrar um futuro no qual o ensino de Química seja mais envolvente, inclusivo e conectado às demandas da sociedade contemporânea.

A Formação Docente como Pilar da Inovação no Ensino de Química

A implementação de metodologias inovadoras no ensino de Química não se concretiza apenas por meio de novos recursos ou modelos teóricos; ela exige, sobretudo, um professor preparado para interpretar, adaptar e aplicar essas propostas de forma crítica e contextualizada. Nesse sentido, a formação docente emerge como um elemento estruturante de qualquer processo de transformação educacional.

A formação inicial ainda apresenta lacunas importantes no que se refere à articulação entre conteúdo químico e práticas pedagógicas. Muitos cursos de licenciatura priorizam a dimensão técnica e disciplinar, relegando a segundo plano a didática específica da Química, o planejamento de aulas investigativas, a mediação de experimentos ou o uso crítico de tecnologias educacionais (Nardi & Silva, 2014; Tardif, 2002). Como resultado, docentes iniciantes tendem a reproduzir práticas tradicionais, mesmo que reconheçam suas limitações.

Para Johnstone (2000), é necessário que os professores sejam formados não apenas para transmitir conhecimento, mas para criar condições em que a aprendizagem ativa e significativa possa florescer. Cooper (2015, 2018) complementa essa visão ao afirmar que a profissionalização docente deve incluir o domínio de metodologias baseadas em evidências e o desenvolvimento de uma postura investigativa diante dos desafios da sala de aula.

Além disso, a formação continuada deve ser constante e colaborativa, favorecendo o diálogo entre teoria e prática, bem como a construção coletiva de saberes pedagógicos. A criação de comunidades de prática, como sugerido por Lave e Wenger (1991), permite que os professores compartilhem experiências, reflitam criticamente sobre suas ações e desenvolvam repertórios didáticos mais amplos e contextualizados.

Outro ponto central é a incorporação da pesquisa em educação científica como componente formativo. Professores que leem, produzem ou discutem pesquisas educacionais ampliam sua capacidade de tomar decisões pedagógicas mais fundamentadas, inovar com consciência crítica e avaliar os impactos reais de suas práticas no aprendizado dos alunos (Shulman, 1986; Justi & Gilbert, 2002).

Dessa forma, a formação docente precisa ser compreendida como um processo contínuo, dialógico e situado, no qual o professor é incentivado a assumir o papel de mediador, pesquisador e agente de transformação social. Sem esse investimento na qualificação humana do ensino, qualquer tentativa de inovação corre o risco de se tornar superficial ou efêmera. Inovar, portanto, passa por formar bem — e continuamente — aqueles que estão à frente da sala de aula.

Considerações finais

A análise crítica das abordagens inovadoras no ensino de Química evidencia a necessidade urgente de repensar práticas pedagógicas ainda fortemente marcadas por modelos tradicionais e conteudistas. O artigo demonstrou, com base em autores centrais da área, que estratégias como a aprendizagem ativa, o uso fundamentado da tecnologia e o Ensino Baseado em Problemas não apenas ampliam o potencial formativo da disciplina, mas também favorecem uma aproximação mais significativa entre o conhecimento químico e a realidade dos estudantes.

Johnstone e Taber, ao destacarem a importância da prática experimental e da construção ativa do conhecimento, lançam as bases para uma educação mais engajada e centrada no aluno. Gilbert e Cooper, por sua vez, evidenciam como a tecnologia pode ser uma poderosa aliada na mediação de conceitos abstratos, desde que guiada por frameworks pedagógicos coerentes. Já Pazicni e Pfundt reforçam a importância de

problemas contextualizados e do reconhecimento dos saberes prévios dos estudantes como elementos-chave para uma aprendizagem significativa.

No entanto, a efetividade dessas inovações está diretamente condicionada à formação docente. Sem professores preparados para refletir criticamente sobre suas práticas e adaptar metodologias às realidades escolares, as propostas de mudança tendem a se diluir ou serem implementadas de forma superficial. Investir em formação inicial robusta e em processos contínuos de atualização profissional é, portanto, um imperativo para que as transformações pedagógicas se consolidem e se sustentem ao longo do tempo.

Além disso, o artigo sugere que a inovação no ensino de Química não deve ser pensada apenas como um fim em si, mas como um meio de promover a formação de sujeitos mais críticos, autônomos e socialmente comprometidos. O ensino de Ciências — e, particularmente, da Química — possui um papel estratégico na construção de uma cidadania ativa, capaz de dialogar com os desafios ambientais, tecnológicos e éticos do século XXI.

Diante disso, cabe aos educadores, pesquisadores e formuladores de políticas públicas o compromisso de promover uma educação química que vá além da mera transmissão de fórmulas e conceitos. É preciso fomentar ambientes de aprendizagem colaborativos, questionadores e abertos à experimentação, nos quais o estudante possa compreender, intervir e transformar o mundo ao seu redor com base no conhecimento científico.

Por fim, este trabalho também abre espaço para investigações futuras que aprofundem o impacto concreto dessas metodologias em diferentes contextos educacionais, especialmente em escolas públicas e em regiões com pouca infraestrutura. Com base em evidências e práticas contextualizadas, será possível construir caminhos cada vez mais consistentes para uma educação em Química que seja, de fato, transformadora..

Referências

1. AUSUBEL, David Paul. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

2. BARROWS, Howard S. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, v. 20, n. 6, p. 481–486, 1986.
3. COOPER, Melanie M. **Cooperative Chemistry Laboratories**. Washington: American Chemical Society, 2000.
4. COOPER, Melanie M. Chemistry education research: From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical Reviews*, v. 118, n. 12, p. 6053–6087, 2018
5. COOPER, Melanie M.; SEERY, Michael (org.). **Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2015.
6. DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, Joel Antônio Peres; PERNAMBUCO, Maria das Graças. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
7. DRIVER, Rosalind et al. **Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas**. London: Routledge, 1994.
8. FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 41. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
9. GESS-NEWSOME, Julie; TIPPINS, Deborah J.; LOUCKS-HORSLEY, Susan (org.). **Examining Pedagogical Content Knowledge**. Dordrecht: Springer, 2003.
10. GILBERT, John. Constructivist learning models in chemistry education. *European Journal of Teacher Education*, v. 21, n. 2–3, p. 171–185, 1998.
11. GILBERT, John. **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2005.
12. GILBERT, John; TREAGUST, David; DUIT, Reinders (org.). **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Dordrecht: Springer, 2002.
13. JOHNSTONE, Alex H. **Chemistry Teaching – Science or Alchemy?** London: Royal Society of Chemistry, 1997.
14. JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 77, n. 9, p. 1123–1130, 2000.

15. JOHNSTONE, Alex H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 2, p. 75–83, 1991.
16. JUSTI, Rosária; GILBERT, John. Models and modelling in chemical education. In: GILBERT, John et al. (org.). **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Dordrecht: Springer, 2002.
17. KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2012.
18. LAVE, Jean; WENGER, Etienne. **Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
19. MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papyrus, 2013.
20. NARDI, Roberto; SILVA, Kátia Aparecida Rodrigues. Formação de professores de Ciências: desafios para uma prática transformadora. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 205–228, 2014.
21. PAZICNI, Sabrina. Curriculum reform in chemistry education: The impact of research-based instructional strategies. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 9, p. 819–844, 2002.
22. PAZICNI, Sabrina. Exploring the impact of different pedagogical approaches on students' understanding of chemistry. **Chemical Education Research and Practice**, v. 18, n. 4, p. 532–545, 2017.
23. PAZICNI, Sabrina; FENSKE, Robert F. Theoretical frameworks for chemistry education: A view of the challenges. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n. 2, p. 209–220, 2019.
24. PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
25. PFUNDT, Hans-Jürgen. Intuitive knowledge in the discourse of chemistry lecturers. **International Journal of Science Education**, v. 13, n. 2, p. 139–148, 1991.
26. PFUNDT, Hans-Jürgen; DUIT, Reinders (org.). **Science Education Research in the Knowledge-Based Society**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.

27. SAVERY, John R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9–20, 2006.
28. SILVA, Geovanna S. et al. Limitações estruturais no ensino de Ciências: análise em escolas públicas do Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 64–80, 2020.
29. SHULMAN, Lee S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4–14, 1986.
30. TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.