

ENTRE A COR E O CONCEITO: LACUNAS NA ABORDAGEM DO pH EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS RELATADAS NO ENEQ E ENPEC

Carla Vanessa dos Santos Silva¹

Alessandro Augusto de Barros Façanha²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, carla.santos.017@ufrn.edu.br.

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, alessandro.facanha@ufrn.br.

RESUMO

Essa pesquisa analisa de que maneira os conceitos de pH e condutividade elétrica têm sido abordados em práticas experimentais divulgadas nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), à luz da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais, de P. Ya. Galperin. Justifica-se pela recorrência de abordagens empírico-visuais no ensino de ácidos e bases, frequentemente centradas na observação de mudanças de cor de indicadores, com reduzida explicitação conceitual. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza documental, fundamentada na Análise de Conteúdo, que examinou trabalhos completos publicados entre 2019 e 2024. Os resultados evidenciam o predomínio de propostas centradas na execução material das atividades experimentais, com limitada ou até mesmo nula explicitação da natureza logarítmica do pH, sua relação com a concentração de íons e sua articulação com modelos teóricos ácido-base. Observou-se, ainda, que a condutividade elétrica é frequentemente tratada de modo operacional, dissociada de explicações estruturais. Conclui-se que a aplicação dos princípios da teoria de Galperin pode contribuir para a reorganização das práticas experimentais, favorecendo a formação de ações mentais conscientes e a internalização dos conceitos científicos, superando a centralidade do empírico-visual e fortalecendo o pensamento teórico no ensino de Química.

Palavras-chave: pH; condutividade elétrica; experimentação no ensino de Química; teoria da formação das ações mentais.

INTRODUÇÃO

Os conceitos de potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica ocupam posição estruturante no ensino de Química, por possibilitarem a compreensão de fenômenos ambientais, industriais e biológicos, além de articularem diferentes níveis de representação do conhecimento químico (LEITE, 2018). Entretanto, investigações na área de Ensino de Química evidenciam que tais conteúdos vêm sendo abordados, predominantemente, por meio de práticas experimentais de caráter ilustrativo, centradas na comprovação de teorias previamente apresentadas. Leite (2018) caracteriza essa tendência como empírico-indutivista,

na qual a experimentação assume função demonstrativa, reduzindo-se à verificação de resultados e à observação de efeitos visuais, o que configura uma lacuna na formação conceitual dos estudantes.

Revisões sistemáticas da produção científica nacional corroboram essa problemática. Nunes et al. (2016), ao analisarem pesquisas publicadas entre 1980 e 2014, identificaram a predominância de propostas experimentais em detrimento de abordagens que explorem dimensões epistemológicas, histórico-sociais e conceituais dos conteúdos químicos. No caso específico de ácidos, bases e pH, observa-se a centralidade do uso de indicadores ácido-base e da mudança de coloração como eixo estruturante das atividades pedagógicas, o que tende a restringir a aprendizagem ao plano empírico-visual. Como consequência, conceitos como neutralização, escala logarítmica de pH e mobilidade iônica são frequentemente tratados de forma fragmentada ou superficial.

Estudos empíricos com estudantes do Ensino Médio reforçam esse diagnóstico. Nascimento e Dos Santos (2019) constataram que as aulas priorizavam orientações operacionais das atividades experimentais, em detrimento da problematização teórica das concepções ácido-base. De modo semelhante, Silva e Santiago (2012) evidenciaram dificuldades dos estudantes em articular os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico da Química, além da persistência de concepções alternativas relacionadas à neutralização e à força de ácidos e bases. Tais resultados indicam que a experimentação, quando desvinculada de uma orientação teórica consistente, não garante, por si só, a formação de estruturas conceituais elaboradas.

Como possibilidade de superação desse quadro, recorre-se à Teoria da Formação Planejada das Ações Mentais, desenvolvida por Piotr Yakovlevich Galperin, no âmbito da psicologia histórico-cultural. Segundo Galperin (1989), a aprendizagem de conceitos científicos requer a organização intencional de etapas que conduzam da ação material externa à internalização consciente. O autor afirma que “as novas ações mentais se formam a partir de ações objetivas, que se transformam gradualmente em ações internas, por meio de etapas sistematicamente organizadas” (GALPERIN, 1989, p. 56). Nessa perspectiva, a Base Orientadora da Ação (BOA) assume papel central, pois constitui o sistema de orientações que possibilita ao sujeito executar a atividade de modo consciente e generalizável. Conforme discutem Núñez e Ramalho (2017), a qualidade da BOA determina o nível de compreensão alcançado, favorecendo a transferência e a generalização do conhecimento científico.

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa emerge da constatação, ao longo da formação inicial em Licenciatura em Química e das experiências no estágio docente, de

que a exigência por atividades experimentais na Educação Básica nem sempre é acompanhada de reflexão sobre sua função formativa. Observa-se, frequentemente, a associação entre experimentação e demonstrações pontuais, marcadas por efeitos visuais, sem planejamento orientador que favoreça a formação de ações mentais conscientes. Tal cenário suscita a necessidade de analisar criticamente como as práticas experimentais relativas ao ensino de pH e condutividade elétrica vêm sendo socializadas na produção acadêmica recente.

Metodologicamente, este estudo caracteriza-se como pesquisa qualitativa, de natureza documental e analítico-interpretativa. O corpus é constituído por trabalhos completos publicados nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ 2020, 2022 e 2024) e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC 2019, 2021 e 2023). Os dados foram examinados à luz da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977) e interpretados com base nos pressupostos da teoria de Galperin, especialmente no que se refere às etapas de formação das ações mentais e à organização da Base Orientadora da Ação.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as práticas experimentais relacionadas ao ensino de pH e condutividade elétrica publicadas nos três últimos anais do ENEQ e do ENPEC, identificando o predomínio de abordagens empírico-visuais e discutindo suas implicações para a formação de ações mentais conscientes e para a construção conceitual no Ensino Médio, à luz da teoria de Galperin.

DESENVOLVIMENTO

O levantamento realizado nos anais dos eventos, permitiu delinear um panorama recente das produções sobre experimentação no ensino de ácidos e bases. Embora o volume geral de trabalhos evidenciem a vitalidade da produção acadêmica, o refinamento a partir dos descritores “pH”, “condutividade”, “ácidos e bases” e “experimentação” revelou um número significativamente menor de estudos que articulam esses conceitos em propostas voltadas à Educação Básica. Tal dado indica uma lacuna temática, na qual, apesar da centralidade curricular desses conteúdos, sua integração em atividades experimentais com intencionalidade conceitual ainda é pouco explorada.

O Quadro 1 apresenta a sistematização quantitativa dos trabalhos completos identificados nos anais do ENEQ e do ENPEC que atendem aos critérios de inclusão da pesquisa. A comparação entre o total de publicações e o número de estudos selecionados evidencia que a presença dos conceitos de pH e condutividade elétrica em propostas experimentais corresponde a uma parcela reduzida do conjunto global de produções.

Quadro 1 – Quantificação dos trabalhos completos encontrados no ENEQ e ENPEC.

ANO DO EVENTO	ENEQ	ENPEC	TOTAL DE TRABALHOS	LOCAL DO EVENTO
2019	-	2	1035	Natal - RN
2020	2	-	703	Recife - PE
2021	-	1	806	Virtual
2022	1	-	473	Uberlândia - MG
2023	-	0	1049	Caldas Novas-GO
2024	3	-	941	Belém - PA

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026. Nota: Os traços na tabela indicam que o evento não ocorreu naquele ano.

Em um segundo momento, os trabalhos selecionados foram submetidos à análise qualitativa, com foco na organização das atividades experimentais, no papel da observação empírica e na explicitação conceitual dos fenômenos químicos. Observou-se o predomínio de abordagens empírico-visuais, centradas na observação imediata, em detrimento da sistematização conceitual e da organização orientada da ação do estudante. Esses resultados reforçam a permanência de práticas experimentais de caráter ilustrativo no ensino de Química (HODSON, 1994; LEITE, 2018; GONÇALVES; GOI, 2020). Para aprofundar a discussão, os achados foram organizados em dois eixos analíticos: produções do ENEQ e produções do ENPEC, possibilitando uma análise comparativa entre os eventos.

PRODUÇÕES DO ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA

Entre os trabalhos analisados nos anais do ENEQ, foram identificados seis trabalhos completos que atenderam aos pressupostos da categorização metodológica adotada nesta pesquisa, por estarem inseridos no contexto da Educação Básica. O Quadro 02 sintetiza a distribuição geral dessas produções.

Quadro 2 – Esquema dos trabalhos publicados nos anais do ENEQ (2020–2024)

AUTORES	ANO	ABORDAGEM	CONTRIBUIÇÕES	OBSERVAÇÕES
Monteiro; Bezerra	2020	Sequência de Ensino e Aprendizagem na perspectiva CTS	Articula o conceito de ácidos e bases a problemáticas socioambientais (chuva ácida e correção do solo),	Predominância da identificação empírico-visual do pH, com ausência de aprofundamento conceitual e

			favorecendo a contextualização e a tomada de decisão.	formalização matemática.
Rodrigues <i>et al.</i>	2020	Sequência Didática com atividades lúdicas e experimentais	Estimula o engajamento e a contextualização do conceito de ácido-base no cotidiano dos estudantes.	Abordagem observacional do pH, restrita à classificação ácido/base, sem explicitação dos modelos teóricos subjacentes
Silva; Silva	2022	Processos imaginativos fundamentada na teoria de Vygotsky e Zittoun, analisando o "looping da imaginação"	Valoriza a imaginação como função psicológica superior e favorece a construção progressiva de significados sobre ácidos e bases.	Apesar da centralidade de experimentos por mudanças de cor, o estudo destaca que as implausibilidades faz parte do processo de construção do conhecimento.
Alves; Christofoli; Silva	2024	Jogo didático no âmbito do PIBID (atividades lúdicas)	Favorece o engajamento, a revisão de conteúdos e a interação social, além de conectar conceitos de ácidos e bases ao cotidiano.	Utilização pontual do conceito de pH, sem explicitação conceitual ou aprofundamento teórico, gerando lacunas na compreensão do significado da escala.
Silva <i>et al.</i>	2024	Uso de vídeos experimentais e produção de representações visuais	Contribui para a identificação e superação de concepções alternativas, promovendo a articulação entre os níveis macro e submicroscópico.	Dificuldades persistentes entre os níveis de representação e confusão conceitual entre força do ácido, concentração e pH.
Melo <i>et al.</i>	2024	Investigação experimental com materiais alternativos	Promove aprendizagem significativa por meio da experimentação e possibilita a compreensão inicial de acidez e basicidade.	Predomínio da abordagem empírico-visual, com o conceito de pH restrito à observação de mudanças de cor de indicadores.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

De modo geral, os trabalhos revelam esforços significativos para tornar o ensino de Química mais significativo e próximo da realidade dos estudantes. Contudo, a partir da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais (TFEAM), evidencia-se que a formação de

conceitos como pH e condutividade elétrica demanda mais do que a realização de atividades práticas ou lúdicas, requer a organização intencional das etapas da ação, a explicitação da orientação conceitual e a mediação pedagógica voltada à superação das implausibilidades construídas ao longo do processo. Nesse sentido, a TFEAM configura-se como um referencial potente para reinterpretar os resultados encontrados, ao evidenciar os limites de abordagens centradas predominantemente no empírico-visual.

A análise do conjunto de trabalhos revela que o conceito de pH ocupa um lugar secundário nas investigações, apesar de sua centralidade no currículo da Educação Básica. Tal resultado aponta para uma lacuna entre a relevância epistemológica do conceito e sua presença efetiva nas pesquisas em Educação em Ciências, corroborando críticas recorrentes acerca da superficialidade com que conceitos químicos abstratos são frequentemente tratados no ensino (POZO; CRESPO, 2009). Nos trabalhos de Monteiro e Bezerra (2020) e Rodrigues et al. (2020), observa-se um padrão recorrente de abordagem, no qual o pH é mobilizado predominantemente como indicador empírico-visual, associado à mudança de cor de indicadores e à classificação de substâncias em ácidas, básicas ou neutras. Embora a experimentação esteja articulada a contextos do cotidiano como chuva ácida, solo, alimentos e piscinas, ela se restringe, em grande medida, à identificação e à contextualização dos fenômenos, sem avançar de forma consistente para a construção conceitual do pH enquanto grandeza teórica, relacional e de natureza logarítmica.

Esse encadeamento, frequentemente marcado pela sequência cor, classificação, aplicação contextual, revela uma mediação conceitual restrita, que mantém a aprendizagem no plano sensorial. À luz da TFEAM (GALPERIN, 1989; 2009), as ações permanecem nas etapas iniciais, sem explicitação da orientação necessária à formação de ações mentais conscientes. Nesses trabalhos, o pH é tratado como escala ordinal (“menor que 7”, “maior que 7”), desvinculado de sua relação com a concentração de íons H^+ , de sua natureza logarítmica e de seu caráter teórico. Assim, embora haja aproximação com o cotidiano, a contextualização não se converte em avanço conceitual, limitando o potencial formativo do conceito.

O trabalho de Silva e Silva (2022), apresenta deslocamentos importantes em relação às abordagens anteriores. Os autores demonstram preocupação explícita com os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, especialmente no que se refere à imaginação, à construção de significados e à generalização conceitual. O pH é tratado como objeto de mediação simbólica, ainda que essa mediação permaneça fortemente ancorada no empírico-

visual. A proposta parte do pressuposto de que erros, implausibilidades e sínteses provisórias são constitutivos do processo formativo, aproximando-se da concepção galperiniana segundo a qual o erro revela o estágio da ação em que o estudante se encontra e pode orientar a intervenção pedagógica (GALPERIN, 1989).

Entretanto, mesmo ancorada em referenciais psicológicos consistentes, a proposta não rompe completamente com o modelo experimental dominante. O pH continua sendo operacionalizado prioritariamente como escala classificatória e fenômeno observável, o que reforça a compreensão de que o problema central não reside na ausência de teoria, mas na permanência de um modelo didático que privilegia a aparência e a classificação em detrimento da construção do conceito científico em nível mental. Conforme destaca Galperin (2009), a formação de conceitos exige a condução planejada das ações, de modo que o estudante possa internalizar os princípios que estruturam o conhecimento, superando o empírico sem negá-lo.

Essa tendência também se manifesta nos trabalhos de Alves, Christofoli e Silva (2024) e Melo et al. (2024), nos quais o pH aparece integrado a jogos didáticos e práticas experimentais com materiais alternativos. Em ambos os casos, observa-se avanço na motivação, na participação discente e no abandono de explicações baseadas exclusivamente em sensações sensoriais. Contudo, o processo formativo permanece com pouca ênfase na generalização conceitual, o que, segundo Galperin (1989), limita a transferência do conhecimento para novos contextos.

De modo geral, os resultados indicam que o pH é abordado predominantemente de forma instrumental e subordinada ao ensino de ácidos e bases, como indicador experimental ou valor classificatório, o que reforça uma perspectiva operacional dissociada de seus fundamentos teóricos, históricos e matemáticos, em consonância com a crítica de Mortimer (2016) aos “rótulos operacionais”. A permanência de concepções alternativas, como a associação entre acidez e corrosividade ou a ideia de que bases são intrinsecamente inofensivas, evidencia a necessidade de mediação pedagógica na diferenciação progressiva dos conceitos científicos (AUSUBEL, 2003), considerando que “a formação de conceitos é um processo complexo e dinâmico” (Vigotski, 2009, p. 124). Ademais, ao desconsiderar sua dimensão histórico-epistemológica, reforça-se uma visão dogmática da ciência (Kuhn, 2018), o que aponta para a urgência de propostas didáticas que articulem experimentação, linguagem e formalização conceitual no ensino de Química.

PRODUÇÕES DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

No conjunto dos trabalhos publicados nos anais do ENPEC, foram identificados três trabalhos completos que atenderam aos pressupostos da categorização metodológica. O Quadro 03 sistematiza a análise inicial dessas produções, apresentando a abordagem metodológica, contribuições e tratamento conceitual do pH. Essa organização visa oferecer uma visão panorâmica do corpus analisado, constituindo ponto de partida para a discussão.

Quadro 3 – Esquema dos trabalhos publicados nos anais do ENPEC (2019–2023)

AUTORES	ANO	ABORDAGEM	CONTRIBUIÇÕES	OBSERVAÇÕES
Monteiro; Bezerra	2019	Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) na perspectiva CTS	Integração entre conceitos químicos e problemas socioambientais (chuva ácida); promoção do pensamento crítico.	pH tratado como indicador experimental para análise do solo; abordagem contextual e aplicada; não há formalização matemática (logaritmo)
Lima; Vasconcelos; Sá	2019	Simulações PhET; TCAM (Mayer); Níveis de Representação (Johnstone)	Facilita transição entre níveis macro, micro e simbólico; favorece compreensão da diluição e concentração iônica; reduz abstração conceitual.	pH apresentado na escala 0–14; relacionado às concentrações de H_3O^+ e OH^- ; visualização submicroscópica via simulação.
Melo, A. M. F.	2021	Jogo digital (Batalha Quimicard); Vigotski (imaginação); Modelo EGameFlow	Demonstra potencial dos jogos digitais para engajamento e construção de significados; avaliação positiva de usabilidade.	pH não é métrica principal; aparece indiretamente associado à concentração/diluição e força (K_a/K_b).

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

A análise dos trabalhos do ENPEC indica um movimento de superação do ensino tradicional, como na proposta de Monteiro e Bezerra (2019), que, ancorada na perspectiva CTS, situa o pH na compreensão de problemas socioambientais. Embora essa organização favoreça a orientação inicial da ação ao inserir o conceito em contextos significativos, a ausência de explicitação sistemática de sua estrutura lógico-matemática e natureza logarítmica pode limitar

a formação plena do conceito. Conforme Galperin (1989), a não consolidação de uma Base Orientadora da Ação completa compromete a generalização e a internalização consciente do conhecimento.

Em perspectiva distinta, Lima, Vasconcelos e Sá (2019) exploram o potencial das simulações digitais da plataforma PhET, articulando os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico, conforme a proposição de Johnstone (1991). Nesse estudo, o pH é explicitado como grandeza mensurável, relacionada às concentrações de H_3O^+ e OH^- , o que amplia sua densidade conceitual. A visualização dinâmica das partículas em solução e das variações decorrentes da diluição favorece a compreensão relacional do fenômeno, contribuindo para a superação de concepções alternativas. Nesse sentido, há maior proximidade com a organização por etapas defendida por Galperin (1989), pois se observa uma tentativa de estruturar a passagem do concreto representacional ao abstrato teórico.

No campo dos recursos didáticos, Melo (2021), ao avaliar o jogo digital Batalha Quimicard, fundamentado no modelo EGameFlow e em pressupostos vigotskianos sobre imaginação, evidencia que o engajamento lúdico pode favorecer a construção de significados relacionados à força de ácidos e bases (K_a e K_b). A imaginação, conforme Vygotsky (2009), constitui elemento constitutivo do pensamento científico, pois permite ao sujeito reorganizar experiências e construir novas sínteses conceituais. Todavia, ainda que o jogo mobilize relações quantitativas e simbólicas, o pH aparece apenas de forma indireta. À luz de Galperin (1989), a atividade lúdica pode configurar etapa material ou materializada da ação; contudo, sem explicitação sistemática da estrutura conceitual, a generalização permanece limitada.

CONCLUSÕES

A presente investigação teve como propósito analisar de que maneira os conceitos de pH e condutividade elétrica têm sido abordados em práticas experimentais divulgadas nos anais do ENEQ e do ENPEC, à luz da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais de P. Ya. Galperin. Partiu-se do pressuposto de que a aprendizagem desses conceitos, por sua natureza abstrata e relacional, exige mais do que a simples observação de fenômenos empíricos, demandando uma organização didática capaz de promover a formação de ações mentais conscientes.

Os resultados evidenciam que, embora haja esforços significativos de inovação metodológica, seja por meio de sequências didáticas contextualizadas, jogos, simulações digitais ou propostas interdisciplinares, persiste a predominância de abordagens centradas na dimensão empírico-visual. O pH, em particular, aparece majoritariamente como instrumento

classificatório ou indicador experimental associado à mudança de cor, com reduzida explicitação de sua natureza logarítmica, de sua relação com a concentração de íons H_3O^+ e de sua inserção nos diferentes modelos ácido-base. A condutividade elétrica, por sua vez, tende a ser tratada de forma operacional, vinculada à verificação da presença de íons em solução, sem aprofundamento na compreensão das interações que fundamentam o fenômeno.

À luz da Teoria da Formação das Ações Mentais, tal configuração indica que muitas propostas permanecem concentradas nas etapas iniciais da formação da ação, privilegiando a execução material das atividades, mas sem garantir a consolidação de uma Base Orientadora da Ação suficientemente completa. Como destaca Galperin (1989), a internalização do conceito depende da explicitação sistemática de seus elementos estruturantes, de seus critérios de aplicação e de suas condições de generalização. Quando essa orientação não é plenamente construída, o estudante pode executar corretamente procedimentos experimentais, mas não necessariamente compreender o significado teórico subjacente.

Conclui-se, portanto, que o desafio não reside na substituição da experimentação, mas em sua ressignificação pedagógica. A experimentação precisa deixar de ser um fim em si mesma e assumir o papel de meio para a construção do conceito científico. No caso específico do pH e da condutividade elétrica, isso implica integrar formalização matemática, fundamentação teórica, contextualização histórico-epistemológica e problematização investigativa em um movimento articulado e intencional. Tal reorganização representa um caminho promissor para fortalecer a alfabetização científica e consolidar o ensino de Química como espaço de formação do pensamento teórico na Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. L.; CHRISTOFOLI, M.; SILVA, N. A. N. A elaboração de um jogo didático para o conteúdo de ácidos e bases: Ações do PIBID Química. In: **Anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Belém-PA, 2024. Disponível em: <https://sl1nk.com/FDtID>. Acesso em: 19/12/2025.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

GALPERIN, P. Y. A formação das ações mentais e dos conceitos. Tradução de Zoia Prestes. In: PRESTES, Zoia; TUNES, Elizabeth; NASCIMENTO, Rubens (org.). **A formação social da mente**: estudos históricos e conceituais. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 103–137.

GALPERIN, P. Ya. Mental actions as a basis for the formation of thoughts and images. **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 27, n. 3, p. 45–64, 1989. DOI: 10.2753/RPO1061-0405270345.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no ensino de Química na educação básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 1–17, 2020. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1787>.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 12, n. 3, p. 300–313, 1994. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, Oxford, v. 7, n. 2, p. 75–83, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2018.

LEITE, B. S. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educ. quím.**, Ciudad de México, v. 29, n. 3, p. 61-78, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726>. Acessado em: 07 nov. 2025.

LIMA, R. A.; VASCONCELOS, F. C. C.; SÁ, R. A. O Uso de Simulações PHET no Ensino dos Conceitos de Ácido e Base. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Natal: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0938-1.pdf>. Acesso em: 03/01/2026.

MELO, A. M. F.. Imaginação e avaliação pelo modelo do egameflow em um jogo digital sobre ácidos e bases. **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76618>. Acesso em: 03/01/2026.

MELO, W. M. G.; MOREIRA, A. L. A.; MOURA, C. H. A.; FLORENTINO, R. M.; DINIZ, D. M. A.; JÚNIOR, A. I. D. Investigação Experimental das Propriedades Ácido-Base: Uma Abordagem Didática para o ensino de Química com materiais alternativos. In: **Anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química**. **Anais**. Belém (PA) UFPA, 2024. Disponível em: <https://sl1nk.com/W4Lit>. Acesso em: 08/01/2026.

MONTEIRO, M. D. S.; BEZERRA, B. H. S. Ácidos e Bases: analisando uma proposta para o Ensino de Química baseada na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Natal: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1454-1.pdf>. Acesso em: 03/01/2026.

MONTEIRO, M. D. S.; BEZERRA, B. H. S. Análise de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) sobre Ácidos e Bases pautada na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). In: **Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**, 2020. Disponível em: <https://encurtador.com.br/XrTP>. Acesso em: 02/01/2026.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 20–39, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/645>. Acesso em: 12 jan. 2026.

NASCIMENTO, G. S.; DOS SANTOS, B. F. Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 179–189, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160136>.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M.; DE OLIVEIRA, O. A.; HUSSEIN, F. R. G. S. Revisão no campo: o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos ácido e base entre 1980 e 2014. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 185-196, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160025>.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A Teoria de P. Ya. Galperin como Fundamento para a Formação de Habilidades Gerais nas Aulas de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 5–19, 2017. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1260>. Acesso em: 14 nov. 2025.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RODRIGUES, A. P.; LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G.; NASCIMENTO, F. J.; LIMA, M. S. L. Uso de uma sequência didática no ensino de ácidos e bases. In: **Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneqpe2020/245453-uso-de-uma-sequencia-didatica-no-ensino-de-acidos-e-bases>. Acesso em: 08/01/2026.

SILVA, A. J. P.; BOAS, G. M. V.; ALVES, G. L.; SANTO, M. E.; SILVA, P. M.; BERTAGNOLLI, D. C. Vídeos de experimentos sobre a força dos ácidos desafiando a construção de representações químicas: experiências de iniciação à docência no Ensino Médio. In: **Anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química. Anais**. Belém(PA) UFPA, 2024. Disponível em: <https://sl1nk.com/JUFpC>. Acesso em: 08/01/2026.

SILVA, M. P.; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História das Ciências combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 5, p. 49–82, 2012. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/9263>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SILVA, W. M. C.; SILVA, J. R. R. T. Processos imaginativos na construção de significados do conteúdo ácido-base em alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de Pernambuco. In: **Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química. Anais**. Uberlândia-MG, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xxieneq2022/519712-processos-imaginativos-na-construcao-de-significados-do-conteudo-acido-base-em-alunos-do-2-ano-do-ensino-medio-e>. Acesso em: 03/01/2026.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.