

**USO DE CORANTES
NATURAIS COMO
INDICADORES ÁCIDO-BASE
EM UMA ABORDAGEM
INVESTIGATIVA: UM
ESTUDO DE CASO NO
ENSINO DE QUÍMICA**

**USE OF NATURAL DYES AS ACID-BASE INDICATORS IN AN INVESTIGATIVE
APPROACH: A CASE STUDY IN CHEMISTRY TEACHING**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas • 06/05/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/778061152](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/778061152)

Luciane Barros Silva¹

Aline de Santana Carvalho²

Winter Moraes dos Santos³

Madson Jonhe da Costa⁴

RESUMO

Este estudo apresenta uma proposta metodológica alternativa para o ensino de Química, baseada na utilização de corantes naturais extraídos da beterraba (*Beta vulgaris*), em meio aquoso, acetônico e alcoólico como indicadores ácido-base. O objetivo foi despertar o interesse dos alunos pela disciplina e estimular o desenvolvimento do pensamento científico-investigativo. A metodologia adotada fundamentou-se na experimentação investigativa, utilizando materiais de baixo custo e facilmente acessíveis no cotidiano dos estudantes, envolvendo atividades como extração, titulação ácido-base e cromatografia em papel. Para a avaliação da proposta, foram aplicados pré e pós- questionários, bem como a observação das atividades em sala de aula. Os resultados evidenciaram melhora significativa no desempenho dos alunos, bem como maior engajamento nas atividades, indicando que a abordagem favorece a construção do conhecimento e a autonomia investigativa. Ademais, a proposta possibilitou a contextualização de conteúdos como funções orgânicas, polaridade, equilíbrio químico, análise volumétrica e métodos de separação de misturas. Conclui-se que o uso de corantes naturais constitui uma estratégia didática eficaz, acessível e motivadora para o ensino de Química.

Palavras-chave: Experimentação investigativa; Ensino de Química; Corantes naturais; Indicadores ácido-base; Aprendizagem científica.

ABSTRACT

This study presents an alternative methodological proposal for the teaching of Chemistry, based on the use of natural dyes extracted from beetroot (*Beta vulgaris*) in aqueous, acetone-based, and alcoholic media as acid-base indicators. The objective was to stimulate students' interest in the subject and to promote the development of scientific and investigative thinking. The adopted

methodology was grounded in inquiry-based experimentation, using low-cost materials that are easily accessible in students' daily lives, involving activities such as extraction, acid–base titration, and paper chromatography. To evaluate the proposal, pre- and post-intervention questionnaires were applied, along with classroom observation. The results showed a significant improvement in students' performance, as well as greater engagement in the activities, indicating that the approach favors knowledge construction and investigative autonomy. Furthermore, the proposal enabled the contextualization of topics such as organic functions, polarity, chemical equilibrium, volumetric analysis, and methods of mixture separation. It is concluded that the use of natural dyes constitutes an effective, accessible, and motivating teaching strategy for Chemistry education.

Keywords: Investigative Experimentation; Chemistry teaching; Natural dyes; Acid–base indicators; Scientific learning.

1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem em Química é fundamental para o alcance dos objetivos educacionais dessa área, sendo influenciado por diversos fatores, uma vez que essa ciência integra fatos, conceitos, postulados e teorias (Dos Santos e Da Silva, 2021; Silva, M. D. J. D. S., 2025). Nesse sentido, aprender Química implica participar de um processo essencialmente científico, que vai além da simples memorização de conteúdos (Nunes, 2026).

Ademais, o ensino de Química contribui para a compreensão de fenômenos, o desenvolvimento da capacidade de identificar e resolver problemas, o aprimoramento de habilidades cognitivas e a

formação do pensamento científico, competências aplicáveis em diferentes contextos do cotidiano (Silva e Da Costa, 2026).

Apesar dessa relevância, o ensino de Química tem se limitado, em muitos contextos, à transmissão de informações e à apresentação de leis de forma isolada, frequentemente desvinculadas da realidade dos estudantes (Brasil, 2019). Essa abordagem tende a privilegiar a memorização, restringindo a aprendizagem a níveis cognitivos mais baixos, muitas vezes orientados por exames seletivos e por livros didáticos que reforçam essa perspectiva (Brasil, 2018). Nesse cenário, observa-se uma ênfase excessiva em classificações, como tipos de reações, ácidos e soluções, que, em geral, não favorecem a construção de aprendizagens significativas (Brasil, 1997).

A complexidade da aprendizagem em Química também pode ser compreendida a partir do modelo de Johnstone (1993), que organiza o conhecimento químico em três níveis inter-relacionados: macroscópico, submicroscópico e simbólico. A articulação entre esses níveis é essencial para a compreensão dos fenômenos químicos, sendo frequentemente apontada como uma das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes.

A apropriação de conceitos científicos, por sua vez, vai além da simples memorização ou associação de ideias. Quando o ensino se limita a esse nível, pode resultar na formação de pseudoconceitos, conforme discutido por Vygotsky (1987). Nesses casos, o estudante é capaz de reproduzir definições, mas apresenta dificuldades em generalizar o conhecimento ou aplicá-lo em diferentes contextos, evidenciando uma aprendizagem superficial e pouco significativa (Vygotsky, 1987; Milani, 2024).

Diante desse cenário, diferentes estudos apontam para a necessidade de repensar tanto a formação inicial e continuada de professores de Química quanto as metodologias adotadas na Educação Básica (Ibiapina e Gonçalves, 2023). De acordo com Silva & Da Costa (2026), torna-se essencial analisar criticamente as práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula, a fim de compreender as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e os fatores que contribuem para sua desmotivação em relação à disciplina.

A aprendizagem em Química deve ser compreendida como um processo contínuo e articulado ao longo dos diferentes níveis de ensino (Dos Santos e Da Silva, 2021). Quando bem conduzido, esse percurso inicia-se no ensino fundamental, desenvolve-se no ensino médio e se aprofunda no ensino superior, possibilitando a construção progressiva do conhecimento científico (Silva, M. D. J. D. S., 2025). Nesse contexto, a prática docente assume papel central ao promover a integração entre os conteúdos de Química e outras áreas do conhecimento, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Nunes, 2026).

Apesar dos avanços teóricos, ainda persiste uma lacuna entre propostas pedagógicas que valorizam a investigação científica e as práticas efetivamente desenvolvidas em sala de aula, especialmente em contextos com acesso limitado a laboratórios e recursos didáticos (Silva, L. G., 2025). Tal realidade evidencia a necessidade de estratégias que aliem contextualização, baixo custo e potencial investigativo, aproximando o ensino de Química da vivência dos estudantes (Dos Santos e Da Silva, 2021).

Entre essas possibilidades, destaca-se a experimentação investigativa com o uso de materiais alternativos, que favorece a

participação ativa dos alunos e a construção significativa do conhecimento (Alves *et al.*, 2024). Nesse sentido, a utilização de corantes naturais, como os extraídos da beterraba (*Beta vulgaris*), configura-se como uma estratégia acessível e eficaz para o ensino de conceitos químicos, especialmente no estudo de indicadores ácido-base.

Este estudo propõe a realização de experimentos com indicadores naturais obtidos por extração por solventes, aplicados em turmas da 3ª série do Ensino Médio. A proposta possibilita a abordagem de conceitos como funções orgânicas, equilíbrio ácido-base, polaridade, indicadores de pH, análise volumétrica e separação de misturas, com base nos graus de liberdade de Pella (1961) e na investigação científica de Tamir (1976).

Os pigmentos naturais apresentam variações de cor em função do pH (Cipriani e Da Silva, 2022), evidenciando seu potencial como indicadores ácido-base. Além disso, fatores como custo, acessibilidade e questões ambientais reforçam sua aplicação no ensino de Química.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Problemas do Ensino de Química

O debate sobre os processos de ensino e aprendizagem tem ganhado destaque na área de Educação Química, especialmente a partir dos anos 2000, evidenciando a necessidade de abordagens que superem o ensino tradicional e valorizem práticas investigativas e a formação para a cidadania (Assai e Bedin, 2024). Nesse contexto, observa-se uma tendência de reformas educacionais voltadas à promoção da Alfabetização Química, compreendida como a

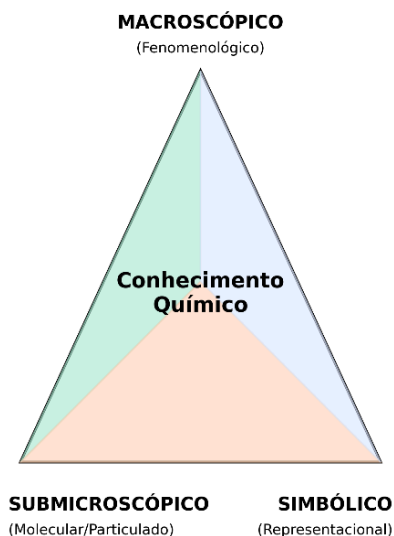
capacidade de mobilizar conhecimentos químicos na tomada de decisões em contextos sociais, tecnológicos e ambientais (Silva-Neto e Leite, 2023).

Apesar desses avanços teóricos, o ensino de Química ainda se caracteriza, em muitos contextos, pela predominância de práticas centradas na transmissão de conteúdos e na memorização, frequentemente desvinculadas da realidade dos estudantes. Essa abordagem limita o desenvolvimento do pensamento crítico e dificulta a construção de aprendizagens significativas, reduzindo o conhecimento a classificações e definições pouco articuladas entre si (Brasil, 1997)

A complexidade da aprendizagem em Química está diretamente relacionada à natureza do próprio conhecimento químico, que envolve a compreensão de processos e transformações fundamentados em conceitos abstratos e modelos teóricos. Além disso, exige o domínio de diferentes formas de representação, como fórmulas, equações e cálculos específicos, característicos dessa área do conhecimento (Albano e Delou, 2024).

Nesse sentido, o modelo proposto por Johnstone (1993) organiza o conhecimento químico em três níveis inter-relacionados: macroscópico (fenomenológico), submicroscópico (teórico-conceitual) e simbólico (representacional), conforme ilustrado na Figura 1. A compreensão dos fenômenos químicos depende da articulação entre esses níveis, o que representa um dos principais desafios para os estudantes.

Figura 1 – Triângulo de Johnstone para os aspectos de representação do conhecimento químico.



Fonte: Adaptado de Johnstone (1993).

Parte das dificuldades na aprendizagem de conceitos químicos está relacionada à fragmentação do ensino, que privilegia um único nível de representação, sem articulação entre eles, comprometendo a construção de modelos explicativos (Johnstone, 1982).

Sob a perspectiva de Vygotsky (1987), a aprendizagem de conceitos científicos exige mais do que memorização, envolvendo a capacidade de generalização e aplicação. Quando isso não ocorre, surgem pseudoconceitos, evidenciando uma compreensão superficial dos fenômenos (Milani, 2024).

2.2. Falta de Laboratório nas Escolas

No contexto do ensino de Ciências, é frequente que as escolas deixem de utilizar o laboratório didático por diferentes razões, entre as quais se destacam a limitação de tempo, a escassez de recursos e o baixo engajamento dos profissionais envolvidos (CorrêA *et al.*, 2025). Com o tempo, essa ausência de práticas experimentais tende a se naturalizar, levando ao questionamento da relevância e da própria necessidade do laboratório no ambiente escolar (Damaceno, 2016).

Entre os desafios enfrentados pelos professores de Química na atualidade, destaca-se a ausência ou a precariedade de laboratórios destinados às aulas práticas (Moisés, 2021). Mesmo quando esse espaço está disponível, muitas instituições lidam com a insuficiência de materiais, como reagentes e vidrarias, além da carência de apoio técnico especializado (De Oliveira *et al.*, 2024). Nesse cenário, o processo de aprendizagem torna-se ainda mais complexo, considerando que a assimilação do conhecimento ocorre de forma distinta entre os estudantes (Silva, J. M. D., 2025).

Apesar dessas limitações, o laboratório constitui um recurso fundamental para o ensino de Ciências, desde que sejam garantidas condições mínimas de segurança e funcionamento adequadas (Moisés, 2021; Silva, J. M. D., 2025). Além disso, é importante reconhecer que a realização de atividades experimentais não depende, necessariamente, de equipamentos sofisticados. O uso de práticas simples, acessíveis e alinhadas aos conteúdos trabalhados pode favorecer a compreensão dos conceitos e tornar o aprendizado mais significativo (De Oliveira *et al.*, 2024).

2.3. Extração da Beterraba e Uso de Corantes Como Objeto de Estudo

A cor desempenha um papel fundamental na percepção e aceitabilidade de produtos, sendo um fator determinante na sua atratividade para os consumidores (Araújo, 2004; De Lima *et al.*, 2022). Esses corantes podem ser sintéticos ou naturais; embora os sintéticos apresentem maior estabilidade e menor custo, observa-se uma crescente substituição por pigmentos naturais (Marques *et al.*, 2025).

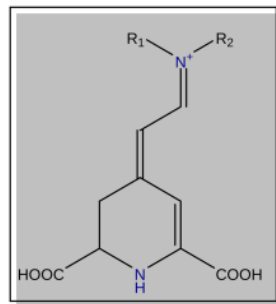
No ensino de Química, a relação entre propriedades químicas e cor tem sido explorada como estratégia didática para promover aprendizagem significativa. Estudos demonstram o potencial de extratos vegetais, como o repolho roxo, no ensino de pH por meio de mudanças de cor em substâncias do cotidiano (Barbosa, 2024).

Os indicadores ácido-base são substâncias que variam de cor conforme o pH do meio, relacionado à concentração de íons hidrogênio (H^+) em solução. Nesse contexto, corantes naturais destacam-se como alternativas acessíveis e didáticas. Entre eles, a beterraba (*Beta vulgaris*) é uma importante fonte de betalaínas, pigmentos nitrogenados e solúveis em água cuja coloração varia com o pH (Sarmiento *et al.*, 2023).

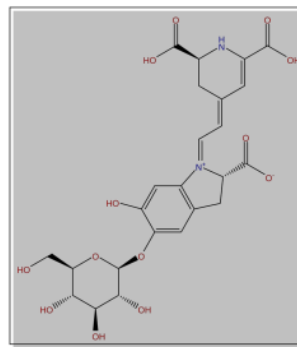
As betalaínas, ver Figura 2a, dividem-se em betacianinas (vermelhas a violetas) e betaxantinas (amarelas a alaranjadas), destacando-se, entre seus principais representantes, a betanina e a vulgaxantina I (Semedo, 2012). Essa característica confere ao extrato potencial como indicador ácido-base.

Das betacianinas, 75 a 95% consistem em betanina (ver Figura 2b). A betanina, pigmento de coloração intensa, apresenta maior poder tintorial que alguns corantes sintéticos (STUPPNER *et al.*, 1996).

Figura 2 – Fórmula estrutural **(a)** básica da betalaína e **(b)** da betanina



(a)



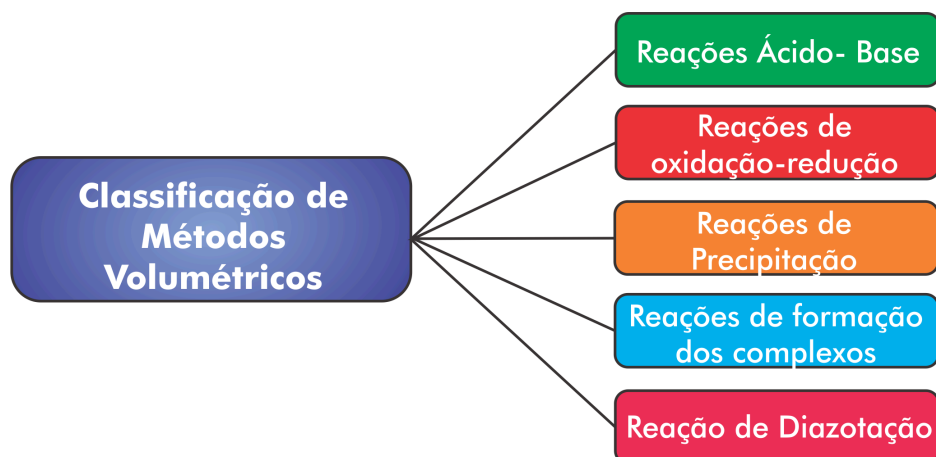
(b)

Assim, o uso de corantes naturais, especialmente da beterraba, apresenta-se como uma alternativa viável para práticas experimentais investigativas, favorecendo a contextualização e a aprendizagem de conceitos químicos.

2.4. Análise Volumétrica e Cromatografia em Papel Utilizando a Beterraba

A análise volumétrica, também denominada titrimetria, consiste na determinação da concentração de uma substância a partir do volume de uma solução padrão necessário para reagir completamente com o analito (Terra e Rossi, 2005; Nunes *et al.*, 2022). Nesse processo, a identificação do ponto final da titulação é frequentemente realizada com o auxílio de indicadores ácido-base, cuja mudança de cor ocorre em uma faixa específica de pH, conhecida como intervalo de viragem (Previdello *et al.*, 2006). Os principais métodos volumétricos podem ser classificados de acordo com o tipo de reação envolvida, conforme observado na Figura 3.

Figura 3 – Classificação dos Métodos Volumétricos



Nesse contexto, o extrato de beterraba (*Beta vulgaris*) pode ser utilizado como indicador natural em titulações ácido-base, apresentando variações de coloração em função do pH do meio (Pantoja, 2023). Essa propriedade permite sua aplicação como alternativa aos indicadores sintéticos, contribuindo para práticas experimentais mais acessíveis e contextualizadas no ensino de Química (Lima, 2025).

A cromatografia em papel, por sua vez, é uma técnica físico-química de separação de misturas baseada na diferença de afinidade dos componentes entre uma fase estacionária (papel) e uma fase móvel (solvente). Nesse método, os pigmentos presentes no extrato de beterraba são separados em função de suas interações com o solvente e o suporte, evidenciando conceitos como polaridade e solubilidade (Fogaça, 2018).

A aplicação da cromatografia em papel no estudo dos pigmentos naturais possibilita a visualização da separação das substâncias e favorece a compreensão de conteúdos químicos de forma prática e investigativa. Dessa forma, tanto a análise volumétrica quanto a cromatografia em papel, quando associadas ao uso de corantes naturais, configuram-se como estratégias didáticas eficazes, promovendo a integração entre teoria e prática e contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

2.5. Experimentação Investigativa e Problematizadora

A experimentação investigativa configura-se como uma abordagem que valoriza a investigação científica tanto como essência do fazer científico quanto como estratégia para o ensino e a aprendizagem de Ciências (De Souza Bodevan e Coelho, 2023). Nessa perspectiva, as atividades experimentais assumem papel central ao promover a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Estudos indicam que os estudantes tendem a apresentar maior interesse por atividades práticas, especialmente aquelas que envolvem investigação e autonomia (Tamir, 1976; Defeo *et al.*, 2025). Nesse contexto, o grau de investigação de uma atividade experimental está diretamente relacionado ao nível de participação discente em suas etapas, como a formulação de hipóteses, a execução dos procedimentos e a análise dos resultados.

Assim, quanto maior a autonomia atribuída ao estudante, maior tende a ser o caráter investigativo da atividade, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação científica e da construção significativa do conhecimento (Pella, 1961; Pires *et al.*, 2024).

2.6. Tipos de Atividades Experimentais

A experimentação no ensino de Ciências pode ser compreendida a partir dos diferentes níveis de participação atribuídos aos estudantes durante sua execução. Nesse sentido, Pella (1961) propõe a organização das atividades experimentais em cinco graus de liberdade, conforme apresentado na Tabela 1, definidos pela distribuição de responsabilidades entre professor e aluno nas diferentes etapas do processo investigativo.

Tabela 1 – Graus de liberdade na experimentação (P = professor; A = aluno). Adaptado de Pella (1961).

Grau de liberdade	I	II	III	IV	V
Etapas do procedimento:	Realizado:				
1. Declaração do problema	P	P	P	A	A
2. Hipóteses	P	P	P	A	A

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/uso-de-corantes-naturais-como-indicadores-acido-base-em-uma-abordagem-investigativa-um-estudo-de-caso-no-ensino-de-quimica?noblockage>

Conforme apresentado na Tabela 1, os diferentes graus de liberdade evidenciam a progressiva transferência de responsabilidades do professor para o aluno ao longo das etapas do processo experimental.

Nesse contexto, os níveis mais elevados de liberdade (IV e V) estão associados à experimentação investigativa, favorecendo o desenvolvimento de habilidades científicas, como argumentação, tomada de decisão e construção do conhecimento. Essa perspectiva orienta a proposta deste estudo, ao priorizar práticas experimentais que estimulem a participação ativa dos alunos e a construção significativa da aprendizagem.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Pesquisa e Coleta de Dados

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa e quantitativa, do tipo estudo de caso (Klein *et al.*, 2021; Nascimento, 2025). A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionários pré e pós-intervenção, da observação sistemática das atividades em sala de aula e da análise dos relatórios experimentais elaborados pelos estudantes.

O pré-questionário teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos relacionados a ácido-base e indicadores de pH. Após a realização das atividades experimentais, aplicou-se um pós-questionário com as mesmas questões, visando avaliar possíveis avanços na aprendizagem. Adicionalmente, foi aplicado um questionário avaliativo para identificar a percepção dos alunos quanto às práticas experimentais.

Os dados quantitativos foram analisados por meio de medidas de tendência central e dispersão, além da aplicação do teste de correlação de Pearson (r), utilizando o software Origin (OriginLab). Já os dados qualitativos foram interpretados a partir da observação das interações, participação e produções dos estudantes ao longo das atividades.

3.2. Contextualização do Estudo e Perfil dos Participantes

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes da 3ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Everaldo da Silva Vasconcelos Júnior, localizada no município de Santana, no estado do Amapá.

As atividades foram realizadas em um ambiente pedagógico destinado às práticas experimentais, denominado “Clube QuiNERD”,

equipado com vidrarias e reagentes básicos. Ressalta-se que os procedimentos adotados podem ser adaptados para contextos escolares com infraestrutura limitada, mediante o uso de materiais alternativos de baixo custo e fácil acesso.

Os participantes foram envolvidos em atividades investigativas voltadas à aprendizagem de conceitos químicos, por meio de práticas experimentais contextualizadas e orientadas pelo professor, visando promover maior engajamento e participação no processo de construção do conhecimento.

3.3. Desenvolvimento das Atividades Investigativas

A proposta foi estruturada em cinco momentos pedagógicos.

Na primeira aula, realizou-se um debate inicial com os alunos sobre o caráter ácido ou básico de substâncias do cotidiano, seguido da apresentação dos conceitos fundamentais de acidez, basicidade e escala de pH. Em seguida, aplicou-se o pré-questionário para levantamento dos conhecimentos prévios. Ao final, os alunos foram incentivados a investigar possíveis indicadores naturais presentes em plantas.

Na segunda aula, os conteúdos foram retomados de forma contextualizada, e os alunos foram orientados quanto à elaboração de relatórios experimentais, incluindo etapas como objetivo, fundamentação teórica, materiais, procedimentos e conclusão.

Na terceira e quarta aula, foram realizadas as atividades experimentais envolvendo a extração do pigmento da beterraba, análise volumétrica e cromatografia em papel, etapa caracterizada como investigação do conhecimento. Após essas atividades, foi

aplicado o pós-questionário, seguido de um questionário avaliativo sobre as práticas experimentais.

Na quinta aula, os alunos entregaram os relatórios experimentais e participaram de um debate final para consolidação dos conteúdos trabalhados.

3.4. Procedimentos Experimentais

3.4.1. Extração do Pigmento da Beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris*) foi cortada em pequenos pedaços e triturada. O material foi transferido para um recipiente, ao qual foram adicionados aproximadamente 30 mL de solvente (água, álcool ou acetona), até completa imersão. A mistura foi agitada, mantida em repouso por cerca de 45 minutos, aquecida e posteriormente filtrada. O extrato obtido foi armazenado em recipiente fechado e protegido da luz.

3.4.2. Preparação do Indicador e Titulação Ácido-base

O extrato de beterraba foi utilizado como indicador em diferentes soluções, permitindo observar variações de cor em função do pH. Para as titulações, foram utilizadas alíquotas de 5 mL de titulante, com adição de três gotas do indicador, sendo os ensaios realizados em triplicata. Foram analisadas reações entre ácido forte (ácido clorídrico) e base forte (hidróxido de sódio).

3.4.3. Cromatografia em Papel

Foram preparadas tiras de papel filtro com dimensões aproximadas de 3 cm × 6 cm. Em cada tira, adicionaram-se gotas do extrato de

beterraba, que foram secas antes da imersão parcial no solvente (álcool). O processo permitiu a separação dos pigmentos por migração diferencial.

3.4.4. Procedimentos de Análise e Tratamento dos Dados

Os dados quantitativos, provenientes dos questionários pré e pós-intervenção, foram tratados por meio de medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão), com o objetivo de verificar a evolução do desempenho dos estudantes. Além disso, foi aplicado o teste de correlação de Pearson (r), a fim de investigar a relação entre o desempenho dos alunos e os níveis de investigação desenvolvidos durante as atividades experimentais, conforme os referenciais de Pella (1961) e Tamir (1976). Os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do software Origin (OriginLab).

Os dados qualitativos foram analisados a partir da observação das interações em sala de aula, da participação dos estudantes durante as atividades experimentais e da análise dos relatórios produzidos. Essa análise buscou identificar evidências de construção do conhecimento, desenvolvimento de habilidades investigativas e mudanças na compreensão dos conceitos químicos abordados.

A integração entre os dados quantitativos e qualitativos permitiu uma compreensão mais ampla dos resultados, possibilitando relacionar o desempenho dos alunos nos questionários com aspectos como engajamento, autonomia e participação nas atividades investigativas. Essa articulação foi fundamental para a interpretação dos resultados apresentados na seção de Resultados e Discussão, evidenciando o impacto da experimentação investigativa no processo de ensino e aprendizagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação da proposta de experimentação investigativa, fundamentada nos pressupostos de Pella (1961) e Tamir (1976), evidenciou avanços significativos na aprendizagem dos estudantes, bem como no desenvolvimento de habilidades científicas e na participação ativa durante as atividades.

4.1. Conhecimento Prévio dos Estudantes

A análise do pré-questionário revelou limitações significativas no conhecimento prévio dos estudantes acerca dos conceitos de ácido-base e indicadores de pH. Conforme apresentado na Tabela 2, uma parcela expressiva dos alunos demonstrou dificuldades em identificar e conceituar tais conteúdos, sendo que 22,86% declararam não possuir conhecimento sobre o tema e apenas 45,71% responderam corretamente às questões propostas.

Esses resultados indicam dificuldades na aprendizagem inicial, possivelmente associadas a abordagens tradicionais de ensino centradas na memorização e pouco articuladas à experimentação (Carvalho, 2022). Esse cenário reforça a necessidade de estratégias didáticas mais eficazes.

Tabela 2 – Resultados obtidos no pré-questionário (n = 35)

QUESTÃO	RESPOSTA	NÚMERO DE ALUNOS (%)
---------	----------	----------------------

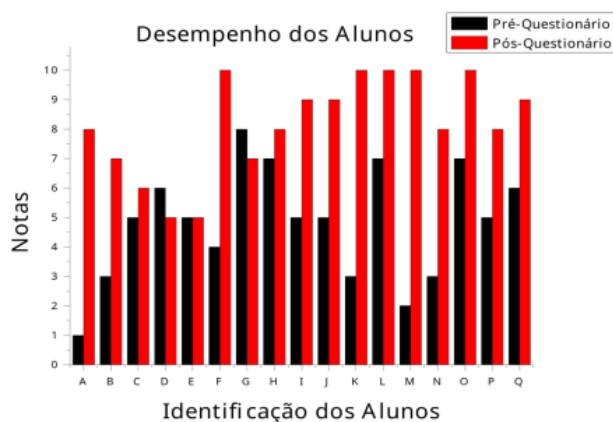
1. Os produtos e alimentos encontrados em casa podem possuir caráter ácido ou básico?	Sim, pode ser encontrado em produtos e alimentos	37,14%
	Não, não pode ser encontrado	40%
	Não sei	22,86%
1. É possível obter um indicador natural através de vegetais?	Sim	68,57%
	Não	31,43%
1. Você sabe identificar e conceituar ácidos e bases? E Indicador de pH?	Sim, e respondeu à pergunta	45,71%
	Sim, mas não respondeu à pergunta	31,43%
	Não sei	22,86%

Esse cenário inicial reforça a necessidade de estratégias didáticas que promovam maior contextualização e participação ativa dos estudantes, o que compromete a aprendizagem significativa (Santana *et al.*, 2018).

4.2. Evolução do Desempenho dos Estudantes no Pré e Pós-questionário

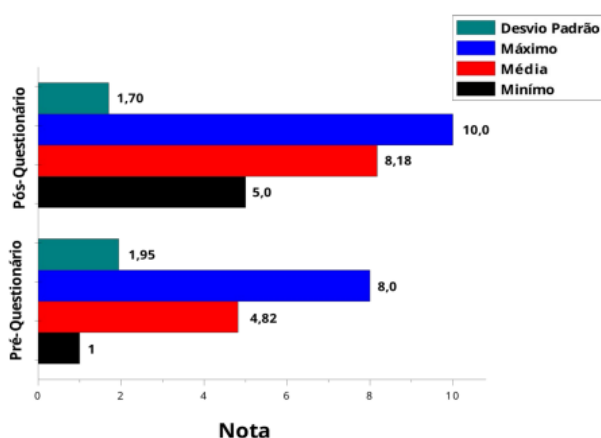
Após a intervenção didática, observou-se uma melhoria expressiva no desempenho dos estudantes. Os dados observados na Figura 4 indicam que o percentual de alunos com notas inferiores a 5,0 foi reduzido para 16,6%, enquanto aproximadamente 83,4% passaram a apresentar desempenho satisfatório.

Figura 4 – Evolução do desempenho dos estudantes no pré e pós-questionário



A análise estatística evidencia um aumento da média das notas (em escala de 0 a 10 pontos) de 4,82 para 8,18, acompanhado da redução do desvio padrão de 1,95 para 1,70. Conforme apresentado na Figura 6, observa-se um aumento da média das notas e uma redução da dispersão dos dados após a intervenção. Esse resultado evidencia o impacto da intervenção investigativa na redução das dificuldades iniciais identificadas.

Figura 5 – Medidas de tendência central do desempenho dos estudantes no pré e pós-questionário



Além disso, a correlação de Pearson ($r = 0,64$) aponta uma relação positiva moderada entre o desempenho dos alunos e o nível de investigação das atividades, sugerindo que práticas com maior participação discente favorecem promissores resultados de aprendizagem.

4.3. Experimentação Investigativa e Fundamentação Teórica

Os resultados obtidos neste estudo podem ser compreendidos à luz dos referenciais teóricos da experimentação investigativa e da aprendizagem significativa (Da Trindade *et al.*, 2026). A organização das atividades segundo os graus de liberdade propostos por Pella (1961) favoreceu a progressiva autonomia dos estudantes, permitindo que assumissem maior protagonismo nas etapas do processo experimental. Esse aspecto está em consonância com Tamir (1976), ao indicar que o caráter investigativo das atividades está diretamente relacionado ao nível de participação discente.

Além disso, sob a perspectiva de Vygotsky (1987), a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando o estudante participa ativamente da construção do conhecimento, superando a simples memorização e desenvolvendo a capacidade de generalização. Nesse contexto, a utilização de atividades experimentais contribuiu para a articulação entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico, conforme proposto por Johnstone (1993), favorecendo uma compreensão mais integrada dos fenômenos observados.

4.4. Avaliação do Extrato de Beterraba Como Indicador Ácido-base

Os resultados experimentais demonstraram que o extrato de beterraba apresentou comportamento adequado como indicador ácido-base, com variações de cor bem definidas em diferentes faixas de pH, conforme ilustrado na Figura 6 e sistematizado na Tabela 3. Observou-se coloração avermelhada em meio ácido, tonalidades

intermediárias em pH neutro e coloração amarelada em meio básico, evidenciando seu potencial como indicador natural.

Figura 6 – Variação de coloração do extrato de beterraba em diferentes meios: (a) ácido (suco de laranja), (b) neutro e (c) básico (soda cáustica).

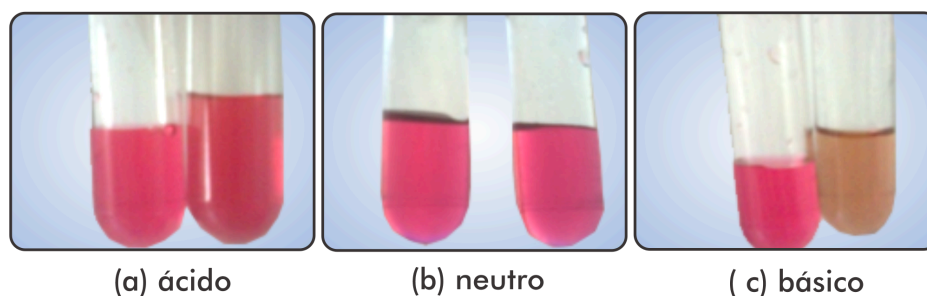
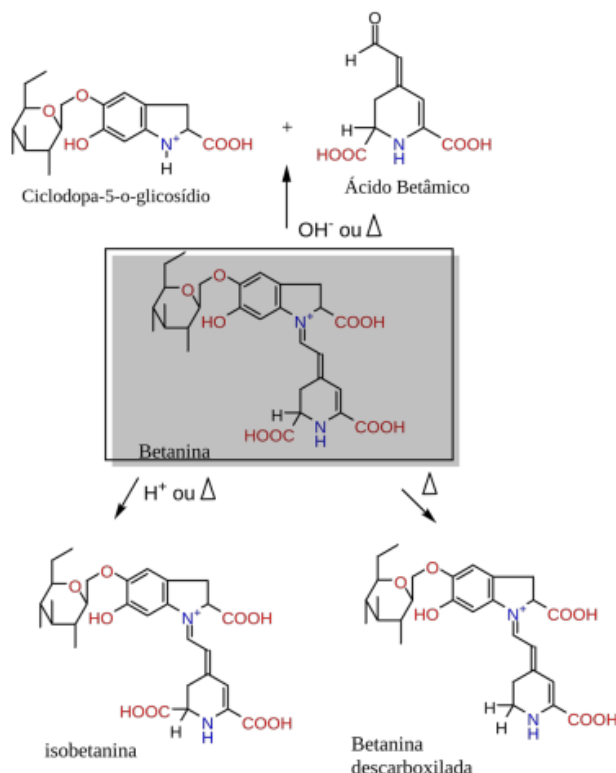


Tabela 3 – Relação entre a coloração do extrato de beterraba e seu potencial como indicador de pH em diferentes meios.

#	COLORAÇÃO EM MEIO			Potencial como indicador
	Ácido	Neutro	Básico	
Água	Vermelho claro	Rosa claro	Amarelo intenso	pH 0-3 → vermelho
Álcool	Vermelho intenso	Rosa	Amarelo	pH 4-6 → rosa
Cetona	Vermelho	Rosa	Amarelo	pH 10-14 → amarelo

Esse comportamento está associado às betalaínas, especialmente à betanina, cuja estrutura química é sensível às variações de pH (Terra e Rossi, 2005). Conforme ilustrado na Figura 7, mudanças no meio reacional promovem transformações estruturais na molécula, resultando em alterações na absorção de luz e, conseqüentemente, na coloração observada experimentalmente (Cuchinski *et al.*, 2010; Moreira *et al.*, 2022).

Figura 7 – Transformações estruturais da betanina em função do pH do meio, evidenciando sua influência na variação de coloração do extrato. Adaptado de Cuchinski (2010).



Na análise volumétrica, o extrato apresentou mudança de cor perceptível no ponto de equivalência, confirmando sua aplicabilidade como indicador em titulações ácido-base. Conforme apresentado na Tabela 4, tanto o indicador obtido em etanol quanto o extrato aquoso apresentaram comportamento semelhante, com mudança de coloração de rosa para incolor em meio básico, indicando pH aproximado de 10.

Tabela 4 – Comportamento dos indicadores de beterraba em titulação ácido forte–base forte (HCl vs NaOH).

Sistema de titulação	Titulação (titulante vs titulado)	Indicador	Mudança de cor	pH
Titulação ácido forte–base forte	HCl vs NaOH	Indicador 1	Rosa → incolor	≈10

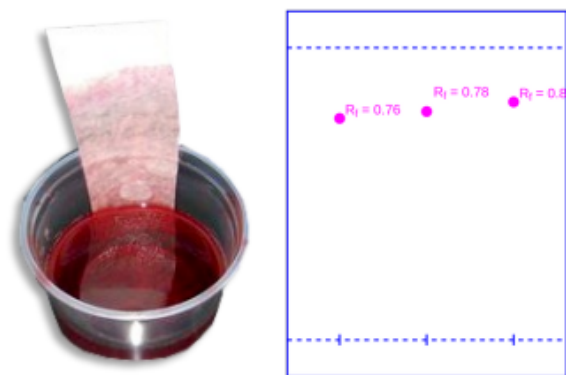
		Indicador 2	Rosa → incolor	≈10
--	--	----------------	-------------------	-----

Esses resultados demonstram que o uso de corantes naturais apresenta não apenas potencial didático, mas também consistência experimental, configurando-se como alternativa viável aos indicadores sintéticos (Cuchinski *et al.*, 2010).

4.5. Cromatografia em Papel na Análise e Separação de Pigmentos Naturais

A técnica de cromatografia em papel foi utilizada para a separação dos pigmentos presentes no extrato de beterraba, permitindo a visualização do deslocamento diferencial das substâncias em função de suas interações com a fase estacionária (papel) e a fase móvel (solvente), conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Cromatografia em papel para a extração da beterraba



Inicialmente, observou-se que os estudantes apresentavam dificuldades na compreensão de conceitos relacionados à separação de misturas, polaridade e solubilidade. Esse resultado está alinhado às limitações identificadas no pré-questionário, evidenciando lacunas na aprendizagem conceitual (Albano e Delou, 2024).

Durante a execução da atividade, foram estimulados o questionamento e a participação ativa dos alunos, promovendo a relação entre teoria e prática. Nesse contexto, os estudantes passaram a elaborar explicações para o fenômeno observado, como a maior migração de substâncias com maior afinidade pelo solvente em comparação àquelas com maior interação com o papel. Resultados semelhantes foram observados por Santos (2025), ao investigar a extração de pigmentos de beterraba por solventes.

Esse avanço pode ser evidenciado nas interações em sala de aula, nas quais os alunos demonstraram compreender, ainda que de forma inicial, conceitos como afinidade e deslocamento diferencial dos pigmentos (Cuchinski *et al.*, 2010). A atividade também possibilitou a identificação dos pigmentos por meio da observação visual, reforçando o papel da experimentação na construção do conhecimento.

Após a realização da prática, verificou-se que os estudantes passaram a estabelecer relações mais consistentes entre os fenômenos observados e os conceitos químicos, ampliando a compreensão de conteúdos como polaridade, solubilidade e separação de misturas. Além disso, a atividade favoreceu uma abordagem interdisciplinar, com conexões com conteúdo da Biologia.

Sob a perspectiva teórica, esses resultados corroboram Vygotsky (1987), ao evidenciar que a aprendizagem é potencializada pela interação e pela mediação pedagógica. Ademais, a atividade contribuiu para a articulação entre os níveis macroscópico (observação das cores), submicroscópico (interações moleculares) e

simbólico (conceitos químicos), conforme proposto por Johnstone (1993).

4.6. Percepção dos Estudantes

Os dados do questionário avaliativo indicaram que a maioria dos estudantes não havia participado anteriormente de atividades experimentais envolvendo extração, titulação e cromatografia. Após a intervenção, observou-se ampla aceitação da proposta, com destaque para o caráter motivador das práticas.

Verificou-se aumento no interesse pelas aulas e maior facilidade na compreensão dos conteúdos, conforme relatado pelos próprios estudantes. Além disso, a participação ativa durante as atividades e a melhoria no desempenho observada no pós-questionário reforçam a efetividade da proposta.

Esses resultados evidenciam que a inserção de atividades experimentais investigativas contribui diretamente para o engajamento dos alunos e para a construção do conhecimento, especialmente em conteúdos considerados abstratos no ensino de Química, corroborando estudos que destacam o papel da experimentação no processo de aprendizagem (Tamir, 1976).

4.7 Potencialidades Pedagógicas da Proposta

Os resultados deste estudo indicam que a experimentação investigativa, associada ao uso de materiais alternativos de baixo custo, como os corantes naturais, apresenta elevado potencial pedagógico para o ensino de Química.

Sob a perspectiva de Vygotsky (1987), a participação ativa e a interação social favorecem a construção de conhecimentos mais significativos. Nesse contexto, a abordagem adotada contribuiu para superar práticas centradas na memorização, promovendo maior envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Além disso, conforme Tamir (1976), atividades com maior nível de investigação favorecem o engajamento e a autonomia discente. A organização das práticas segundo os graus de liberdade de Pella (1961) possibilitou a ampliação progressiva da participação dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento do pensamento científico.

Adicionalmente, a proposta contribuiu para a articulação entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico, conforme o modelo de Johnstone (1993), promovendo uma compreensão mais integrada dos fenômenos químicos. Dessa forma, a abordagem apresenta potencial de aplicação em diferentes contextos educacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o uso de corantes naturais, em especial o extrato de beterraba (*Beta vulgaris*), associado à experimentação investigativa, constitui uma estratégia eficaz para o ensino de conceitos químicos relacionados a indicadores ácido-base, análise volumétrica e separação de misturas.

A proposta possibilitou avanços significativos na aprendizagem dos estudantes, refletidos na melhoria do desempenho nos questionários, no desenvolvimento da autonomia e na capacidade de relacionar teoria e prática. Além disso, as atividades

experimentais favoreceram maior engajamento e interesse dos alunos, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi alcançado, ao demonstrar que a utilização de materiais alternativos, aliada a uma abordagem investigativa, pode contribuir para a melhoria do ensino de Química, especialmente em contextos com recursos limitados.

Como limitações, destaca-se a realização da pesquisa em um único contexto escolar e em um período reduzido de intervenção, o que restringe a generalização dos resultados. Nesse sentido, sugere-se que estudos futuros ampliem o tempo de aplicação da proposta e explorem sua implementação em diferentes realidades educacionais, bem como a utilização de outros corantes naturais para comparação de desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, W. M.; DELOU, C. M. C. Principais dificuldades descritas no aprendizado de química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, p. e16890-e16890, 2024. ISSN 2175-6600.

ALVES, L. P.; ALVES, M. J.; DO NASCIMENTO DIAS, E. Proposição de experimentação investigativa no ensino de ácido e bases em escola pública de Cocal/pi. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, p. e24152638-e24152638, 2024. ISSN 2176-1477.

ARAÚJO, J. Química de alimentos: teoria e prática. In: (Ed.). **Química de alimentos: teoria e prática**, 2004. p.478-478.

ASSAI, N.; BEDIN, E. Resolução de problemas no ensino de Química: uma revisão integrativa. **Revista Diálogo Educacional**, v. 24, n. 82, p. 1104-1120, 2024. ISSN 1981-416X.

BARBOSA, F. P. Ensino de química a partir de uma sequência didática investigativa sobre ácidos e base: possibilidades de aprendizagens processuais e atitudinais. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Apresentação dos Temas Transversais e Ética**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação 2019.

BRASIL, S. **Ministério da Educação. Base nacional comum curricular**: MEC Brasília 2018.

CARVALHO, A. M. P. D. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 2022.

CIPRIANI, A.; DA SILVA, A. R. A utilização da bioquímica dos alimentos no contexto escolar: uma estratégia para o aprendizado de química orgânica no ensino médio. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 1, p. e021-e021, 2022. ISSN 2526-2149.

CORRÊA, T. A. et al. Laboratório em Casa: Integração de Tecnologias Digitais e Práticas Investigativas no Ensino Médio Durante a Pandemia de COVID-19. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 26, n. 1, p. 69-75, 2025. ISSN 2447-8733.

CUCHINSKI, A. S.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Eclética Química**, v. 35, n. 4, p. 17-23, 12/27 2010. Disponível em:

<https://revista.iq.unesp.br/ojs/index.php/ecletica/article/view/223>.

Acesso em: 2026/05/01.

DA TRINDADE, M. B. et al. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, EXPERIMENTAÇÃO E EPISTEMOLOGIA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 32, p. 1-28, 2026. ISSN 2965-6672.

DE LIMA, A. M. et al. A química dos alimentos como tema gerador para o ensino de ácidos e bases. **Research, society and development**, v. 11, n. 1, p. e2521118057-e2521118057, 2022. ISSN 2525-3409.

DE OLIVEIRA, F. L. et al. PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA: IMPORTÂNCIA, DESAFIOS E IMPACTOS NA APRENDIZAGEM. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 16-39, 2024. ISSN 2675-3375.

DE SOUZA BODEVAN, J. A.; COELHO, G. R. Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, p. 8-32, 2023. ISSN 2175-7941.

DEFEO, D. J. et al. General education biology labs: a Delphi study of student learning outcomes. **Discover Education**, v. 4, n. 1, p. 55, 2025. ISSN 2731-5525.

DOS SANTOS, R. C. S.; DA SILVA, S. A. Análise do processo de objetivação em licenciandos acerca da perspectiva CTS no ensino de química: um estudo introdutório para representações sociais. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, p. 42-60, 2021. ISSN 2176-1477.

IBIAPINA, V. F.; GONÇALVES, M. INSTAGRAM: UMA PROPOSTA DIGITAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 7, n. 1, p. 01-25, 07/05 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/66274>. Acesso em: 2025/08/26.

JOHNSTONE, A. H. **Macro and microchemistry**: ROYAL SOC CHEMISTRY THOMAS GRAHAM HOUSE, SCIENCE PARK, MILTON ROAD ... 18: 409-410 p. 1982.

KLEIN, S. B.; COLLA, P. E. B.; WALTER, S. A. O caso da abordagem de Estudos de Casos: elementos, convergências e divergências entre Yin, Eisenhardt e Stake. **Revista Administração em Diálogo**, v. 23, n. 1, p. 122-135, 2021. ISSN 2178-0080.

LIMA, C. S. Indicadores ácido-base para aprendizagem química em escolas públicas: uma revisão de literatura. 2025.

MARQUES, G. B. et al. Avaliação do corante natural de urucum (*Bixa orellana* L.) como alternativa sustentável em tintas à base de água. **REVISTA DELOS**, v. 18, n. 71, p. e6563-e6563, 2025. ISSN 1988-5245.

MILANI, H. D. F. B. AFETIVIDADE EM SALA DE AULA DE FREUD A VYGOTSKY: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 10, p. 1-12, 2024. ISSN 2965-6672.

MOISÉS, L. J. A. Laboratório Móvel Didático de Química: Possibilidades e desafios como auxílio na prática pedagógica. 2021.

MOREIRA, M. F. et al. Manejo de mudas de Teca e prospecção fitoquímica para avaliação do potencial indicador de pH. **Scientia Forestalis**, v. 50, p. 1-9, 2022.

NASCIMENTO, S. P. D. Sequências de ensino investigativas: o que dizem as pesquisas da última década. 2025.

NUNES, C. N.; JANSEN, A. B.; QUINÁIA, S. P. Otimização da extração de antocianinas presentes no feijão-preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. **Química Nova**, v. 45, n. 01, p. 113-120, 2022. ISSN 0100-4042.

NUNES, M. V. Metodologias ativas no ensino de química: um levantamento bibliográfico de estratégias para a aprendizagem significativa. 2026.

PANTOJA, R. D. N. A utilização de indicadores naturais ácido-base no ensino de ciências para alunos do 9º ano do ensino fundamental em uma escola estadual. 2023.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, v. 28, n. 5, p. 29-31, 1961. ISSN 0036-8555.

PIRES, D. A. T.; BRAGA, L. F.; DA SILVA, Â. J. Atividades experimentais investigativas para o ensino de química: uma revisão da literatura. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 11, p. 1-12, 2024. ISSN 2965-6672.

PREVIDELLO, B. A. F. et al. O pKa de indicadores ácido-base e os efeitos coloidais. **Química Nova**, v. 29, p. 600-606, 2006. ISSN 0100-

4042.

SANTANA, R. S.; CAPECCHI, M.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 686-710, 2018.

SANTOS, L. B. F. D. EXTRAÇÃO DE CORANTES DE BETERRABA (BETA VULGARIS L) POR EXTRAÇÃO COM SOLVENTES EM REGIME CONTÍNUO. 2025.

SARMENTO, L. C. et al. O uso do extrato de *Alternanthera brasiliana* L. como indicador ácido-base no ensino de Química. **Scientia Plena**, v. 19, n. 3, 2023. ISSN 1808-2793.

SEMEDO, A. C. J. Compostos bioativos de *Opuntia ficus indica*. 2012. ISSN 9798382119038.

SILVA, J. M. D. A importância de práticas experimentais no ensino de ciências e biologia na educação básica. 2025.

SILVA, L. B.; DA COSTA, M. J. O Uso de TDICs no Ensino de Ciências com Ênfase na Química: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 32, p. 1-33, 2026. ISSN ISSN: 2965-6672.

SILVA, L. G. Ensino de química e alfabetização científica: uma leitura das aulas experimentais a partir do conceito de autonomia de Paulo Freire. 2025.

SILVA, M. D. J. D. S. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química no ensino médio. 2025.

SILVA-NETO, S. L. D.; LEITE, B. S. Design Thinking aplicado como metodologia para a solução de problemas no ensino de Química: um estudo de caso a partir de uma problemática ambiental. **Ciência & Educação**, v. 29, 2023. ISSN 1516-7313.

TAMIR, P. The Role of the Laboratory in Science Teaching. Technical Report 10. 1976.

TERRA, J.; ROSSI, A. V. Sobre o desenvolvimento da análise volumétrica e algumas aplicações atuais. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 166-171, 2005. ISSN 0100-4042.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**: Martins Fontes São Paulo 1987.

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestra em Química Medicinal e Modelagem Molecular pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (IFAP). Especialização em Ciências da Natureza, Suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho (UFPI). Especialização em Docência no Ensino de Química (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Informática (EEPJBT). Docente substituta na coordenação do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9433148104558465>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1678-8851>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Especialização em Metodologia do Ensino de Física e Química (FAVENI). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Informática (EEPJBT). Professora substituta na Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4855253642074889>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Especialização em Ciências e Matemática (IFAP). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Tecnólogo em Recursos Humanos (UNIP). Técnico em Eletrotécnica (CEPGRS). Professor substituto na Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4879933339705998>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (IFAP). Especialização em Ciências Forense (FUNIP). Especialização em Gestão Escolar (FUNIP). Especialização em Educação (FUNIP). Especialização em Docência no Ensino Superior (UNIBF). Especialização em Docência no Ensino de Química (UNIBF). Especialização em Metodologia do Ensino de Química (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Pedagogia (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Química (IECB). Professor substituto na Secretaria de Estado de Educação do Amapá (SEED AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9435385566748333>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5905-9563>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

