



## **EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO A ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA.**

LIMA, Edmilson dos Santos <sup>1</sup>, ALEXANDRINO, Daniela Marques <sup>1</sup>



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p4636-4647>

Artigo recebido em 8 de Agosto e publicado em 8 de Outubro de 2025

### **ARTIGO ORIGINAL**

#### **RESUMO**

O artigo examina a contribuição da experimentação investigativa para o ensino de Química, tomando como eixo a análise físico-química da água em uma escola pública do interior da Bahia. Fundamentado na Aprendizagem Significativa de Ausubel e na análise de conteúdo de Bardin, o estudo dialoga com críticas a práticas laboratoriais prescritivas e defende sequências didáticas contextualizadas, seguras e de baixo custo, alinhadas aos manuais da FUNASA e às portarias do Ministério da Saúde. Participaram 41 estudantes, divididos em dois grupos, que coletaram amostras em diferentes torneiras e compararam água da rede da distribuidora com água armazenada em tanque de polietileno. Avaliaram-se parâmetros físicos (cor, turbidez, temperatura) e químicos (alcalinidade total, CO<sub>2</sub> livre, dureza, pH, cloro residual, alumínio, fluoreto). Diante de limitações de infraestrutura e segurança, privilegiaram-se fitas reagentes e procedimentos simplificados, sem perder de vista a confiabilidade pedagógica. Nos resultados físicos, a coloração esbranquiçada inicial em algumas torneiras foi explicada por microbolhas de ar decorrentes de interrupções no abastecimento, e não por excesso de cloro; a turbidez foi baixa e a temperatura variou pouco, com leve elevação na água armazenada por maior exposição solar. Nos resultados químicos, registraram-se alcalinidade entre 160 e 180 mg/L, pH 8,5, ausência de CO<sub>2</sub> livre, dureza de 150 mg/L, cloro residual de 2 mg/L, alumínio não identificado e fluoreto de 1 mg/L, compatíveis com referências de potabilidade. Pedagogicamente, a proposta promoveu a formulação de hipóteses, o trabalho colaborativo, a leitura crítica de dados e a comunicação científica. O engajamento dos alunos aumentou, e a turma articulou evidências experimentais com vivências domésticas e com a saúde pública, corrigindo concepções equivocadas, como a associação automática entre cor e cloro. Conclui-se que, mesmo sob restrições logísticas, o ensino por investigação torna a aprendizagem mais significativa, replicável e formativa. Ao situar a análise da água no cotidiano dos estudantes, a sequência consolidou conceitos de Química, desenvolveu competências cidadãs e mostrou a pertinência de abordagens investigativas na escola pública brasileira.

**Palavras-chave:** Experimentação investigativa; Ensino de Química; Qualidade da água.



## Investigative Experimentation in Chemistry Teaching Using the Physicochemical Analysis of Water

The article examines the contribution of investigative experimentation to Chemistry teaching, focusing on the physicochemical analysis of water in a public school in the interior of Bahia, Brazil. Grounded in Ausubel's Meaningful Learning Theory and Bardin's Content Analysis, the study addresses critiques of prescriptive laboratory practices and advocates for contextualized, safe, and low-cost didactic sequences aligned with FUNASA manuals and Brazilian Ministry of Health regulations. Forty-one students participated, divided into two groups that collected samples from different taps, comparing water from the public supply with that stored in a polyethylene tank. Physical parameters (color, turbidity, temperature) and chemical parameters (total alkalinity, free CO<sub>2</sub>, hardness, pH, residual chlorine, aluminum, fluoride) were analyzed. Given infrastructure and safety limitations, reagent strips and simplified procedures were prioritized without compromising pedagogical reliability. The physical results indicated that the initial whitish color in some taps resulted from air microbubbles caused by supply interruptions, not excess chlorine. Turbidity was low, and temperature showed slight variation, increasing in stored water due to solar exposure. Chemically, alkalinity ranged between 160–180 mg/L, pH was 8.5, no free CO<sub>2</sub> was detected, hardness was 150 mg/L, residual chlorine 2 mg/L, aluminum was absent, and fluoride was 1 mg/L — all within potability standards. Pedagogically, the activity fostered hypothesis formulation, collaborative work, critical data interpretation, and scientific communication. Student engagement increased as they connected experimental evidence with domestic experiences and public health, correcting misconceptions such as the automatic association between watercolor and chlorine. The study concludes that, even under logistical constraints, inquiry-based teaching enhances meaningful, replicable, and formative learning. By situating water analysis in students' daily lives, the didactic sequence strengthened Chemistry concepts, promoted citizenship skills, and demonstrated the relevance of investigative approaches in Brazilian public schools.

**Keywords:** Investigative experimentation; Chemistry teaching; Water quality.

Instituição afiliada – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB

Autor correspondente: Edmilson dos Santos Lima [lima.ed@gmail.com](mailto:lima.ed@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## **INTRODUÇÃO**

A experimentação investigativa no ensino de Química têm sido um dos temas amplamente discutidos, especialmente no contexto das escolas públicas. A experimentação, considerada uma ferramenta poderosa para despertar o interesse dos alunos em Ciências, enfrenta críticas quanto à forma como é realizada. Muitos pesquisadores destacam que a complexidade e os diferentes enfoques atribuídos à experimentação podem levar a equívocos na prática educativa.

Autores como Hodson (1994), Gil-Pérez e Valdés-Castro (1996) e González (1992) expressam preocupações sobre as práticas experimentais correntes, argumentando que, apesar de seu potencial educativo, elas muitas vezes não alcançam os objetivos desejados. Além disso, Mori e Curvelo (2017) discutem a complexidade inerente ao conceito de experimentação, ressaltando que o uso inadequado ou mal compreendido das atividades experimentais pode comprometer seu valor.

A discussão em torno dos tipos de procedimentos experimentais no laboratório didático também é relevante. Santos (2001) aponta que existem diversas classificações desses procedimentos, cada uma com suas próprias implicações pedagógicas. Essa diversidade reforça a necessidade de um entendimento claro e cuidadoso sobre o propósito e o método de cada experimento, para garantir que a experimentação cumpra seu papel de forma eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, Carvalho (2013) reafirma o valor didático das atividades experimentais, destacando seu potencial para engajar os alunos no estudo das Ciências. Entretanto, a melhoria dessas atividades deve ser realizada com atenção, a fim de evitar os problemas apontados por outros pesquisadores e maximizar os benefícios do ensino investigativo.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar o papel da experimentação investigativa no ensino de Química, utilizando como eixo a análise físico-química da água. Em cada etapa, aplicaram-se meios diferentes, com a intenção de adaptar as técnicas para que fossem viáveis, produzissem conhecimento e tivessem baixo custo.



## **METODOLOGIA**

Os parâmetros referentes à análise físico-química foram extraídos de manuais da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), fundação pública federal vinculada ao Ministério da Saúde, criada pelo Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991, com o objetivo de promover ações de saúde pública, especialmente relativas ao saneamento básico e à promoção da saúde em comunidades carentes e áreas rurais. A Funasa atua na prevenção e no controle de doenças, no desenvolvimento de políticas de saneamento e no apoio a iniciativas voltadas à melhoria das condições de saúde.

A base teórica que sustenta este trabalho centra-se na Aprendizagem Significativa (AS), de Ausubel. Segundo Moreira (2011), a AS ocorre quando novas ideias, expressas simbolicamente, interagem de forma substancial e não arbitrária com o conhecimento prévio do aprendiz. “Substancial” indica que essa interação vai além de uma interpretação literal, sendo elaborada de maneira profunda e significativa; “não arbitrária” ressalta que a interação não ocorre com qualquer conhecimento pré-existente, mas com ideias específicas e relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Em suma, a aprendizagem significativa envolve uma conexão profunda e relevante entre novas informações e conhecimentos prévios, promovendo compreensão mais integrada.

Para a coleta de dados, utilizou-se a análise de conteúdo, conjunto de técnicas que, segundo Bardin (1979), visa avaliar, de forma sistemática e objetiva, as informações expressas pelos interlocutores. Essa avaliação pode ser realizada por meio de instrumentos qualitativos ou quantitativos, permitindo inferências sobre a percepção dos participantes. A análise de conteúdo busca interpretar os dados de maneira estruturada, facilitando a compreensão das percepções e dos significados atribuídos às informações comunicadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Compareceram à aula 41 alunos; a turma foi dividida em duas partes, uma com 21 alunos e outra com 20. A intenção prioritária era captar água na barragem, nas torneiras e no tanque de armazenamento. Como a pesquisa foi realizada no final do ano,



a logística de transporte impediu a execução conforme o plano inicial, mas isso não impactou o resultado do trabalho como um todo.

Os dois grupos realizaram a mesma atividade em dias distintos, o que facilitou o acompanhamento do professor e o esclarecimento de dúvidas. Os estudantes, munidos de tubos de ensaio disponíveis no laboratório, foram a diferentes torneiras (banheiro, cozinha, saguão externo e pátio), subdividiram-se em grupos de 3 a 4 integrantes e iniciaram as análises com base no que fora definido nas etapas anteriores (discussão teórica e procedimentos práticos), registrando tudo em caderno.

Os parâmetros analisados foram divididos em físicos — cor, turbidez e temperatura — e químicos — alcalinidade total, CO<sub>2</sub> livre, cloreto, dureza, pH, cloro residual, alumínio e fluoreto. Boa parte das análises precisou ser adaptada para não extrapolar os conceitos debatidos em aula e a bagagem teórica dos alunos, além de garantir acessibilidade e aplicabilidade em outras ocasiões, sem demandar recursos tecnológicos e financeiros dos quais a maioria das escolas do campo geralmente não dispõe.

Aspectos físicos. O primeiro parâmetro observado foi a cor. Solicitou-se que abrissem a torneira e deixassem a água correr por cerca de 5 segundos, para que possíveis resíduos na tubulação não interferissem no resultado. Em seguida, os alunos preencheram o tubo de ensaio e o expuseram contra a luz, verificando a cor observada. Identificaram dois padrões: nas torneiras ligadas aos reservatórios, a água saiu mais transparente; nas ligadas diretamente ao sistema de distribuição, apresentou aspecto mais esbranquiçado. Apenas os grupos do primeiro dia registraram essa diferença.

Diante do aspecto esbranquiçado em algumas torneiras, muitos, baseados no senso comum, atribuíram o fato a excesso de cloro. Indagados pelo professor, pesquisaram o tema e concluíram que a coloração estava relacionada à presença de gases, mais especificamente microbolhas de ar, comuns após suspensão e retorno do abastecimento — sem risco à saúde.

O segundo aspecto foi a turbidez. Após a coleta, recomendou-se deixar a água decantar por 1 minuto e posicionar uma folha impressa atrás do tubo para avaliar a legibilidade através do líquido. Os alunos relataram água límpida e transparente, sem turvação perceptível, sendo possível ler a folha artesanalmente. O professor comentou



que há métodos mais precisos (equipamentos e técnicas sugeridos pela Anvisa), mas que o procedimento serve como base de baixo custo para compreender o parâmetro.

A última análise física foi a temperatura. Explicou-se sua importância e a metodologia: separar cerca de 200 mL de água em um recipiente e imergir o termômetro parcialmente por 5 minutos, tempo médio sugerido pela Funasa para estabilização da coluna do termômetro. As amostras foram coletadas tanto da rede direta da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa) quanto do tanque de polietileno de 2.000 L, em dois momentos: manhã (08h30) e tarde (16h30), possibilitando comparação no intervalo em que os jovens permanecem na escola (08h00–16h00). Não se observaram diferenças significativas ao longo do dia; discutiu-se, então, o alto calor específico da água e suas oscilações contidas.

Tabela 1: Temperatura da água

<b>CAPTAÇÃO</b>	<b>08:30</b>	<b>16:30</b>
Distribuição direta da EMBASA	20° C	21° C
Armazenada em tanque de polietileno	19° C	23° C

*Fonte: Elaborado pelo autor (2023).*

Os alunos notaram temperaturas próximas no início da manhã; ambas subiram pouco, com maior variação no tanque. Por iniciativa própria, localizaram o tanque e verificaram maior exposição ao sol, concluindo que a temperatura ambiente mais alta justificou a diferença de 3 °C, somada ao efeito isolante do plástico.

Aspectos químicos. A análise química seguiu os mesmos preceitos da física, adaptando os principais indicadores sugeridos pela Funasa a uma sequência didática para escola do campo, com materiais de baixo custo e técnicas de simples compreensão, buscando também desenvolver habilidades como criticidade, especialmente em temas ambientais. Os parâmetros definidos foram alcalinidade total, CO<sub>2</sub> livre, cloreto, dureza, pH, cloro residual, alumínio e fluoreto.

Como a aplicação estrita das diretrizes da Funasa poderia inviabilizar custos e infraestrutura e envolver reagentes mais tóxicos, optou-se por abordagens seguras e acessíveis, sem comprometer a compreensão e os objetivos da pesquisa. O meio escolhido foi o uso de fitas reagentes (Figura 1), de fácil manuseio, baixo custo e adequado nível de segurança para fins prioritariamente didáticos.



## **Experimentação Investigativa No Ensino De Química Utilizando A Análise Físico-Química Da Água.**

LIMA, Edmilson dos Santos; ALEXANDRINO, Daniela Marques

A fita reagente contempla 14 parâmetros (alcalinidade total, pH, dureza, chumbo, cobre, ferro, cromo (VI), bromo, nitrato, nitrito, cloro residual, flúor, sulfito e mercúrio), dos quais foram selecionados os mais relevantes segundo o manual da Funasa.

Figura 1 – Fitas reagentes de análise química da água



*Fonte: Próprio autor (2023).*

O primeiro parâmetro foi a alcalinidade total. Segundo Brasil (2013), a alcalinidade expressa a capacidade da água de neutralizar ácidos e afeta a dosagem de coagulantes, desinfetantes e ajustadores de pH. Também influencia sabor, cor e turbidez e, em níveis elevados, pode causar corrosão em tubulações. O manual recomenda titulação com ácido sulfúrico e base forte; entretanto, para fins didáticos, utilizou-se a fita, mergulhando-a por 30 s e aguardando mais 30 s para leitura. Coletaram-se amostras da rede direta (Embasa) e do tanque; em ambas, obteve-se 160 mg/L, valor dentro do padrão (até 200 mg/L).

O segundo parâmetro foi o pH. Para maior precisão, utilizou-se fita específica (faixa ampla). Encontrou-se pH = 8,5, indicando leve alcalinidade. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, águas para consumo devem permanecer entre 6,0 e 9,5, portanto o valor está aceitável.

Em seguida, analisou-se CO<sub>2</sub> livre. Em geral, a água não deve exceder ≈10 mg/L de CO<sub>2</sub> livre (Brasil, 2013). Aplicou-se o procedimento do Manual Prático de Análise de Água: adicionaram-se 10 gotas de fenolftaleína a 100 mL de amostra em béquer; como



surgiu leve coloração rósea, concluiu-se ausência de CO<sub>2</sub> livre, dispensando titulação com NaOH 0,02 N. Ressaltou-se que a fenolftaleína também é um indicador de pH.

Na aula seguinte, iniciou-se a dureza. Segundo Brasil (2013), refere-se à concentração de íons cálcio e magnésio (mg/L CaCO<sub>3</sub>). Optou-se novamente pela fita. Após 30 s de imersão e leitura, obteve-se 150 mg/L, classificada pela OMS (2011) como água dura (>120 mg/L). Discutiram-se implicações práticas (manchas, menor formação de espuma, pele/cabelo ressecados). Destacou-se que, para a saúde humana, a dureza não traz impactos significativos, embora gere incômodos estéticos.

Proseguiu-se com cloro residual livre, fundamental para garantir desinfecção. O teor máximo permitido em qualquer ponto do sistema não deve ultrapassar 2 mg/L. A fita indicou ≈2 mg/L, em conformidade.

O penúltimo parâmetro foi alumínio. Como coagulante (sulfato de alumínio) pode deixar residual; a Portaria nº 2.914/2011 estabelece ≤0,2 mg/L para evitar alterações organolépticas. Não houve alteração de cor na fita, indicando ausência do elemento, o que foi discutido como resultado válido — nem sempre a hipótese inicial se confirma.

Por fim, avaliou-se fluoreto. No Brasil, a Portaria de Consolidação nº 5/2017 define 0,6 a 1,5 mg/L. A leitura foi 1 mg/L, dentro do esperado. Muitos alunos relataram experiências na educação infantil com aplicação tópica de flúor, o que facilitou a conexão com o tema.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao final, foi possível avaliar participação, interesse e, sobretudo, a articulação das observações com conteúdo de Química, evidenciando aprendizagem efetiva. O engajamento descrito indica que a experimentação por investigação cumpre papel relevante no ensino-aprendizagem, especialmente quando articula conteúdos próximos ao cotidiano — como a análise da água — em uma escola do interior da Bahia, no bioma Caatinga e sob longos períodos de estiagem.

Embora a água apresente dureza mais elevada (incômodo estético), os demais critérios essenciais à saúde humana estavam dentro de valores que não trazem riscos



ao consumo.

**Tabela 2: Aspectos Físicos**

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores Encontrados</b>	<b>Valores de referência</b>
<i>Cor</i>	Não foi feita análise quantitativa, mas a coloração inicialmente esbranquiçada, ficando incolor após alguns minutos.	15uH - Incolor
<i>Turbidez</i>	Transparente	0,5 a 1,0 UT – Transparente
<i>Temperatura</i>	Variou entre 19° C a 23° C durante o dia	Não há referências fixas, serve de padrão para analisar outras variáveis que se alteram junto com a temperatura

**Fonte:** Próprio autor (2023)

**Tabela 3: Aspectos Químicos**

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores encontrados</b>	<b>Valores de referência</b>
<i>Alcalinidade total</i>	180mg/L	20 a 200 mg/L
<i>CO<sub>2</sub> livre</i>	8 mg/L	>10 mg/L
<i>Dureza</i>	150 mg/L	>120 mg/L
<i>PH</i>	8,5	6,0 a 9,5
<i>Cloro residual</i>	2 mg/L	>2 mg/L
<i>Alumínio</i>	0 mg/L	>0,2 mg/L
<i>Fluoreto</i>	1 mg/L	0,6 mg/L a 1,5 mg/L

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

A análise físico-química expôs os alunos a procedimentos de medição (pH, turbidez, dureza, íons específicos), reforçando conhecimentos teóricos e fornecendo compreensão prática de como esses parâmetros afetam a qualidade da água, a saúde pública e o meio ambiente. A experimentação investigativa envolveu formulação de hipóteses, discussão, análise e interpretação de dados em contexto real, desenvolvendo competências como trabalho em equipe, resolução de problemas e comunicação científica. Em síntese, a abordagem integrada e contextualizada facilitou a compreensão de conceitos, incentivou reflexões ambientais e sociais e promoveu um aprendizado



relevante e aplicável ao mundo real.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 1979.

BRASIL. **Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991**. Institui a Fundação Nacional de Saúde e dá outras providências. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/d0100.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%20100%2C%20DE%2016%20DE%20ABRIL%20DE%201991.&text=Institui%20a%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20de,vista%20o%20disposto%20no%20art](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0100.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%20100%2C%20DE%2016%20DE%20ABRIL%20DE%201991.&text=Institui%20a%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20de,vista%20o%20disposto%20no%20art)>. Acesso em ago. 2024

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual prático de análise de água/Fundação Nacional de Saúde** – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf). Acesso em 20 dez 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em 20 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em 20 dez 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 91, 11 de maio de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico: Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagem e Equipamentos em Contato com Alimentos Constante do Anexo desta Resolução. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 15 maio 2001. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em 20 dez 2022.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula – São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

CARVALHO RB de, MEDEIROS UV de, SANTOS KT dos, PACHECO Filho AC. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal. **Ciênc saúde coletiva**. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000900019>. Acesso em: 12 abr. 2019.



GIL, P. D.; VALDES, C. P. **La orientación de las practicas de laboratorio como invetigación: un ejemplo ilustrativo.** Enseñanza de las ciencias, v.14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GONZÁLEZ, E. M. ¿Qué Hay que Renovar en los Trabajos Prácticos? Enseñanza de las Ciências, Barcelona, v.10, n.2, p.206-211, 1992.

HODSON, D **Hacia un enfoque más critico del trabajo de laboratorio. Ensenãza de las Ciências,** Barcelona, v.12, n.3, p.299-313, 1994.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MORI, R. C., & Curvelo, A. A. da S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. **Química Nova Na Escola,** v.39, n.3, p. 291–304, 2017.

SANTOS, E. D. A Experimentação no Ensino de Ciências de 5ª a 8ª Séries do Ensino Fundamental: tendências da pesquisa acadêmica entre 1972-1995. **Dissertação (Mestrado em Educação).** Universidade Estadual de Campinas, 2001.