



Atividade Experimental Problematizadora: uma análise de pH em amostras de solo com alunos do 3º ano do ensino médio

Problematizing Experimental Activity: An analysis of pH in soil samples with 3rd year high school students

A. P. S. Cunha^{1*}; L. P. Silva²

¹Secretaria de Estado de Educação (SEDUC-PA), 66820-000, Belém-Pará, Brasil

²Universidade do Estado do Pará (UEPA), 66050-540, Belém-Pará, Brasil

*ana.scunha@escola.seduc.pa.gov.br

(Recebido em 25 de novembro de 2022; aceito em 09 de dezembro de 2022)

A atividade experimental é considerada uma estratégia que possibilita integração entre teoria e prática durante o processo de ensino e aprendizagem. Compreendendo o potencial para o ensino de química, essa investigação teve como objetivo avaliar possíveis contribuições da abordagem experimental demonstrativa-problematizadora para construção de conhecimentos químicos sobre análise do pH do solo e a influência do caráter ácido ou alcalino para o cultivo de soja. A pesquisa qualitativa, de caráter interventivo, foi desenvolvida com alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Marabá-PA, por meio da execução de uma sequência de ensino. Para construção de dados foram aplicados três instrumentos, sendo estes, um formulário para sondagem de conhecimentos prévios e o outro para avaliação da metodologia; por último solicitou-se aos alunos a produção de um texto sobre o tema discutido. Para interpretação de dados empregou-se estatística descritiva e análise de conteúdo (AC) com suporte do software IRAMUTEQ, no qual foi processada uma Classificação Hierárquica Descendente (CHD). Nos resultados, verificou-se que as ideias prévias manifestadas auxiliaram na apropriação de novos conhecimentos, sendo traduzidos pelo nível de concordância sobre a contribuição dos experimentos realizados para compreensão de conceitos químicos. Com a AC, emergiram quatro categorias, expressando de forma clara como estes conhecimentos foram estruturados pelos alunos. Ademais, foi possível constatar a apropriação de conteúdos conceituais e procedimentais relativos à análise de pH do solo, demonstrando êxito no cumprimento do objetivo da pesquisa.

Palavras-chave: Ensino de química, problematização, acidez e alcalinidade.

The experimental activity is considered a strategy that enables integration between theory and practice during the teaching and learning process. Understanding the potential for teaching chemistry, this investigation aimed to evaluate possible contributions of the demonstrative-problematizing experimental approach to the construction of chemical knowledge about soil pH analysis and the influence of acid or alkaline character for soybean cultivation. The qualitative, interventional research was developed with students in the 3rd year of high school at a public school in the municipality of Marabá-PA, through the execution of a teaching sequence. For the construction of data, three instruments were applied, namely, a form for probing previous knowledge and the other for evaluating the methodology; finally, students were asked to produce a text on the topic discussed. For data interpretation, descriptive statistics and content analysis (CA) were used, supported by the IRAMUTEQ software, in which a Descending Hierarchical Classification (CHD) was processed. In the results, it was verified that the previous ideas manifested helped in the appropriation of new knowledge, being translated by the level of agreement on the contribution of the experiments carried out for the understanding of chemical concepts. With the CA, four categories emerged, clearly expressing how this knowledge was structured by the students. Furthermore, it was possible to verify the appropriation of conceptual and procedural contents related to soil pH analysis, demonstrating success in fulfilling the research objective.

Keywords: Chemistry teaching, problematization, acidity and alkalinity.

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Química são notados há anos, levando pesquisadores a pensarem sobre suas causas e consequências, bem como a desenvolver alternativas para sua melhoria [1]. As proposições que têm sido elaboradas para o encaminhamento de possíveis soluções apontam para a amplificação

de uma educação voltada para o protagonismo do estudante, cujo conhecimento científico e tecnológico esteja inserido na estruturação da sociedade, nos assuntos ambientais, na saúde humana e na preparação cultural.

A compreensão das Ciências da Natureza de um modo geral e da Química em especial configura peça essencial à formação da cidadania. Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC [2] define que a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais, no que se refere aos conhecimentos conceituais, devem estar alicerçados na contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos.

De modo convergente, o uso da experimentação como estratégia de ensino de Química tem sido apresentado por professores e alunos como uma das formas mais eficientes de se diminuir as dificuldades de aprendizagem e de ensino dos conceitos e fenômenos de modo que faça sentido e que seja consistente para os discentes [3]. Nesse sentido, Francisco Jr. et al. (2008) [4] afirmam que a experimentação configura como uma das ferramentas essenciais no processo de ensino e aprendizagem das ciências. Portanto, à medida que se desenvolve atividades experimentais com as quais seja possível despertar a motivação em aprender, espera-se que a participação dos alunos seja mais eficaz e, com isso, promova um avanço em matéria de compreensão de conceitos.

É importante destacar que as palavras *Experimentação*, *Experimento* e *Experiência* possuem diferentes significados. Mori e Curvelo (2017) [5] destacam três origens dessas palavras, que foram organizados por domínios. O domínio prático, que está relacionado à experiência do senso comum, da vivência, levando ao conhecimento, ao domínio, ao adestramento. O domínio filosófico, na manifestação do empirismo, cuja aquisição de conhecimento é dada por meio do uso dos sentidos e crenças, e o domínio da atividade científica, constituinte das atividades destinadas à observação de fenômenos, sujeitos a determinadas regras, se tratando do método científico em si.

Na literatura encontram-se abordagens distintas e orientações para condução de atividades experimentais, dentre elas tem-se as demonstrativas; de verificação e por investigação [6]. Os três tipos de abordagens apresentam vantagens e desvantagens quando inseridas em um contexto real de ensino e aprendizagem. Na intenção de resumir as principais características das atividades experimentais, Santos e Menezes (2020) [7] em seu trabalho traz uma sintetização, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Principais vantagens e desvantagens dos tipos de atividades experimentais. Fonte: Adaptado de Santos (2020).

	Tipos de atividades experimentais		
	Demonstrativa	Verificação	Investigativa
Vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado
Desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização exige um pouco da experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Para a realização deste trabalho, optou-se pela utilização da metodologia baseada na atividade experimental investigativa que, por sua vez, trata-se de uma perspectiva de ensino baseada na problematização [8]. Esse tipo de abordagem está associada com a pedagogia problematizadora de Paulo Freire, na qual também se prioriza o caráter inovador da experimentação [9]. O objetivo da experimentação problematizadora vai além da investigativa, pois precisa instigar a curiosidade dos alunos, estimulando o senso crítico em relação ao objeto de estudo [10].

A partir das reflexões apresentadas em torno da experimentação enquanto estratégia buscou-se resposta para o respectivo problema: O uso da experimentação demonstrativa-problematizadora contribuirá para processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos químicos relacionados à acidez e alcalinidade de solos, assim como auxiliará na compreensão da influência do pH no cultivo de diferentes espécies, como a soja?. Ademais, esta investigação teve como objetivo avaliar possíveis contribuições da abordagem experimental adotada para construção de conhecimentos químicos a partir da análise do pH de amostras de solo junto a uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Marabá-PA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida foi do tipo intervenção, caráter aplicado, e abordagem qualitativa, definida por Damiani et al. (2013) [11] como uma investigação direcionada a promoção de mudanças e inovações visando avanços e melhorias relacionadas, em especial, ao processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos. Os resultados do efeito da intervenção são avaliados de forma qualitativa e interpretados por meio de inferências realizadas pelos pesquisadores a partir do material empírico construído e referencial teórico adotado.

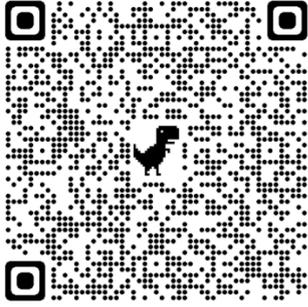
2.1 Intervenção: participantes, planejamento e aplicação

A intervenção foi realizada em uma Escola Estadual de Ensino Médio localizada no município de Marabá-PA. Contou com a participação de uma turma de alunos do 3º ano, os quais foram previamente informados sobre a característica e finalidade das atividades que seriam realizadas e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado pela professora de química, autorizando, assim, o uso das informações obtidas por meio de dois formulários eletrônicos e produção textual, respectivamente, no início e ao final das atividades desenvolvidas.

2.1.1 Experimentação problematizadora demonstrativa

Partindo do tema “Análise de solos” foi realizado o planejamento e aplicação de uma sequência de atividades de ensino (Tabela 2) objetivando que, a partir da atividade experimental problematizadora demonstrativa, os alunos do 3º ano conseguissem formular respostas para a seguinte questão: *Com base no caráter ácido ou básico das amostras de solos coletadas em uma área afastada do centro urbano do município de Marabá-PA, qual é a melhor para o plantio de soja: S1(área em espera), S2 (área de queimada) e S3 (área cultivada com mandioca)?*

Tabela 2: Sequência de atividades desenvolvidas com a turma. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Atividade	Descrição	Tipo de atividade	Duração	Imagens
1	Aplicação de formulário para levantamento de ideias prévias; Apresentação do problema e audição de podcast sobre a influência do pH no cultivo de diferentes culturas.	Assíncrona	1h	 Código Qr do Podcast
2	Coleta de solo	Campo	2h	
3	Diferenciando o caráter ácido/básico de substâncias cotidianas com uso de indicadores	Experimental demonstrativa no pátio da escola	1h 30 min	
4	Analisando o caráter ácido/básico das amostras de solo coletadas	Experimental demonstrativa no pátio da escola	1h 30 min	 
5	Produção textual sobre a análise do solo por meio das atividades realizadas	Sala de aula	1h	-----

2.2 Métodos para processamento e interpretação dos dados construídos

Os dados empíricos provenientes do formulário de sondagem sobre as ideias prévias dos alunos e avaliação da atividade experimental demonstrativa problematizadora foram analisados por meio de estatística descritiva e os resultados sistematizados na forma na tabela e gráfico. Para apoiar a Análise de Conteúdo (AC) no tratamento dos textos elaborados pelos alunos ao final da intervenção, utilizou-se o software de código livre IRAMUTEQ (Interface de R para análises multidimensionais de textos e questionários), que oferece ferramentas para análises lexicográficas e com base na estatística textual [12].

O programa facilitou o agrupamento das respostas dos estudantes em categorias, além de permitir trabalhar com os dados de diversas maneiras, por meio da junção de recortes dos segmentos de texto em distintas categorias e quando pertinente à mesma informação puderam ser incluídas em classes diferentes.

Seguindo as especificações do manual do programa [13], os textos foram organizados em um arquivo único no bloco de notas do *Windows* e posteriormente separados por linhas de comando (com asteriscos) e cada linha de comando sendo formada por variáveis definidas pelas pesquisadoras (Tn: T-texto; n variando de 1 a 12) conforme o número designado a cada texto constituinte do corpus (**** *T_01 até **** *T_12).

No IRAMUTEQ são processados cinco métodos¹, entre esses foi selecionado a Classificação Hierárquica Descendente (CHD) proposto por Reinert apud Camargo e Justo (2021) [13], o qual classifica segmentos de textos (ST) em função dos seus respectivos vocábulos e o conjunto deles é repartido com base na frequência das formas reduzidas [13].

O processamento da CHD deve considerar o índice de retenção mínimo de ST igual ou superior a 75%, dos quais serão formadas as classes organizadas em um dendrograma, sendo cada uma constituída por um conjunto de palavras próximas umas das outras, originando um segmento único [14].

Justifica-se aqui a adoção do IRAMUTEQ considerando a possibilidade em se realizar uma Análise de Conteúdo Automatizada (ACA) [15], tendo em vista as aproximações entre algumas etapas de processamento automatizado realizada pelo software com as da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011) [16]: i) pré-análise; ii) a exploração do material; iii) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Sá e Brito (2022) [15] descrevem as aproximações, considerando que a leitura fluente realizada durante a pré-análise, auxilia o pesquisador na organização do *corpus*. A etapa de exploração do material no IRAMUTEQ ocorre com a redução dos dados “que são separados em unidades relevantes e significativas, ou seja, ele extrai do *corpus* asserções sobre um determinado assunto que são denominadas de Unidades de Registro (UR) ou Segmento Textual (ST)”, p. 54.

Ao aplicar o comando da CHD, o software indica os ST e percentual de incidência dos termos, que são expressos pelo valor do qui-quadrado (χ^2). Gerado o dendrograma, com índice de retenção igual ou superior a 75%, o software possibilita o acesso às frases onde o ST está (reagrupamentos de segmentos de texto – RST) os quais, segundo Brito e Sá (2022) [15] apresentam equivalência as Unidades de Contexto (UC) do *corpus*.

A terceira etapa da Análise de Conteúdo (o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação) é iniciada com pesquisador agrupando e nomeando as UC, conforme o sentido a ser estabelecido. Brito e Sá (2022) [15] sugerem que seja feito analisando a CHD, verificando as classes obtidas e por meio das relações de significados estabelecidas pelos temas pré-definidos no início do processamento.

Desse modo, obtêm-se as Unidades de Análise (UA) a partir da verificação e agrupamento da UR junto as UC, as quais são interpretadas originando um novo agrupamento por semelhança dando origem as categorias de análise que serão posteriormente discutidas pelo pesquisador à luz do referencial adotado [15].

¹ Estatísticos, Especificidades e Análise Fatorial de Correspondência (AFC), Classificação Hierárquica Descendente (CHD), Análise de Similitude e Nuvem de Palavras (CAMARGO; JUSTO, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação do questionário obteve-se 15 devolutivas dos participantes. As respostas atribuídas foram agrupadas por similaridade de sentido. Para facilitar a interpretação das classes de respostas, organizou-se a Tabela 3 no qual são apresentados os principais sentidos encontrados nas concepções prévias dos alunos.

Tabela 3: Concepções prévias apresentadas pelos alunos. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Concepções prévias dos alunos			
O que você sabe sobre pH?	O que significa dizer que o solo está ácido ou alcalino?	O valor de pH influencia no desenvolvimento das plantas? O que você sabe sobre isso?	Você sabe como medir o pH do solo?
O pH é uma característica de todas as substâncias determinado pela concentração de íons de Hidrogênio.	É considerado um solo ácido aquele que estaria saturado de H.	A acidez interfere diretamente no desenvolvimento dos vegetais.	Não
Potência de Hidrogênio	Solo ácido é aquele com pH abaixo de 5,5	As plantas preferem pH neutro para melhorar o desenvolvimento	Não
pH serve para medir o grau de acidez	Quando o valor do pH está alto	Sim, ajuda no crescimento das plantas.	Não sei
A sigla pH significa Potencial Hidrogeniônico.	Não sei	Não sei	Não sei
pH é uma escala que mede o grau de acidez	Quando está ácido é pela ausência de calcário, alcalino é rico em calcário	Sim, porque o pH influencia no crescimento e na produtividade	Através de pHmetros
Sei que pH é algo que mantém controle de algum elemento químico e que tem vários para muitos tipos de usos.	O solo ácido é quando ele está pobre e falta nutrientes falta de vitaminas para plantação no solo.	Sim porque o solo precisa ter um pH neutro para poder plantar e a planta se desenvolver bem.	Não, mas tenho curiosidade em saber, só vi a medição de pH de piscina.

Acerca do conhecimento prévio sobre pH, foi possível perceber que a maioria dos alunos possuem uma boa compreensão do conceito, destacando o significado da sigla e associando este à característica classificatória de substâncias entre ácida, básica e neutra. Já na interpretação do que quer dizer se um solo está ácido ou alcalino, observa-se que alguns estudantes relacionam tal fenômeno com a faixa de pH, enquanto outros fazem uma associação com a presença ou ausência de substâncias específicas, bem como enfatizam a questão da disponibilidade de nutrientes.

Quando questionados sobre a influência do pH no desenvolvimento das plantas, percebe-se na maior parte das respostas obtidas, uma associação positiva em relação ao parâmetro discutido, na qual os alunos acreditam que o pH do solo influencia diretamente no crescimento de plantas em geral. Finalmente, acerca do saber medir o pH de um solo, é quase unânime a afirmação negativa dos alunos sobre tal procedimento, destacando-se apenas uma resposta indicando que é feito com o uso de pHmetros.

A problematização do tema Solo exige conhecimentos inerentes à química e que estão relacionados diretamente com a eficácia das práticas de cultivo. Neste estudo, optou-se por discutir os conceitos sobre ácidos e bases partindo das concepções prévias apresentadas pelos alunos. Alguns estudantes possuem uma concepção negativa a respeito da química pelo fato de o ensino dessa ciência, na maioria das vezes, ser apresentada de forma distanciada do cotidiano e da vivência dos estudantes, potencializando o desenvolvimento de visões distorcidas sobre as mesmas [17].

Após a realização da atividade experimental demonstrativa-problematizadora foi aplicado um formulário para realizar a avaliação da atividade, os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva e os resultados sistematizados nas Figuras 1 e 2.

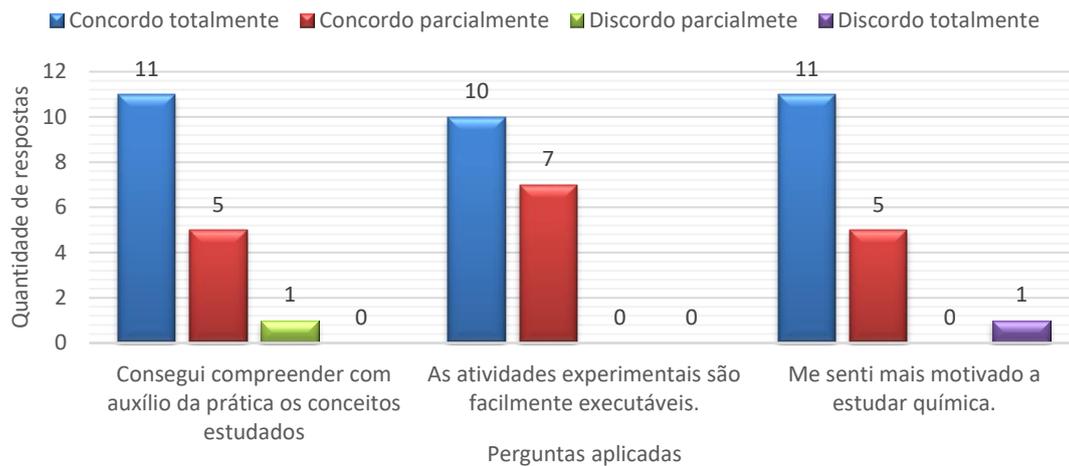


Figura 1: Quantitativo de respostas pertinente a avaliação da atividade experimental.

É notório que a maioria dos alunos concordaram que as atividades experimentais auxiliaram na compreensão dos conteúdos trabalhados em sala, foram de fácil execução e que se sentiram motivados a estudar química. Considerando tais respostas, fica evidente que esse tipo de atividade contribui com a construção do conhecimento químico, bem como estimula o aluno aos estudos, na perspectiva de apresentar a química como uma ciência interessante.

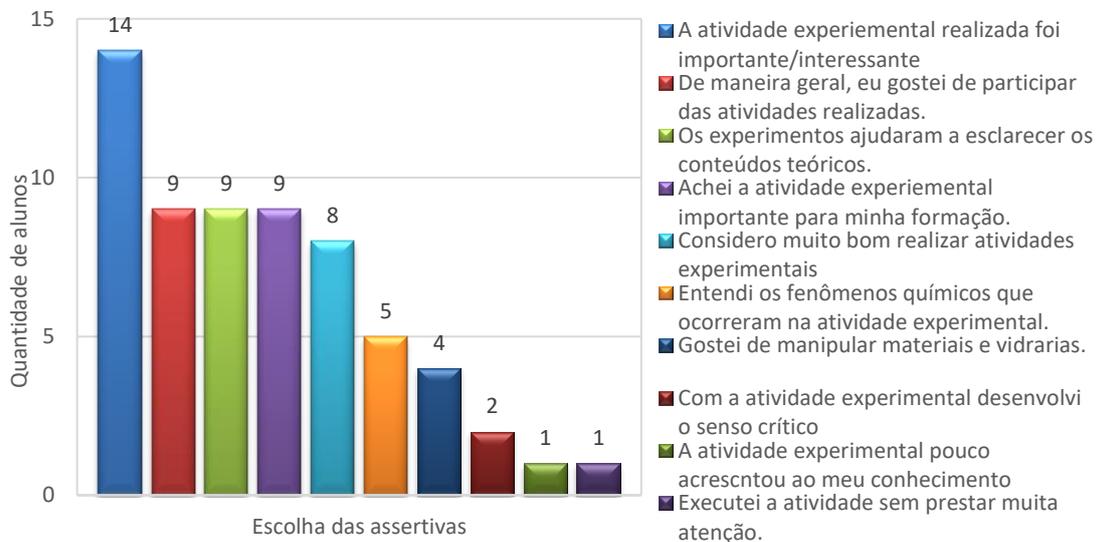


Figura 2: Quantitativo de assertivas mais escolhidas pelos alunos.

Analisando a Figura 2, que retrata sobre as assertivas mais escolhidas pelos alunos, é possível afirmar que a atividade desenvolvida foi considerada importante/interessante pela maior parte dos alunos. Observa-se também certa concordância quando afirmam que gostaram de participar da atividade, destacando que a mesma contribuiu para um melhor entendimento dos conteúdos abordados em sala de aula. Além de considerarem positiva esse tipo de ação para sua formação escolar.

Como etapa final dos resultados deste estudo será apresentada, na sequência, a análise da produção textual elaborada pelos participantes. Foram processados 12 textos no IRAMUTEQ, aplicando-se o método da CHD. Neste, o software reclassificou-os em 54 segmentos de texto ST, emergindo 1978 ocorrências (palavras), com a classificação de 50 ST, o que corresponde a 92,59% de aproveitamento.

Na Figura 3, é possível visualizar o percentual (%) e as principais palavras que formam as oito classes geradas a partir do corpus. O dendrograma demonstra a ligação entre as palavras que estão associadas entre si, isso permite interpretar o conjunto de palavras que formam cada classe, assim como, nos leva a compreender as aproximações e afastamentos entre as classes criadas.

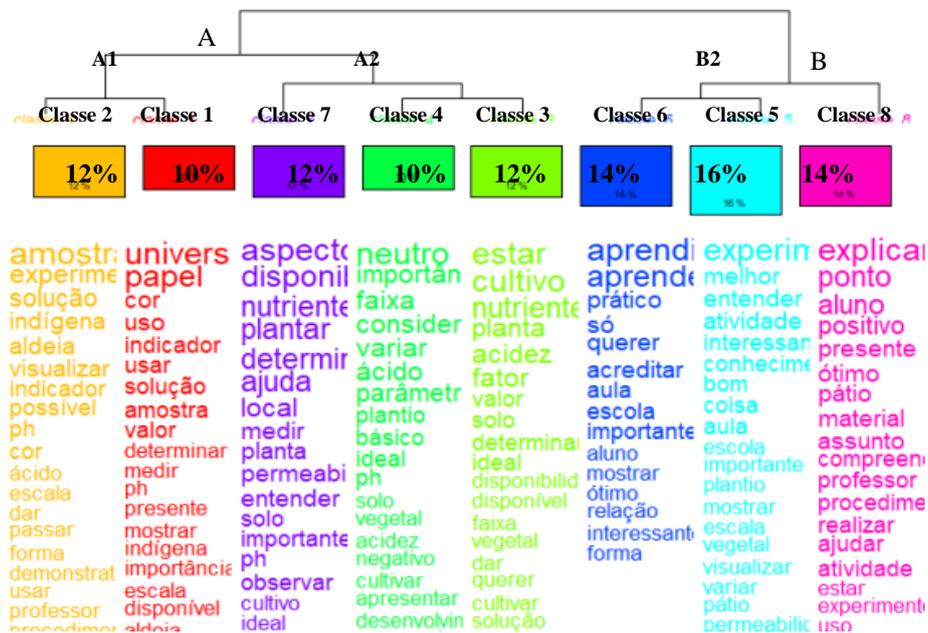


Figura 3: Dendrograma da Classificação Hierárquica Descendente (CHD). Fonte: Software IRAMUTEQ.

No relatório de processamento do software foi verificado que o conteúdo analisado formou 8 classes de palavras: a classe 1 com 5 ST correspondendo a 10% do total; a classe 2 contendo 6 ST com 12%; a classe 3 com 6 ST (12%); a classe 4 com 5 ST (10%); a classe 5 com 8 ST (16%) abriga a maior parte do corpus; a classe 6 com 7 ST, correspondendo a 14%; a classe 7 que contém 6 ST (12%) e a classe 8 com 7 dos 50 ST aproveitados.

Após as etapas de codificação, partindo da interpretação da CHD, foi possível definir a categorização de acordo com os sentidos dos ST constituintes de cada classe. Segundo Bardin (2011) [16] nesta etapa ocorre a classificação dos dados, a análise dos resultados por meio da inferência e interpretação lógica dos conteúdos encontrados nos textos. A categorização elaborada a partir das classes que emergiram da CHD está organizada na Tabela 4.

Tabela 4: Categorização elaborada a partir das classes da CDH.

Eixo analítico	Título	
	Categoria	Exemplo
A. Compreensão dos conhecimentos químicos e procedimentos experimentais	1. Uso dos indicadores e papel universal para determinação do pH do solo.	T2 – Medimos o pH de três amostras de solo através do uso do indicador azul de bromotimol e o papel universal.
	2. Relação entre o pH e a disponibilidade de nutrientes em um solo.	T1 – Um dos principais fatores no cultivo de plantas é a disponibilidade de nutrientes e isto está diretamente relacionado aos valores de pH do solo.
B. Aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem mediado pela experimentação	3. Importância da realização de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem	T4 – Acredito que esse tipo de atividade é muito bom, pois o aprendizado fica mais fácil.
	4. Pontos positivos e negativos observados durante a realização da experimentação.	T10 – A diversidade de materiais utilizados tornou a aula mais dinâmica e bem compreendida. T4 – O fluxo de pessoas incomodou um pouco.

3.1 Eixo analítico A: Compreensão dos conhecimentos químicos e procedimentos experimentais.

Esse eixo, que corresponde a 56% dos ST, está subdividido em 2 categorias, destacando-se a percepção dos conceitos relacionados a acidez e basicidade, funcionamento dos indicadores e compreensão dos procedimentos experimentais. Segundo Sasseron et al. (2017) [17] o ensino das ciências deve ser estruturado de modo que o aluno não apenas desenvolva o conhecimento de conceitos das ciências, mas também construa experiências sobre o “fazer científico”. A seguir, apresenta-se a análise de cada categoria.

3.1.1 Categoria 1- Uso dos indicadores e papel universal para determinação do pH do solo

Abarcando 22% dos ST, as palavras que se destacam são: amostra; experimento; solução; papel universal; indicadores; cor. A categoria agrupa as respostas que afirmam ser possível prevê o caráter ácido/base a partir da utilização do papel universal e de indicadores e a determinação do parâmetro de pH através de procedimento experimental, utilizando materiais simples e de fácil manipulação.

Nesse sentido, alguns ST podem ser destacados como exemplificação: T9: [...] determinar o pH de um solo é um procedimento relativamente simples, adicionando indicadores nas soluções preparadas a partir das amostras de solo; T3: [...] o pH de uma amostra foi constatado pela diferença de coloração visualizada, sendo possível classificar as soluções como ácidas, básica ou neutra; T11: [...] colocamos um pouco da amostra em tubos de ensaio para medir o pH.

De acordo com Lopes (2019) [18], o pH define a acidez ou a alcalinidade existente em uma solução. A escala de pH varia em uma faixa de 0 a 14. Um pH igual a 7,0 é neutro, ou seja, as quantidades de íons H^+ e OH^- na solução são iguais. Valores de pH abaixo de 7,0 são considerados ácidos, o que significa que os íons H^+ predominam na solução e pH acima de 7,0 são básicos, evidenciando a predominância do íon OH^- na solução. Na maioria das soluções líquidas de amostras de solos, o pH varia entre 4,0 e 9,0.

Com isso, observa-se que os alunos conseguiram apresentar uma compreensão muito próxima dos conceitos científicos, evidenciando a assimilação dos termos, conceitos e fenômenos relativos à acidez ou basicidade de uma solução na perspectiva da escala de pH interpretada a partir de valores e mudanças de colorações.

3.1.2 Categoria 2- Relação entre o pH e a disponibilidade de nutrientes em um solo

Nessa categoria, que corresponde a 34% dos ST, se destacam palavras como: aspecto; nutriente; cultivo; disponibilidade; importância; ideal. A categoria está representada por frases dos ST que enfatizam a interferência do pH de um solo na distribuição de nutrientes e a compreensão da existência de um pH adequado para cada tipo de vegetal que se pretende cultivar.

Como exemplos que evidenciam o resultado apresentado, destacam-se os ST - T9: [...] saber o pH do solo é muito importante pois ajuda a indicar quais os tipos de planta podem ser cultivados em determinado local, além de estabelecer uma relação com os nutrientes disponíveis; T6: [...] quando um solo está muito ácido, a assimilação dos nutrientes pelo vegetal fica comprometida e gera desenvolvimento inadequado das plantas.

A identificação do valor de pH é muito importante para o plantio [19]. Os solos que têm o pH entre 5,8 e 7,5 costumam apresentar uma boa taxa de crescimento de plantas. Abaixo do pH 5,0 indica que existe carência de elementos essenciais para plantas como: Ca (cálcio), Mg (magnésio), P (fósforo), Mo (molibdênio), B (boro), ou pode evidenciar também elevados índices de Al (alumínio), Mn (mangânês), Zn (zinco) e outros metais pesados que tornam o solo tóxico. Já um pH entre 8,0 e 8,5 indica a ocorrência de carbonato de cálcio e/ou magnésio livres e baixas disponibilidades dos elementos P, Mn, Zn e Cu (cobre).

O posicionamento dos alunos, observado nos ST que representam as duas categorias geradas a partir do eixo analítico A, deixa evidente a apropriação de conhecimentos e procedimentos relacionados aos conceitos de química na perspectiva da análise de pH do solo, demonstrando êxito no cumprimento do objetivo da pesquisa.

3.2 Eixo analítico B: Aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem mediado pela experimentação

Representando 44% dos ST, os aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem são referenciados em trechos que os estudantes ressaltam a necessidade de utilizar aulas experimentais para promover uma melhor compreensão de fenômenos e conceitos químicos. Além de enfatizar alguns aspectos relacionados ao desempenho/atuação dos professores e espaço físico utilizado para desenvolvimento das experimentações.

De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004) [20], estudos sobre a experimentação no contexto da educação básica afirmam que esse tipo de atividade é importante porque motiva profundamente os alunos, o que favorece a sua aprendizagem. Corroborando com a discussão, Sasseron et al. (2017) [17] destaca ser necessário que se faça estudos acerca das atividades experimentais em cenários reais para que seja possível observar as justificativas da baixa realização da experimentação. Dentre as principais deficiências identificadas temos: a formação dos professores e dos alunos e a falta de “infraestrutura” das escolas.

3.2.1 Categoria 3- Importância da realização de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem

Na categoria 3, correspondendo a 30% dos ST, tiveram maior destaque as palavras: aprendizagem; melhor; interessante; conhecimento. São analisados os ST nos quais os alunos evidenciam que a realização de atividades experimentais torna a aprendizagem mais fácil, além de estimular a sua participação.

Para exemplificar o que está sendo discutido, têm-se os seguintes ST: T2: [...] aula prática é diferente e desperta a curiosidade e interesse dos alunos; T4: [...] atividade experimental é bom pois torna o aprendizado mais fácil; T7: [...] as atividades experimentais são muito interessantes pois é algo diferente e novo que nos faz entender melhor o conteúdo.

Em atividades problematizadoras, seja ela uma exposição, demonstração, laboratório ou leitura, o professor deve direcionar a atividade de modo que crie situações em que os alunos sejam incentivados a participarem e os coloquem como protagonistas do próprio ensino [17].

3.2.2 Categoria 4- Pontos positivos e negativos observados durante a realização da experimentação

Nessa categoria, representada por 14% dos ST, foram analisados os trechos que evidenciaram fatores que interferiram no desenvolvimento das experimentações, tanto de forma positiva quanto de forma negativa no processo de ensino e aprendizagem. As palavras de maior destaque foram: explicação; pátio; professor; compreensão.

A discussão pode ser observada nos seguintes exemplos: T7: [...] a condução das atividades foi muito legal; T8: [...] os professores fizeram uma excelente explicação e tiraram nossas dúvidas. T4: [...] o fluxo de pessoas transitando pelo pátio da escola incomodou um pouco. T12: [...] o elevado número de alunos transitando pelo espaço dificultou a compreensão de alguns momentos.

Diante dessa colocação, a partir do ponto de vista dos alunos, é possível afirmar que a atuação dos professores na realização das atividades práticas foi satisfatória e contribuíram de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Contudo, ainda é preciso considerar que o local escolhido para o desenvolvimento da experimentação não favoreceu alguns aspectos da aprendizagem, sendo considerado por alguns, ponto negativo da atividade. Todavia, é importante esclarecer que o “pátio” era o único local disponível no momento da realização das práticas experimentais, uma vez que a escola não dispõe de laboratório.

4. CONCLUSÃO

As autoras deste estudo desenvolveram uma sequência de ensino objetivando verificar a efetividade do uso de atividade experimental problematizadora, enquanto metodologia inovadora, para a construção de conhecimentos químicos a partir da análise do pH de amostras de solo com alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Marabá-PA.

Desse modo, a partir da coleta de informações das 3 ferramentas de avaliação aplicadas, foi possível analisar os aspectos relativos ao problema apresentado neste estudo, no qual levantou-se o seguinte questionamento: O uso da experimentação demonstrativa-problematizadora contribuirá para o processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos químicos relacionados a acidez e alcalinidade de solos, assim como auxiliará na compreensão da influência do pH no cultivo de diferentes espécies, como a soja?

Inicialmente, com a análise das concepções prévias dos alunos, destacou-se que a maioria já possuía uma compreensão assertiva sobre o conceito de pH, bem como o significado de sua sigla. Quando questionados sobre a importância deste aspecto no solo, apenas relacionaram o caráter ácido/base com as escalas de pH e a possível influência no crescimento das plantas. Em relação ao entendimento de como é feita a determinação do potencial hidrogeniônico de um solo, quase que a totalidade de alunos afirmou desconhecer o procedimento.

Após a realização da sequência de ensino, foi aplicado um questionário avaliativo sobre as práticas experimentais desenvolvidas. Com a análise da devolutiva desse instrumento de coleta, a maior parte dos estudantes concordou que as atividades desenvolvidas contribuíram para uma melhor compreensão dos conceitos, além de servir de estímulo para os estudos de química. Outros aspectos também puderam ser avaliados nestes dados coletados como o interesse por mais experimentação durante as aulas e a boa aceitação desta metodologia.

O resultado da análise da produção textual dos alunos, etapa final da avaliação, foi realizado pela AC apoiada ao uso do software IRAMUTEQ. Com os dados gerados pelo programa computacional foi possível definir quatro categorias que emergiram a partir de dois eixos analíticos, de acordo com as similaridades encontradas nos ST.

A análise da primeira categorização, nomeada como: Uso de indicadores e papel universal para determinação de pH de solo, torna evidente que os alunos assimilaram não apenas os conceitos sobre pH como também os procedimentos experimentais para determinação deste parâmetro. Já na segunda categoria, a relação entre o pH e a disponibilidade de nutrientes em um solo, é possível afirmar que os participantes conseguiram compreender que a

disponibilidade de nutrientes por um solo depende diretamente do caráter ácido/base encontrado no local.

No que diz respeito à análise das categorias 3 e 4, os ST agrupam frases que demonstra a importância da realização de atividades experimentais como ferramenta para estimular a participação e interesse dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Destaca-se também, que o papel do professor é indispensável na abordagem prática e o local de realização das ações precisa ser observado para que a dinâmica da aula não fique prejudicada por questões de estrutura física.

Ensejamos por fim, que essa pesquisa desperte ainda mais, ações inovadoras que contribuam com o processo de construção do conhecimento químico e auxilie no desenvolvimento de recursos de apoio para colaborar com o processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um melhor aprendizado dessa ciência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sasseron LH. Ensino de Ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: Uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *RBPEC*. 2018 dez;18(3):1061-85. doi: 10.28976/1984-2686rbpec20181831061
2. Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília (DF): Ministério da Educação; 2018.
3. Souza FL, Akahoshi LH, Marcondes MER, Carmo MP. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. São Paulo (SP): Imprensa Oficial de São Paulo; 2013.
4. Francisco Jr WE, Ferreira LH, Hartwig DR. Experimentação problematizadora: Fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Quím Nova Escola*. 2008 nov;30:34-41.
5. Mori RC, Curvelo AAS. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. *Quím Nova Escola*. 2017 ago;39(3):291-304. doi: 10.21577/0104-8899.20160087
6. Araújo MST, Abib MLVS. Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev Bras Ensino Fís*. 2003 jun;25(2):176-94.
7. Santos LR, Menezes JA. A experimentação no ensino de Química: Principais abordagens, problemas e desafios. *Rev Eletr Pesquiseduca*. 2020 jan-abril;12(26):180-207.
8. Bassoli F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): Mitos, tendências e distorções. *Ciênc Educ*. 2014;20(3):579-93. doi: 10.1590/1516-73132014000300005
9. Monteiro IB, Oliveira CLR, Geremias BM. A experimentação problematizadora e o ensino de ciências: desafios e perspectivas na educação do campo. *Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino*. 2020 nov;4(2):266-83. doi: 10.47456/krkr.v2i4.31902
10. Taha MS, Lopes CSC, Soares EL, Folmer V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*. 2016;11(1):138-54.
11. Damiani MF, Rochefort RS, Castro RF, Dariz MR, Pinheiro SS. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cad Educ*. 2013;45:57-67. doi: 10.15210/caduc.v0i45.3822
12. Santos V. IRAMUTEQ nas pesquisas qualitativas brasileiras da área da saúde: scoping review. *CIAIQ* 2017;2:392-401.
13. Camargo BV, Justo AM. Tutorial para uso do software IRAMUTEQ [Internet]. Florianópolis (SC): Laboratório da Psicologia da Comunicação e Cognição (LACCOS) – Universidade Federal de Santa Catarina; 2021. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>
14. Andrade Jr EO, Andrade EO. Lexical analysis of the Code of Medical Ethics of the Federal Council of Medicine. *Rev Assoc Med Bras*. 2016;62:123-30. doi: 10.1590/1806-9282.62.02.123
15. Brito C, Sá I. Pesquisa qualitativa e a análise de conteúdo automatizada: usando o IRAMUTEQ. In: Pinto RF, organizador. *GPS: Grupo de Pesquisas & Publicações. Pesquisas Interdisciplinares*. Belém (PA): Conhecimento e Ciência; 2022. p. 49-59. doi: 10.29327/559507
16. Bardin L. *Análise de conteúdo*. 7. ed. São Paulo (SP): Edições 70; 2011.
17. Sasseron LH, Machado VF, Pietrocola M. Alfabetização científica na prática: Inovando a forma de ensinar física. 1. ed. São Paulo (SP): Livraria da Física; 2017.
18. Lopes, AS. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo (SP): Anda/Potafos; 2018.
19. Brady NC. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro (RJ): Freitas Bastos; 2009.
20. Galiazzi MC, Gonçalves FP. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Quím Nova*. 2004;27(2): 326-31.