

METODOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE FUNÇÕES INORGÂNICAS

ALTERNATIVE METHODOLOGIES FOR TEACHING INORGANIC FUNCTIONS

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 16/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/789534866](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/789534866)

Ana Maria Silva Costa¹

David Willames do Rego Coimbra²

Gilbert Graciano Silva³

Karla Nayane Ribeiro de Oliveira⁴

Ana Larisse Nunes dos Santos⁵

Jaelson Freire Vilarinho⁶

Felipe João Olivera Rosal⁷

Jonatas Augusto Ribeiro Muniz⁸

Elvis Presley Teixeira Silva⁹

Laercio Silva de Sousa¹⁰

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise documental e bibliográfica realizada em 2025 sobre metodologias alternativas para o ensino de Funções Inorgânicas. O corpus documental é constituído por experiências pedagógicas desenvolvidas no âmbito do PET-Química/UESPI, originalmente registradas em escolas públicas e na formação inicial de professores, e por estudos acadêmicos publicados até 2025. Foram analisadas estratégias envolvendo jogos didáticos, experimentação de baixo custo, atividades de investigação e recursos digitais, considerando suas relações com nomenclatura, propriedades, condutividade, dissociação, ionização e representação dos fenômenos químicos. Os registros históricos analisados indicaram maior participação e interesse dos estudantes quando as estratégias alternativas foram articuladas à explicação conceitual. No PREMEN Sul, 90% dos estudantes submetidos ao jogo acertaram de três a quatro questões, contra 35% no grupo tradicional. Na Escola Estadual Barão de Gurguéia, a turma submetida às atividades lúdicas apresentou evolução da média, chegando a aproximadamente 8,83. Na Escola Estadual James Azevedo, a experimentação favoreceu a compreensão da condutividade, embora persistissem dificuldades na diferenciação entre dissociação e ionização. A literatura selecionada em 2025 reforçou o potencial de jogos, experimentação, investigação e tecnologias digitais, mas também destacou a necessidade de planejamento, mediação docente, objetivos conceituais e avaliação coerente. Conclui-se que metodologias alternativas podem favorecer o ensino de Funções Inorgânicas quando integradas ao planejamento pedagógico e utilizadas como instrumentos de mediação, e não como substitutos automáticos da explicação científica.

Palavras-chave: Ensino de Química; Funções Inorgânicas;

Metodologias alternativas; Jogos didáticos; Experimentação; Tecnologias digitais.

ABSTRACT

This article presents a documentary and bibliographic analysis conducted in 2025 on alternative methodologies for teaching Inorganic Functions. The documentary corpus comprises pedagogical experiences developed within PET-Chemistry/UESPI, originally recorded in public schools and in initial teacher education, together with academic studies published through 2025. Strategies involving educational games, low-cost experimentation, inquiry activities, and digital resources were analyzed in relation to nomenclature, properties, conductivity, dissociation, ionization, and the representation of chemical phenomena. The historical records analyzed indicated greater student participation and interest when alternative strategies were combined with conceptual explanation. At PREMEN Sul School, 90% of students who participated in the game answered three to four questions correctly, compared with 35% in the traditional group. At Barão de Gurguéia State School, the class exposed to playful activities showed an increase in its average grade, reaching approximately 8.83. At James Azevedo State School, experimentation supported students' understanding of conductivity, although difficulties in distinguishing dissociation from ionization remained. The literature selected in 2025 reinforced the potential of games, experimentation, inquiry, and digital technologies, while also emphasizing planning, teacher mediation, clear conceptual objectives, and coherent assessment. It is concluded that alternative methodologies can support the teaching of Inorganic Functions when integrated into pedagogical planning and used as mediating tools rather than automatic substitutes for scientific explanation.

Keywords: Chemistry Teaching; Inorganic Functions; Alternative

Methodologies; Educational Games; Experimentation; Digital Technologies.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Química permanece desafiador quando conceitos abstratos são apresentados de forma predominantemente transmissiva, com pouca articulação entre fenômenos observáveis, representações químicas e situações significativas para os estudantes. Estudos recentes publicados em 2025 continuam apontando a necessidade de ampliar a participação discente e de utilizar estratégias que favoreçam investigação, interação e construção de explicações. No caso das Funções Inorgânicas, esse desafio é especialmente relevante porque o conteúdo envolve nomenclatura, classificação, propriedades e transformações químicas que exigem trânsito entre diferentes formas de representação.

No caso das Funções Inorgânicas, as dificuldades podem aparecer na nomenclatura e na compreensão das relações entre composição, propriedades e comportamento químico. Filgueiras, Passos e Vasconcelos (2025), ao proporem uma sequência didática sobre Funções Inorgânicas e chuva ácida com uso do simulador PhET, destacam a importância de superar abordagens descontextualizadas e favorecer aprendizagens mais significativas. Assim, o ensino de ácidos, bases, sais e óxidos pode ser organizado de modo a relacionar classificação, propriedades e aplicações em situações-problema.

Nesse cenário, metodologias alternativas, como jogos didáticos, experimentação, investigação e recursos digitais, podem aproximar

os níveis macroscópico, microscópico e simbólico do conhecimento químico. Fengler et al. (2025) relatam uma experiência de jogo didático voltada especificamente às Funções Inorgânicas no Ensino Médio, enquanto Largo -Taborda, Colorado Mesa e Morales (2025) investigam o uso do eXeLearning para a aprendizagem das funções químicas inorgânicas. Esses estudos reforçam que a inovação metodológica ganha relevância quando o recurso é associado a objetivos de aprendizagem e à sistematização conceitual.

A literatura de 2025 também evidencia que a experimentação pode ser fortalecida por materiais acessíveis, recursos digitais e propostas investigativas. Ngendabanga, Nkurunziza e Mugabo (2025), em revisão sistemática sobre o uso de materiais improvisados no ensino de Química, discutem seu potencial para ampliar o engajamento e o desempenho. No campo da investigação, Molvinger (2025) mostra que atividades investigativas podem envolver os estudantes na construção do conhecimento, mas sua implementação exige decisões pedagógicas e níveis adequados de orientação. Dessa forma, a atividade prática não deve ser compreendida como demonstração isolada, mas como parte de uma sequência de aprendizagem.

Em nossa análise, essa contribuição deve ser compreendida em articulação com o contexto escolar investigado. O recurso apresenta potencial pedagógico, mas seus efeitos dependem do planejamento, da mediação docente e da oportunidade de os estudantes explicarem os fenômenos observados.

A presente pesquisa foi realizada em 2025 e caracteriza-se como estudo documental, bibliográfico e analítico. O corpus documental reúne registros de experiências pedagógicas desenvolvidas no

âmbito do PET-Química da Universidade Estadual do Piauí, envolvendo estudantes do Ensino Médio e licenciandos em Química. Os registros históricos foram tratados como documentos de análise, sem atribuir a eles uma data de aplicação diferente daquela originalmente registrada. A atualização de 2025 ocorreu na interpretação dos resultados, mediante confronto com literatura acadêmica contemporânea sobre jogos, experimentação, investigação e tecnologias digitais.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é analisar, a partir de uma pesquisa documental e bibliográfica realizada em 2025, as contribuições e os limites de metodologias alternativas para o ensino de Funções Inorgânicas, utilizando como corpus experiências pedagógicas anteriormente desenvolvidas no PET Química/UESPI e confrontando seus resultados com a produção acadêmica disponível até 2025.

Busca-se identificar as potencialidades de jogos, experimentação, investigação e recursos digitais para o ensino de nomenclatura, propriedades e transformações das substâncias inorgânicas, bem como discutir as condições pedagógicas necessárias para que esses recursos contribuam efetivamente para a aprendizagem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Metodologias Alternativas no Ensino de Química

O ensino de Química pode se tornar excessivamente centrado em memorização quando fórmulas, nomes e classificações são trabalhados sem oportunidades de aplicação, investigação e discussão. A literatura recente analisada em 2025 aponta para a necessidade de estratégias que promovam maior participação dos

estudantes e articulem atividade, conteúdo e reflexão. Nesse sentido, metodologias alternativas devem ser compreendidas como formas de organizar a aprendizagem, e não apenas como recursos diferentes para a mesma prática transmissiva.

Entre as possibilidades contemporâneas destacam-se jogos, atividades experimentais, propostas investigativas, simuladores e ambientes digitais. Fengler et al. (2025) descrevem a utilização de um jogo didático para revisão de Funções Inorgânicas no Ensino Médio, enquanto Gómez et al. (2024) apresentam uma proposta de aprendizagem baseada em jogos para a nomenclatura química inorgânica. Em escala mais ampla, Xu et al. (2025), em meta-análise de estudos sobre aprendizagem baseada em jogos em Química, encontraram efeito positivo sobre a motivação dos estudantes. Esses resultados reforçam que a ludicidade pode ter função pedagógica quando vinculada ao conteúdo e a objetivos de aprendizagem.

Os estudos analisados indicam que o jogo apresenta maior potencial quando existe uma tarefa cognitiva clara e quando o professor conduz momentos de discussão e sistematização. Prada, Velásquez e Buendía-Atencio (2025), ao desenvolverem o jogo WERNER COMPLEX para construção e nomenclatura de compostos de coordenação, demonstram como elementos de jogo podem ser vinculados à aplicação de regras de nomenclatura. Embora o conteúdo seja mais específico que o das Funções Inorgânicas escolares, o princípio pedagógico é pertinente: a dinâmica lúdica deve permanecer subordinada aos objetivos conceituais.

A experimentação também ocupa lugar central nas metodologias analisadas. A revisão sistemática de Ngendabanga, Nkurunziza e Mugabo (2025) mostra que o uso de materiais improvisados pode

contribuir para ampliar o acesso a experiências químicas e favorecer o engajamento, desde que as atividades sejam pedagogicamente estruturadas. Estudos sobre laboratórios virtuais publicados em 2025 também destacam possibilidades de visualização e exploração segura de fenômenos, indicando que recursos digitais podem complementar, e não necessariamente substituir, experiências presenciais.

A proposta, portanto, não consiste em substituir automaticamente o ensino tradicional por uma única técnica. A literatura de 2025 indica que diferentes estratégias podem cumprir funções complementares: jogos podem apoiar a aplicação de regras e a participação; experimentos podem tornar fenômenos observáveis; atividades investigativas podem favorecer a formulação e avaliação de explicações; e tecnologias digitais podem ampliar a visualização e a representação de processos químicos. Em todos os casos, a mediação do professor permanece necessária.

2.2. Funções Inorgânicas e Dificuldades Conceituais

Funções Inorgânicas constituem um conjunto de conteúdos fundamentais para a compreensão das propriedades e transformações de diversas substâncias. A literatura recente evidencia que dificuldades de aprendizagem podem surgir quando nomenclatura e classificação são tratadas como listas isoladas, sem relação com propriedades, aplicações e fenômenos químicos. Estudos de 2024 e 2025 sobre nomenclatura e funções inorgânicas apontam, por isso, para a necessidade de atividades que articulem linguagem química, representação simbólica e situações contextualizadas.

A análise atualizada em 2025 também reforça que as categorias de ácidos, bases, sais e óxidos devem ser apresentadas em articulação com as propriedades e transformações químicas que lhes dão significado. A proposta de Filgueiras, Passos e Vasconcelos (2025), por exemplo, relaciona Funções Inorgânicas ao fenômeno da chuva ácida e ao uso do simulador PhET. Essa perspectiva favorece a compreensão das funções químicas como instrumentos para interpretar fenômenos, evitando que o estudante associe mecanicamente uma substância a uma categoria sem considerar suas propriedades e seu contexto de uso.

Outro ponto relevante é a necessidade de relacionar diferentes formas de representação. Largo Taborda, Colorado Mesa e Morales (2025) destacam, no trabalho com funções químicas inorgânicas e eXeLearning, a importância de recursos que apoiem a aprendizagem por meio de diferentes formas de interação com o conteúdo. Kochubei (2025), ao discutir tecnologias digitais na formação de professores de Química, também enfatiza a possibilidade de visualizar conceitos complexos, modelar processos e apoiar atividades de investigação. Nesse sentido, mudanças de cor, condutividade, formação de gases, fórmulas e simulações podem funcionar como mediadores, desde que sejam acompanhadas de explicações e sistematização.

2.3. Contextualização, Livro Didático e Formação Docente

A contextualização, em uma perspectiva contemporânea, deve permitir que os conteúdos químicos sejam mobilizados para interpretar situações e problemas, e não apenas apresentados como definições. A literatura analisada em 2025 mostra que propostas sobre Funções Inorgânicas podem ser relacionadas a problemas

ambientais, como a chuva ácida, a situações experimentais e a recursos digitais. A contextualização, portanto, deve estar associada ao desenvolvimento do raciocínio químico e à construção de explicações.

A análise documental dos livros didáticos realizada no corpus original foi mantida como elemento histórico da pesquisa. Foram examinadas oito obras de Ensino Médio e três de Ensino Superior, considerando definições de função, conceitos ácido-base, diferenças entre dissociação e ionização, presença de oxigênio nos ácidos e força dos oxiácidos. Na versão atualizada, esses dados não são apresentados como uma nova coleta realizada em 2025, mas como documentos históricos reinterpretados à luz da produção acadêmica contemporânea.

A atualização de 2025 permite, ainda, ampliar as implicações para a formação docente. Kochubei (2025) destaca que a integração de tecnologias digitais à formação de professores de Química pode apoiar a visualização de conceitos, a modelagem de processos e atividades de pesquisa. Fengler et al. (2025), por sua vez, mostram a articulação entre uma prática lúdica sobre Funções Inorgânicas e a formação inicial de professores. Assim, a formação docente aparece como condição para selecionar, adaptar, mediar e avaliar metodologias alternativas.

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada em 2025 configurou-se como estudo documental, bibliográfico e analítico, de abordagem predominantemente qualitativa, com utilização de dados quantitativos já registrados no corpus documental. O estudo não

reproduziu as intervenções escolares originais nem criou novos participantes; analisou os registros disponíveis das experiências desenvolvidas no PET-Química/UESPI e os confrontou com literatura acadêmica publicada até 2025. Essa delimitação é importante para diferenciar a data da pesquisa atual da data histórica das intervenções que compõem o corpus.

O procedimento foi organizado em cinco etapas: (1) identificação e organização dos registros históricos das experiências; (2) categorização das estratégias em jogos, experimentação, investigação e tecnologias digitais; (3) extração dos dados quantitativos e qualitativos explicitamente presentes nos documentos; (4) levantamento bibliográfico de estudos publicados até 2025; e (5) análise comparativa entre os resultados históricos e as evidências contemporâneas. A interpretação priorizou convergências, limites, condições de aplicação e implicações para o ensino de Funções Inorgânicas.

3.1. Contextos e Participantes

O corpus documental reúne registros referentes a estudantes ingressantes do curso de Química da UESPI e a turmas do Ensino Médio das escolas PREMEN Sul, James Azevedo e Barão de Gurguéia, além de atividades de feiras de ciências realizadas em instituições de ensino do Piauí.

Entre os documentos analisados encontram-se registros de jogos de nomenclatura, experimentos sobre condutividade e indicadores ácido-base, atividades envolvendo produção de gases, feiras de ciências, questionários e resultados escolares. A preservação desses

dados permite analisar, em 2025, como estratégias diversificadas foram utilizadas e quais resultados foram registrados.

3.2. Estratégias Metodológicas Analisadas

Para organizar a análise, as estratégias foram agrupadas em quatro categorias: ludicidade, experimentação, investigação e tecnologias digitais. Essa organização permitiu comparar diferentes formas de mediação e relacioná-las aos conteúdos de Funções Inorgânicas. A Tabela 1 sintetiza as estratégias presentes no corpus documental, enquanto a análise bibliográfica de 2025 foi utilizada para discutir suas potencialidades e limitações.

Tabela 1. Estratégias empregadas às evidências observadas no estudo.

Estratégia	Conteúdo/ênfase	Recursos utilizados
Jogo de nomenclatura	Ácidos, bases e sais; montagem de fórmulas e nomenclatura	Cartolina, cola, tesoura, canetas e cartões com cátions/ânions
Experimentos de baixo custo	Condutividade, dissociação/ionização, indicadores, reações e produção de gás	Pilha caseira, repolho roxo, bicarbonato, vinagre, balões, velas e outros materiais
Feiras de ciências	Introdução às Funções Inorgânicas e reações químicas	Conjunto de experimentos e atividades demonstrativas contextualizadas
Software A	Indicadores ácido-base	Simulador LabVirt
Software B	Dissociação, ionização e condutividade	Simulações de partículas e fenômenos em meio aquoso

Fonte: Elaborada a partir dos registros documentais das experiências pedagógicas analisadas; sistematização da pesquisa realizada em 2025.

O jogo de nomenclatura foi elaborado para trabalhar a formação de fórmulas e a nomenclatura de ácidos, bases e sais. No procedimento descrito no arquivo-base, os estudantes recebiam cartões com diferentes cátions e ânions e eram orientados a associá-los para construir fórmulas químicas e, posteriormente, seus nomes. Para os ácidos, também foram exploradas associações entre terminações dos ânions e terminações dos nomes dos ácidos.

Nas atividades experimentais, uma pilha caseira foi utilizada para discutir a condutividade elétrica de soluções aquosas e diferenciar dissociação e ionização. O extrato de repolho roxo foi empregado como indicador ácido-base, relacionando mudanças de coloração a substâncias do cotidiano. Também foram utilizados experimentos envolvendo bicarbonato e vinagre, balões e velas para discutir a formação de gás e reações químicas. Os softwares foram utilizados como complemento das experiências. O software A apresentava simulações sobre indicadores ácido-base, enquanto o software B possibilitava visualizar, em nível microscópico, fenômenos associados à condutividade e à presença de partículas em solução.

3.3. Instrumentos de Coleta e Análise

Os instrumentos documentais considerados foram questionários, observações registradas, comparações entre grupos e notas escolares. No PREMEN Sul, um questionário de cinco questões de múltipla escolha permitiu comparar o desempenho de uma turma submetida ao jogo didático com o de outra submetida à aula

tradicional. No James Azevedo, foram considerados registros de questionários associados ao experimento, ao recurso digital e ao jogo. Para as feiras de ciências, foram analisados registros de compreensão dos fenômenos e das dúvidas apresentadas pelos estudantes.

A análise combinou dados quantitativos já registrados, como percentuais de acertos e evolução das notas, e informações qualitativas, como interesse, interação, dificuldades conceituais e percepção dos estudantes. Os dados não foram recalculados para criar novas evidências; foram sistematizados conforme aparecem no corpus e interpretados em diálogo com a literatura selecionada em 2025.

3.4. Diálogo com a Literatura Recente

Como etapa bibliográfica da pesquisa realizada em 2025, foi conduzido levantamento de estudos publicados até dezembro de 2025, com foco no ensino de Química e, especialmente, nas Funções Inorgânicas e no Ensino Médio. A seleção contemplou a aprendizagem baseada em jogos, experimentação com materiais acessíveis, investigação orientada, recursos digitais, laboratórios virtuais e propostas diretamente relacionadas à nomenclatura e às funções químicas inorgânicas.

Os estudos selecionados foram analisados de forma comparativa com os registros do corpus histórico, buscando identificar convergências e limites em relação à formulação e nomenclatura de compostos, propriedades ácido-base, condutividade, dissociação e ionização, contextualização e articulação entre diferentes níveis de representação. Também foram observadas condições de efetividade

apontadas pela literatura, como objetivos de aprendizagem, mediação docente, orientação investigativa, acessibilidade dos recursos e coerência da avaliação.

A literatura de 2025 não foi utilizada para alterar os resultados históricos. Sua função foi oferecer um quadro contemporâneo de interpretação, permitindo verificar se as tendências observadas nas experiências do PET-Química/UESPI encontram correspondência em pesquisas recentes. Dessa forma, o estudo de 2025 combina análise documental de experiências anteriores com atualização bibliográfica contemporânea.

3.5. Limitações Metodológicas e Direções para Novas Investigações

A análise das limitações considerou o número e o perfil dos grupos descritos nos documentos, a duração das intervenções originais, os instrumentos de avaliação e a possibilidade de comparação entre turmas. Também foram considerados os limites próprios de estudos de caso, relatos de experiência e comparações entre grupos não equivalentes. Na etapa bibliográfica, foram observadas as limitações metodológicas descritas pelos próprios estudos selecionados.

A interpretação procurou evitar atribuições causais indevidas. Diferenças de desempenho entre turmas não foram consideradas prova isolada da superioridade de uma metodologia. Também foram registradas dificuldades conceituais persistentes, sobretudo em dissociação, ionização e relações entre representação, propriedade e transformação química. A literatura de 2025 reforça que resultados positivos dependem do planejamento, da orientação docente e da integração entre atividade e explicação.

Com base nessa análise, foram sistematizadas direções para novas investigações: ampliar amostras, acompanhar a retenção da aprendizagem, comparar estratégias com desenhos metodológicos mais robustos e avaliar habilidades de argumentação, investigação e construção de explicações. Também se destacam possibilidades envolvendo laboratórios virtuais, simuladores, recursos digitais e jogos aplicados especificamente a conteúdos de Funções Inorgânicas.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Aplicação do Jogo de Nomenclatura na UESPI

No primeiro bloco de Química da UESPI, o jogo de nomenclatura foi registrado como estratégia para trabalhar um dos tópicos mais extensos das Funções Inorgânicas. Os documentos analisados indicaram boa aceitação da atividade e percepção de que a estratégia facilitava a compreensão da nomenclatura. Na interpretação realizada em 2025, esse resultado dialoga com experiências recentes que utilizam jogos para apoiar a aprendizagem de Funções Inorgânicas e nomenclatura química.

A atividade também apresentou uma dimensão formativa para os licenciandos. Alguns estudantes reconheceram lacunas provenientes do Ensino Médio e passaram a perceber a necessidade de buscar formas mais significativas de ensinar o conteúdo. O resultado é relevante porque a metodologia não foi analisada apenas como instrumento para aprender um conceito, mas também como experiência de formação de futuros professores.

O jogo atuou como mediador entre regra e aplicação. Em vez de apresentar a nomenclatura exclusivamente como conjunto de

convenções para memorizar, a atividade permitiu manipular componentes, formar fórmulas e associá-las aos nomes correspondentes. Essa característica converge com Gómez et al. (2024) e Fengler et al. (2025), que utilizam estratégias lúdicas diretamente relacionadas à nomenclatura e às Funções Inorgânicas.

Em conjunto, a experiência na UESPI indica que o jogo de nomenclatura pode favorecer a participação e a aplicação de regras quando é planejado em função de um objetivo conceitual específico. O resultado, contudo, deve ser compreendido como evidência contextual da atividade realizada, e não como demonstração de superioridade universal do recurso. A mediação do professor permanece necessária para retomar os critérios de formação das fórmulas e transformar a experiência lúdica em aprendizagem sistematizada.

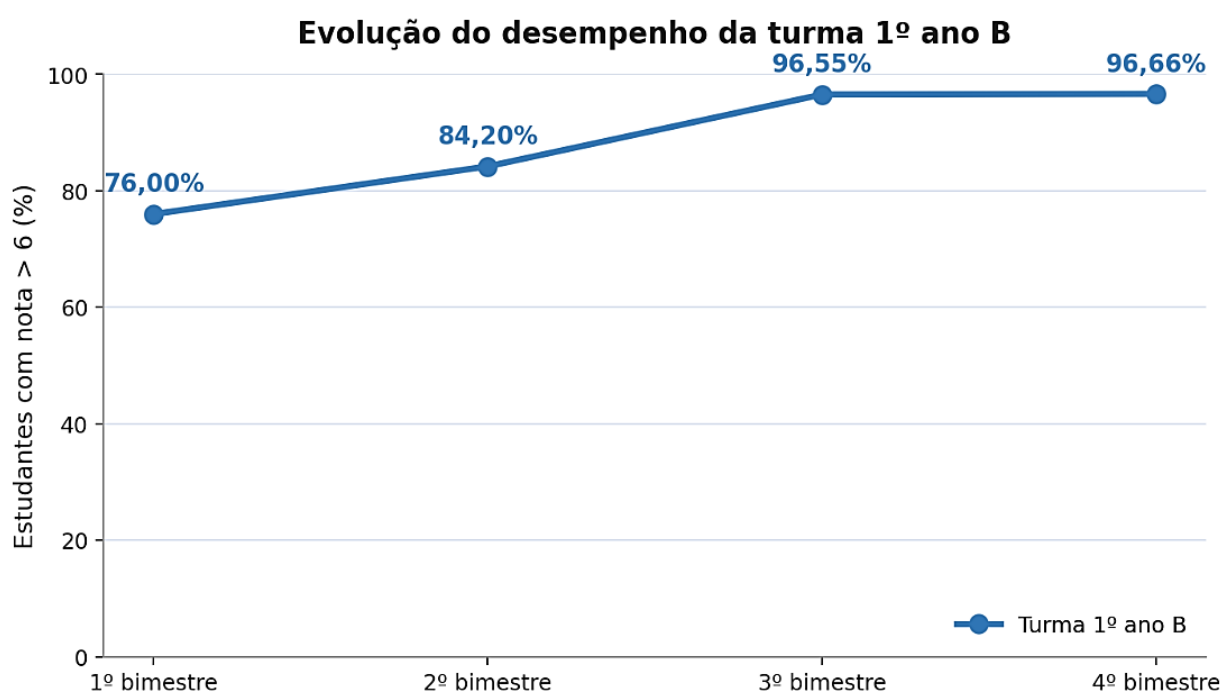
4.2. Aplicação na Escola Estadual PREMEN Sul

No PREMEN Sul, a comparação documental entre o jogo didático e a aula tradicional indicou vantagem para a metodologia alternativa no instrumento aplicado. Em um universo de até 20 estudantes por turma, o grupo submetido ao jogo apresentou desempenho superior no questionário sobre nomenclatura dos compostos inorgânicos. Segundo o registro analisado, 90% dos alunos que participaram da metodologia alternativa acertaram entre três e quatro das cinco questões, enquanto esse percentual foi de 35% no grupo submetido à metodologia tradicional.

A Figura 1 organiza visualmente a comparação entre o jogo didático e a aula tradicional no PREMEN Sul, destacando o percentual de estudantes que acertaram de três a quatro questões no instrumento

utilizado, além de representar visualmente os dados apresentados no texto e facilitar a comparação entre as condições analisadas.

Figura 1. Percentual de alunos que acertaram de três a quatro questões no PREMEN Sul.



Fonte: Elaborado a partir dos dados registrados na aplicação dos questionários.

Além do desempenho, o trabalho registra que a metodologia despertou interesse e interação entre os estudantes, mesmo em condições escolares consideradas pouco favoráveis. A comparação sugere que a ludicidade pode favorecer a participação e a assimilação de conteúdos quando o jogo é diretamente relacionado ao objetivo conceitual da aula.

É importante, entretanto, interpretar o resultado com cautela. A comparação foi realizada entre turmas distintas e em contexto escolar específico, de modo que não se pode atribuir toda a diferença exclusivamente ao jogo. O achado constitui evidência interna do corpus documental e ganha relevância quando colocado em diálogo com estudos recentes sobre aprendizagem baseada em

jogos, sem permitir generalização causal para todas as escolas ou turmas.

4.3. Feiras de Ciências e Experimentação

As feiras de ciências realizadas no âmbito do projeto buscaram transformar fenômenos normalmente apresentados por meio de textos e equações em experiências observáveis. Na UESPI, foram apresentados experimentos relacionados à condutividade, indicadores ácido-base, produção de gás carbônico e reações químicas. O extrato de repolho roxo, por exemplo, permitiu discutir indicadores naturais e mudanças de cor em substâncias do cotidiano.

Na Escola Estadual Helvídio Nunes, os experimentos foram adaptados a materiais de baixo custo e relacionados ao cotidiano dos estudantes. A proposta foi precedida por diagnóstico das turmas e seguida por questionários. O trabalho relata curiosidade dos estudantes, formulação de perguntas e desenvolvimento de um espírito investigativo. Em Água Branca, a feira associou experimentos e jogo didático às atividades de preparação para a Olimpíada Aguabranquense de Química.

Apesar da aceitação das feiras, o corpus documental identifica um limite importante: a visualização do experimento, isoladamente, não garante assimilação ou retenção conceitual. Houve estudantes que permaneceram com dúvidas quando precisaram explicar os fenômenos. A literatura de 2025 reforça essa interpretação ao destacar que atividades práticas precisam ser planejadas para integrar procedimentos, conceitos e reflexão. Ngendabanga, Nkurunziza e Mugabo (2025) ressaltam a importância da

estruturação pedagógica do uso de materiais acessíveis, enquanto estudos sobre recursos virtuais e digitais apontam que a tecnologia deve complementar a construção conceitual.

Assim, a atividade prática não deve ser reduzida à demonstração de um efeito visual. A experimentação ganha maior valor pedagógico quando envolve perguntas, hipóteses, observação, interpretação e retomada conceitual. A integração entre teoria e prática também aparece em estudos recentes sobre laboratórios e recursos multimídia, nos quais a visualização é utilizada para apoiar a compreensão dos procedimentos e dos conceitos, e não como substituto da explicação.

Os dados indicam, portanto, que a experimentação é mais produtiva quando acompanhada de perguntas, explicações, representação das reações e retomada conceitual. O professor deve utilizar o fenômeno observado como ponto de partida para construir relações entre o que se vê, o que acontece em nível microscópico e o que é representado por fórmulas e equações. Essa orientação é compatível com propostas investigativas e digitais publicadas em 2025.

4.4. Escola Estadual James Azevedo: Experimento, Software e Jogo

Na Escola Estadual James Azevedo, os registros analisados descrevem duas turmas de primeiro ano em atividades que articularam aula tradicional, experimento, software e jogo didático. Na turma 1º A, a aula experimental foi complementada pelo software B, destinado a oferecer representação microscópica dos fenômenos relacionados à condutividade. Dos 25 estudantes considerados no registro, todos conseguiram exemplificar e explicar por que a água

pode apresentar diferentes comportamentos de condução elétrica. Entretanto, muitos ainda apresentaram dificuldades para distinguir dissociação de ionização.

Na turma 1º B, submetida à aula tradicional sobre o mesmo conteúdo, poucos estudantes acertaram a questão relativa à diferença entre ionização e dissociação, e foram observadas confusões entre moléculas e íons. O trabalho registra, contudo, que os estudantes tiveram melhor desempenho quando precisaram apenas exemplificar soluções boas ou más condutoras.

Na etapa posterior, o jogo de nomenclatura foi aplicado à turma que havia recebido a aula tradicional. O resultado foi considerado animador: dos quatro grupos formados, três conseguiram montar fórmulas e nomear os compostos sem ajuda do professor. Na turma submetida ao experimento, quando posteriormente recebeu a aula tradicional, houve menor interesse e compreensão da formação dos nomes dos compostos. Esses resultados reforçam a ideia de complementaridade.

O conjunto documental sugere complementaridade entre os recursos: o experimento favoreceu a percepção do fenômeno, o software ampliou a possibilidade de representação microscópica e o jogo apoiou a manipulação e a aplicação de regras. Essa interpretação converge com pesquisas de 2025 que destacam o papel de tecnologias digitais e recursos virtuais como instrumentos para visualização e investigação, desde que articulados a objetivos conceituais e à mediação docente.

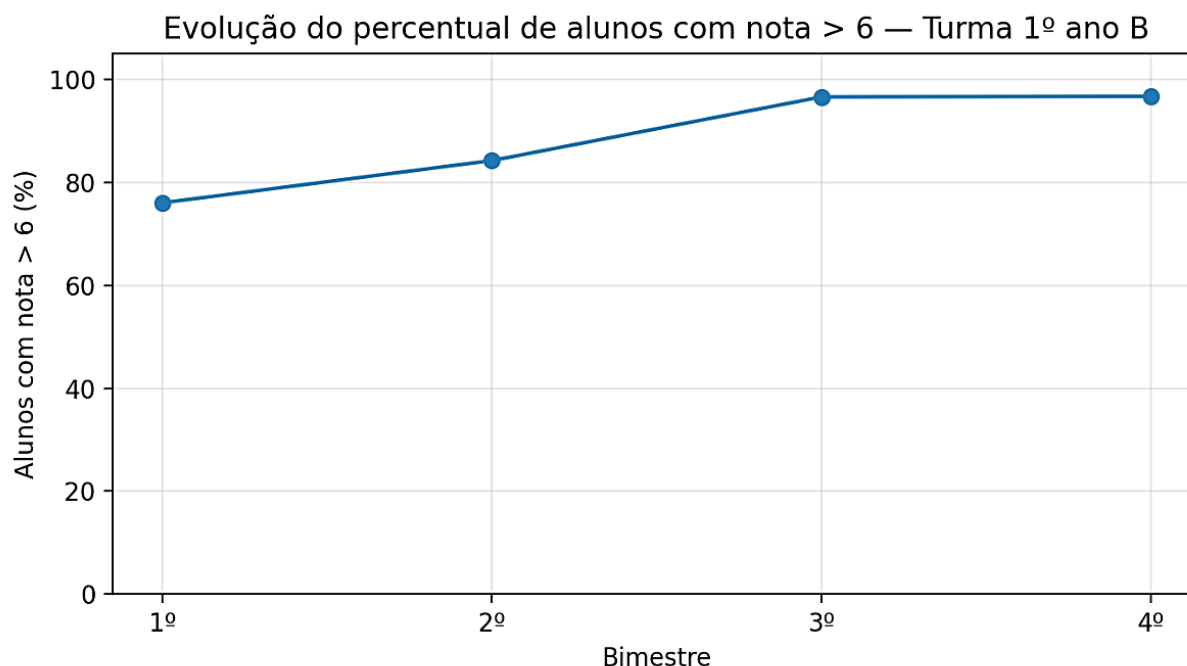
4.5. Escola Estadual Barão de Gurguéia: Jogos e Desempenho

Na Escola Estadual Barão de Gurguéia, os documentos registram atividades lúdicas desenvolvidas com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. Na turma que recebeu as metodologias alternativas, as médias escolares, anteriormente próximas de 5, apresentaram evolução após a introdução das atividades, alcançando aproximadamente 8,83 na média geral registrada para o período posterior. Na análise realizada em 2025, esse dado é tratado como evidência contextual do corpus, e não como prova causal isolada.

A distribuição dos estudantes com notas superiores a 6 também permite visualizar essa evolução. Na turma do 1º ano B, os percentuais registrados para o primeiro, segundo, terceiro e quarto bimestres foram, respectivamente, 76%, 84,2%, 96,55% e 96,66% de estudantes com notas acima de 6. A tendência é compatível com a hipótese de que estratégias lúdicas podem favorecer engajamento e desempenho, mas outras variáveis escolares também podem ter contribuído para a mudança.

A Figura 2 apresenta a evolução bimestral do percentual de estudantes com notas superiores a 6 na turma do 1º ano B, permitindo observar a variação registrada ao longo do período acompanhado. A figura a seguir representa visualmente os dados apresentados no texto e facilita a comparação entre as condições analisadas.

Figura 2. Evolução do percentual de estudantes com nota superior a 6 na turma do 1º ano B.



Fonte: Elaborada a partir dos percentuais registrados no corpus documental da Escola Estadual Barão de Gurguéia; sistematização realizada em 2025.

Diante dos resultados apresentados, observa-se associação entre a utilização de jogos e metodologias lúdicas e a evolução registrada no desempenho do 1º ano B. O crescimento progressivo do percentual de alunos com notas superiores a 6, aliado à elevação da média geral, evidencia uma mudança positiva ao longo do período documentado. A literatura de 2025 também sustenta a relevância do lúdico para ampliar participação e motivação, mas reforça a necessidade de objetivos pedagógicos claros.

Nesse sentido, os resultados do corpus sugerem que jogos podem constituir recursos pedagógicos relevantes, especialmente quando planejados de acordo com os objetivos de aprendizagem e com as características da turma. A evidência histórica é fortalecida pelo diálogo com Fengler et al. (2025) e Gómez et al. (2024), mas não permite atribuir exclusivamente às atividades lúdicas a melhora observada.

4.6. Análise dos Livros Didáticos e Implicações para o Ensino

A análise conceitual dos livros permanece como etapa documental importante porque serviu de base para a construção das metodologias. Foram examinadas 11 obras, sendo oito de Ensino Médio e três de Ensino Superior. Na pesquisa de 2025, esse material é tratado como documento histórico, utilizado para compreender quais dificuldades conceituais motivaram a escolha das estratégias pedagógicas.

Entre os problemas identificados estão a definição limitada de função química, a centralidade do conceito de Arrhenius para ácidos e a apresentação insuficiente das diferenças entre dissociação e ionização. A atualização bibliográfica de 2025 mostra que a superação dessas dificuldades pode ser favorecida por sequências contextualizadas, simulações e recursos que relacionem representação, propriedade e fenômeno.

A literatura contemporânea permite ampliar essa discussão sem recorrer às referências clássicas anteriormente utilizadas. Filgueiras, Passos e Vasconcelos (2025) relacionam Funções Inorgânicas a um fenômeno ambiental e ao uso do PhET, enquanto Largo Taborda, Colorado Mesa e Morales (2025) utilizam o eXeLearning para apoiar a aprendizagem das funções químicas inorgânicas. Essas propostas reforçam a importância de trabalhar os conceitos em contextos que exijam interpretação e aplicação.

Essa etapa evidencia que metodologias alternativas não devem ser pensadas isoladamente. Se o recurso didático reforça uma concepção conceitual limitada, uma atividade lúdica ou digital pode apenas tornar mais atraente a memorização. Jogos, experimentos e softwares precisam estar associados a uma abordagem

conceitualmente consistente e a momentos de discussão e sistematização.

4.7. Síntese dos Principais Resultados

Para organizar a análise, as estratégias foram agrupadas segundo o tipo de mediação didática mobilizada: ludicidade, experimentação, contextualização e uso de recursos digitais. A síntese a seguir explicita o conteúdo trabalhado e os recursos empregados em cada proposta, permitindo relacionar o procedimento descrito no trabalho-base às possibilidades de adaptação para o Ensino Médio. Para sintetizar os resultados, o Quadro 1 reúne os contextos de aplicação, os desempenhos registrados e as implicações pedagógicas identificadas no estudo.

A organização permite visualizar convergências e limites das estratégias sem separar os resultados de suas condições concretas de realização. O Quadro 1 a seguir apresenta uma síntese dos procedimentos e resultados discutidos nesta seção, permitindo relacionar as estratégias empregadas às evidências observadas no estudo.

Quadro 1. Síntese dos resultados registrados no estudo.

Contexto	Resultado registrado	Implicação pedagógica
UESPI – ingressantes de Química	Boa aceitação do jogo de nomenclatura e reconhecimento de lacunas conceituais.	O lúdico pode apoiar a aprendizagem e a formação inicial docente.
PREMEN Sul	90% do grupo com jogo acertaram 3-4 questões; 35% no grupo tradicional.	A estratégia favoreceu o desempenho no instrumento utilizado.

Feiras de ciências	Maior curiosidade e questionamento; persistência de dúvidas conceituais.	Experimentação precisa de mediação e sistematização.
James Azevedo	Todos os 25 estudantes da situação experimental explicaram a condutividade; persistiram dúvidas sobre dissociação/ionização.	Experimento e software ajudam, mas conceitos exigem explicação explícita.
Barão de Gurguéia	Média aproximada de 5 antes das atividades e 8,83 após sua introdução; turma B com evolução dos percentuais de notas >6.	Jogos podem contribuir para engajamento e desempenho, considerando o contexto da turma.

Fonte: Elaborada a partir dos resultados registrados no corpus documental; sistematização e análise realizadas em 2025.

A análise conjunta dos resultados evidencia que as diferentes estratégias didáticas apresentadas possuem potencial para ampliar o envolvimento dos estudantes e favorecer a construção da aprendizagem, embora seus efeitos estejam diretamente relacionados às condições de aplicação e à mediação realizada pelo professor. Os resultados observados nos diferentes contextos apontam para uma tendência comum: quando os estudantes são colocados em situações que estimulam a participação, a curiosidade, a experimentação, a resolução de problemas e a interação com recursos diversificados, ampliam-se as possibilidades de aprendizagem e de identificação das dificuldades conceituais.

Ao mesmo tempo, a síntese demonstra que o uso de jogos, experimentos, contextualizações e recursos digitais não deve ser compreendido como uma solução isolada para os desafios do ensino de Ciências e Química. As evidências mostram que essas

estratégias apresentam melhores possibilidades quando articuladas a objetivos de aprendizagem claros, intervenções docentes e momentos de sistematização dos conhecimentos construídos.

Dessa forma, o professor permanece como elemento fundamental na transformação da atividade em uma experiência efetivamente formativa. Assim, os resultados reunidos no Quadro 1 reforçam a importância de uma prática pedagógica diversificada, capaz de combinar diferentes formas de mediação de acordo com os conteúdos, as características dos estudantes e o contexto escolar. Mais do que substituir as metodologias tradicionais, as estratégias analisadas podem complementá-las, criando situações de aprendizagem mais participativas e significativas. A síntese realizada, portanto, sustenta a compreensão de que a inovação pedagógica não está apenas no recurso utilizado, mas principalmente na maneira como ele é planejado, mediado e integrado aos objetivos educacionais.

4.8. Diálogo com a Literatura Recente

A análise bibliográfica realizada em 2025, com recorte até dezembro desse ano, confirma a relevância de integrar atividade, linguagem química e contextualização. No campo dos jogos, Fengler et al. (2025) descrevem uma proposta especificamente voltada às Funções Inorgânicas, enquanto Gómez et al. (2024) apresentam aprendizagem baseada em jogos para nomenclatura química inorgânica. Buendía-Atencio et al. (2025) demonstram como elementos de jogo podem ser associados à construção e à nomenclatura de compostos inorgânicos, e Xu et al. (2025) apresentam evidências de efeito positivo da aprendizagem baseada em jogos sobre a motivação em Química.

Na experimentação, Ngendabanga, Nkurunziza e Mugabo (2025) sistematizam evidências sobre o uso de materiais improvisados e seu potencial para engajamento e desempenho. Estudos de 2025 sobre laboratórios virtuais também apontam que ambientes digitais podem oferecer alternativas ou complementos quando existem limitações de infraestrutura, além de favorecer visualização e exploração orientada.

Em conjunto, essas evidências reforçam que a atividade prática precisa ser compreendida em articulação com o objetivo conceitual. A presença de materiais, equipamentos ou simuladores não garante, por si só, aprendizagem. O professor precisa criar condições para que os estudantes expliquem os resultados, comparem hipóteses e relacionem observações a modelos e representações químicas.

As tecnologias digitais acrescentam possibilidades de visualização, simulação e aprendizagem interativa. Kochubei (2025) discute sua integração à formação de professores de Química, destacando ferramentas capazes de visualizar conceitos complexos, modelar processos e apoiar atividades de investigação. Largo Taborda, Colorado Mesa e Morales (2025) apresentam o eXeLearning como estratégia para aprendizagem de Funções Inorgânicas, enquanto Filgueiras, Passos e Vasconcelos (2025) exploram o simulador PhET em uma sequência sobre Funções Inorgânicas e chuva ácida.

A literatura analisada também mostra que não há fundamento para considerar uma metodologia universalmente superior. Molvinger (2025) evidencia que a investigação em Química exige diferentes níveis de orientação e que sua implementação apresenta desafios para o professor. Do mesmo modo, estudos sobre recursos digitais e jogos indicam que seus efeitos dependem do desenho da atividade,

da mediação, da acessibilidade e da forma de avaliação. A inovação, portanto, está na integração pedagógica do recurso ao conteúdo.

Essa interpretação é especialmente relevante para o corpus analisado: os recursos apresentam potencial, mas seus efeitos não podem ser separados das condições de aplicação, do conhecimento prévio dos estudantes e da mediação realizada pelo professor.

4.9. Limitações e Direções para Novas Investigações

A evidência reunida apresenta limitações metodológicas. Parte dos documentos corresponde a relatos de intervenção, comparações entre turmas ou registros escolares sem equivalência experimental. Por isso, os ganhos observados não devem ser atribuídos exclusivamente ao recurso utilizado. A literatura de 2025 também apresenta desafios de implementação, especialmente quando estratégias investigativas, digitais ou práticas exigem formação docente, infraestrutura e orientação adequada.

Investigações futuras devem ampliar o número de participantes, acompanhar a retenção da aprendizagem e comparar estratégias para diferentes conteúdos de Funções Inorgânicas, incluindo óxidos, sais e reações químicas. Também são promissoras pesquisas sobre laboratórios virtuais, simuladores, aprendizagem investigativa, jogos e integração de tecnologias, com instrumentos capazes de avaliar argumentação, investigação, explicação científica e não apenas acertos em testes.

No conjunto, a pesquisa realizada em 2025 indica que os resultados históricos analisados são coerentes com tendências contemporâneas, mas também evidencia a necessidade de

desenhos de pesquisa mais robustos para estabelecer relações causais e verificar a permanência da aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa documental e bibliográfica realizada em 2025 permite concluir que as metodologias alternativas apresentam potencial para contribuir com um ensino de Funções Inorgânicas mais participativo, contextualizado e significativo. Jogos didáticos, experimentos, atividades investigativas e recursos digitais mostraram-se relevantes no corpus analisado, especialmente quando vinculados aos conteúdos e aos objetivos de aprendizagem. Os resultados históricos do PREMEN Sul, da Escola Estadual James Azevedo e da Escola Estadual Barão de Gurguéia constituem evidências contextualizadas desse potencial, mas não permitem estabelecer uma relação causal universal entre a utilização das metodologias e a melhoria do desempenho.

A análise também evidenciou funções distintas para os recursos didáticos. Jogos podem favorecer participação e aplicação de regras; experimentos podem tornar fenômenos observáveis; propostas investigativas podem estimular hipóteses, observação e argumentação; e recursos digitais podem ampliar a representação de processos não diretamente observáveis. A literatura de 2025 confirma, contudo, que nenhum desses recursos garante automaticamente compreensão conceitual.

As dificuldades observadas em dissociação, ionização e relações entre diferentes representações químicas reforçam a necessidade de questionamentos, explicações, registros e sistematização. Essa conclusão é particularmente importante para Funções Inorgânicas,

pois nomenclatura e classificação precisam ser articuladas às propriedades e transformações que dão significado aos conceitos.

O diálogo com a literatura publicada até 2025 amplia a contribuição do estudo ao confrontar os resultados históricos com pesquisas recentes sobre jogos, experimentação, investigação e tecnologias digitais. Os trabalhos selecionados mostram que essas estratégias continuam sendo relevantes no ensino de Química, inclusive em propostas especificamente voltadas às Funções Inorgânicas e à nomenclatura química.

Ao mesmo tempo, a literatura recente reforça que a eficácia das estratégias não depende apenas da escolha do recurso. Planejamento, mediação docente, formação do professor, disponibilidade de recursos, orientação investigativa e qualidade da avaliação interferem nos resultados. A inovação metodológica não deve ser confundida com a simples substituição da aula tradicional por atividades mais dinâmicas; seu valor está na articulação entre diferentes formas de mediação e na construção de relações entre fenômenos, modelos e representações químicas.

As limitações do estudo também precisam ser explicitadas. Os resultados analisados provêm de contextos distintos e de documentos produzidos em experiências históricas, envolvendo diferentes grupos, instrumentos e formas de intervenção. A pesquisa de 2025 não reproduziu essas experiências nem realizou nova coleta com os mesmos estudantes. Assim, as conclusões devem ser entendidas como análise documental e não como demonstração experimental realizada em 2025.

As limitações indicam caminhos para aprofundamento. Estudos futuros podem realizar intervenções atuais com amostras maiores, acompanhar a permanência dos conhecimentos e comparar diferentes estratégias para conteúdos específicos de Funções Inorgânicas. Também podem avaliar habilidades argumentativas, investigativas e de construção de explicações científicas, além do desempenho em testes.

Dessa forma, a pesquisa bibliográfica realizada em 2025 fortalece o caráter analítico do trabalho, pois permite reinterpretar experiências anteriores diante de uma produção acadêmica contemporânea. O estudo passa de uma descrição de metodologias para uma reflexão sobre quando, como e em quais condições jogos, experimentos, investigação e tecnologias podem contribuir para a aprendizagem química.

Conclui-se que o principal potencial das metodologias alternativas não está no recurso utilizado isoladamente, mas na maneira como ele é integrado ao planejamento pedagógico. Jogos, experimentação, investigação, contextualização e tecnologias digitais podem ampliar as oportunidades de aprendizagem quando acompanhados de objetivos conceituais claros, problematização, mediação docente e sistematização.

A análise realizada em 2025 aponta, portanto, que um ensino de Funções Inorgânicas mais significativo não depende da escolha rígida entre metodologia tradicional ou alternativa, mas da integração consciente de diferentes estratégias em favor da compreensão dos conceitos químicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FENGLER, Mariana de Souza; MARTH, Micheli Alves; BOCARDI, Juliane Maria Bergamin; COSTA JUNIOR, Ismael Laurindo. Vivências e Experiências no Pibid-Química: Adaptação e Implementação de um Jogo Didático para o Ensino das Funções Inorgânicas. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 9, n. 1, 2025. DOI: 10.48075/ReBECCEM.2025.v.9.n.1.33784.

FILGUEIRAS, Joyce de Sousa; PASSOS, Blanchard Silva; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. Explorando funções inorgânicas e o fenômeno da chuva ácida: uma proposta de sequência didática com o uso do simulador PhET. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 9, n. 2, 1-17, 2025. DOI: 10.48075/ReBECCEM.2025.v.9.n.2.34688.

GÓMEZ, Diana E. Rivero; VALDIVIA, Adolfo E. Obaya; RODRÍGUEZ, Yolanda M. Vargas; FERNÁNDEZ, Plinio J. Sosa; VARGAS, Suemi Lima. Aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica. Contactos, **Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería**, n. 134, p. 26–46, 2024.

KOCHUBEI, Olena. Digital technologies in chemistry teacher training: theoretical and methodological analysis. Continuing Professional Education: **Theory and Practice**, v. 83, n. 2, p. 105–113, 2025. DOI: 10.28925/1609-8595.2025.2.9.

LARGO-TABORDA, Wilson Alejandro; COLORADO MESA, Claudia Milena; MORALES, Angela Duque. Learning about inorganic chemical functions by implementing eXeLearning as an educational strategy. **Revista de la Facultad de Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 46–60, 2025. DOI: 10.15446/rev.fac.cienc.v14n2.112226.

MOLVINGER, Karine. Duality between the discourse and practice of a secondary school chemistry teacher: a case study involving a structured inquiry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 26, p. 956–976, 2025. DOI: 10.1039/D4RP00306C.

MUHAMMAD, Fajar Aulia; SUWARDI. Development of virtual laboratory chemistry based on guided inquiry on buffer solution material for senior high school. **Journal of Educational Sciences**, v. 9, n. 4, p. 2769–2783, 2025. DOI: 10.31258/jes.9.4.p.2769-2783.

NGENDABANGA, Celestin; NKURUNZIZA, Jean Baptiste; MUGABO, Leon Rugema. Innovative approaches in chemistry teaching: a systematic review on the use of improvised chemicals for student engagement and performance. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 26, n.3, p. 566–577, 2025. DOI: 10.1039/D4RP00302K.

PRADA, Camilo; VELÁSQUEZ, Vaneza Paola Lorett; BUENDÍA-ATENCIO, Cristian. Werner Complex: game-based learning in the classroom for the construction and nomenclature of the coordination compounds. **Journal of Chemical Education**, v. 102, n. 7, p. 3027–3033, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c01472.

RAZIANA, Elvi; YAMTINAH, Sri; DJONO. Chemvilative: enhancing conceptual understanding in chemistry through an Android-based virtual laboratory. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, v. 11, n. 3, p. 678–686, 2025. DOI: 10.29303/jppipa.v11i3.9885.

SILVA JÚNIOR, José Nunes da; TEOTÔNIO, Maria do Socorro Caldas; JUCÁ, Renner César Silveira; CASTRO, Guilherme de Lima; LEITE JÚNIOR, Antonio José Melo. 1925–2024: one century of educational games in Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 102, n. 4, p. 1492–1510, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c01238.

XU, Juan J.; SUN, Xiao F.; LIU, Yan N.; ZHANG, Shi Y.; ZHOU, Qing. Effects of game-based learning on students' motivation in Chemistry: a meta-analysis. **Journal of Chemical Education**, v. 102, n. 3, p. 1117–1128, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c01304.

¹ Licenciatura Plena em Química, Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0565-3302>

² Licenciatura Plena em Química, Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Teresina, Piauí, Brasil. Mestre e Doutorando em Ciencia e engenharia de materiais, Universidade Federal do Piauui-UFPI, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9112-758X>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0156962783585205>

³ Superior completo - Bacharelado em Farmácia e Licenciatura em Química. Universidade Federal do Piauui. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4181959730099841>

⁴ Licenciatura Plena em Química, Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Teresina, Piauí, Brasil. Especialização em CIÊNCIAS DA NATUREZA, SUAS TECNOLOGIAS E O MUNDO DO TRABALHO. INSTITUIÇÃO ACADÊMICA: Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4541791523599446>

⁵ Mestrado / Doutorado em andamento, Universidade Federal do Piauí-UFPI. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5760-6560>

⁶ Mestrando em Engenharia de Materiais. Instituto Federal do Piauí, IFPI, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7750-4446>

⁷ Mestre em Química Inorgânica- UESPI. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: [https://orcid.org/0000-0002-](https://orcid.org/0000-0002-4776-4134)

[4776-4134](https://orcid.org/0000-0002-4776-4134)

⁸ Licenciatura Plena em Química, Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para](#)

[visualizar o e-mail](#)

⁹ Licenciatura Plena em Química, Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/7503538036896706>

¹⁰ Licenciatura Plena em Química, Universidade Federal do Piauí- UFPI Teresina, Piauí, Brasil. Pós- graduação nível mestrado – UFPI. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)