

APRENDIZAGEM DE CONCEITOS RELACIONADOS AO CONTEÚDO DE ÁCIDOS E BASES NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

Maiza Levy Nogueira¹

Jean Michel dos Santos Menezes²

RESUMO

Os experimentos investigativos desempenham um papel fundamental na educação, oferecendo aos alunos uma alternativa prática e envolvente para aprender conceitos científicos e explorar diversos campos do conhecimento. Esses experimentos possibilitam aos estudantes não apenas apreender conceitos, mas também desenvolver habilidades importantes como pensamento crítico e resolução de problemas. Ao realizarem experimentos investigativos, os alunos têm a oportunidade de formular hipóteses, planejar procedimentos, coletar e analisar dados, tirar conclusões e comunicar seus resultados. Diante disso, este projeto teve por objetivo analisar a contribuição das atividades experimentais investigativas no desenvolvimento de aprendizagens de alunos do 3º ano do Ensino Médio em aulas de Química, trabalhando o conteúdo Ácidos e Bases. Assim, por meio de uma sequência didática com aulas teóricas e práticas, os alunos participantes da pesquisa realizaram atividades experimentais orientadas por Fichas de atividades. Foi aplicado também, no início das atividades, um questionário que visava identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos abordados. Foi perceptível o grande interesse dos alunos ao se envolverem nas atividades experimentais investigativas utilizadas. Ao concluir a atividade experimental, percebeu-se que poucos alunos ainda demonstravam não compreender totalmente os conceitos sobre ácidos e bases, o que não significa que não sabem do que se trata, mas apenas não adquiriram conhecimento suficiente para construir uma base conceitual consistentemente coerente para defender seu ponto de vista. Sendo assim, a pesquisa mostrou-se sobremodo oportuna e desafiadora, pois possibilitou aos alunos ultrapassar as barreiras do senso comum.

Palavras-chave: Experimentação investigativa. Ensino de química. Ensino médio. Ácidos e bases.

LEARNING CONCEPTS RELATED TO THE CONTENT OF ACIDS AND BASES IN HIGH SCHOOL THROUGH INVESTIGATIVE EXPERIMENTATION

ABSTRACT

Investigative experiments play a fundamental role in education, offering students a practical and engaging alternative to learning scientific concepts and exploring different fields of knowledge. These experiments enable students to not only grasp concepts, but also develop important skills such as critical thinking and problem solving. When carrying out investigative

¹ Graduanda em licenciatura em Ciências: Química e Biologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). E-mail: maisalevi13@gmail.com

² Doutor em Ensino de Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da UFAM. E-mail: jeanmichelsm@ufam.edu.br

experiments, students have the opportunity to formulate hypotheses, plan procedures, collect and analyze data, draw conclusions, and communicate their results. Therefore, this project aimed to analyze the contribution of experimental investigative activities in the development of learning of 3rd year high school students in Chemistry classes, working on the content Acids and Bases. Thus, through a didactic sequence with theoretical and practical classes, the students participating in the research carried out experimental activities guided by Activity Sheets. At the beginning of the activities, a questionnaire was also applied to identify students' prior knowledge about the concepts covered. The great interest of the students was noticeable when they became involved in the experimental investigative activities used. Upon completing the experimental activity, it was noticed that few students still demonstrated that they did not fully understand the concepts about acids and bases, which does not mean that they do not know what they are about, but they just did not acquire enough knowledge to build a consistently coherent conceptual basis for defend your point of view. Therefore, the research proved to be extremely timely and challenging, as it enabled students to overcome the barriers of common sense.

Keywords: investigative experimentation; chemistry teaching; high school; acid and base.

1 INTRODUÇÃO

No ensino de Química, a experimentação enquanto metodologia de ensino e aprendizagem configura como uma importante abordagem que possibilita o professor integrar a teoria a compreensão do fenômeno. Dada a sua importância para a disciplina, as atividades experimentais são muitas vezes descritas como motivadoras e facilitadoras da aprendizagem do aluno pelo fato desta prática concretizar a teoria, o que seria um equívoco segundo Silva, *et al.*, 2010. Borges (2002) afirma que embora a experimentação seja um recurso importante no ensino de Química, os professores pouco a exploram.

Dentre as várias justificativas dadas a isso, como falta de tempo, número excessivo de alunos por sala e ambientes inadequados, pode-se ressaltar a deficiência na formação inicial dos professores, o que faz com que a experimentação seja utilizada com uma abordagem tradicional, que consiste basicamente na apresentação de roteiros prontos, com procedimentos e resultados dados.

Dessa forma, a visão empirista dos professores acaba interferindo em sua maneira de enxergar a atividade experimental. Por outro lado, tornar então essa atividade de laboratório em experiência investigativa faz com que os alunos fragmentem o objeto concreto em partes, reconheçam essas partes e consigam recombina-las de um modo novo. Quando bem orientada, essa prática ajuda no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os alunos

aprendam como abordar de forma objetiva o seu mundo, contextualizando, e como desenvolver soluções para problemas complexos.

Além disso, o aluno tem a oportunidade de interagir com a montagem de instrumentos, construção de sistemas, que normalmente em outros ambientes essa interação não seria muito efetiva (Sasseron, 2018). Silva e colaboradores (2010), propõem atividades experimentais que incorporam alguns eixos como a interdisciplinaridade, a contextualização e a não dissociação teoria-experimento. Dentre estas, tem-se as Experiências Investigativas que se iniciam com a formulação de um questionamento (situação-problema) que desperte a curiosidade dos alunos. Feito isso, o professor deve solicitar o levantamento de hipóteses dos alunos e com isso verificar os conhecimentos que eles já possuem sobre o conteúdo.

Depois do levantamento de hipóteses, o professor deve solicitar um plano de ação para testar as hipóteses selecionadas, ou seja, a elaboração do experimento. A partir dos dados obtidos no experimento, deve-se orientar para que os alunos consigam organizar esses dados em tabelas ou gráficos, aproveitando para realizar as discussões em cima deles. Por fim, propõe-se que os alunos respondam o questionamento inicial e comuniquem seus resultados com os outros colegas.

De acordo com Carvalho (2018), propor um problema aos alunos para que eles resolvam, é o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. Desse modo, as Atividades Experimentais Investigativas se fazem importante no processo de ensino aprendizagem em Química, uma vez que constam na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza e suas

Tecnologias, na qual a disciplina está inserida. “Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área” (Brasil, 2018, p. 550).

Além do desenvolvimento cognitivo, algumas outras habilidades podem ser desenvolvidas a partir do envolvimento dos alunos nas atividades experimentais investigativas, como algumas que são destacadas por Fernandes e Silva (2004): capacidade de contextualizar, formular hipóteses, planejar experimentos, executar esses experimentos, interpretar dados e tirar conclusões, discutir e comunicar resultados, o que faz que o aluno passe a argumentar.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo analisar a contribuição das atividades experimentais investigativas no desenvolvimento de aprendizagens de alunos do 3º ano do Ensino Médio em aulas de Química, trabalhando o conteúdo Ácidos e Bases.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho tem como objeto de estudo o processo de ensino aprendizagem. Sendo assim, a pesquisa possui caráter qualitativo, ou seja, visa explorar as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente (Yin, 2016), uma vez que é o processo que será realmente importante e analisado.

A pesquisa foi realizada com cerca de 48 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Itacoatiara-AM, no turno vespertino. Após serem convidados a participar do trabalho e devidamente informados acerca da dinâmica que seria aplicada, os alunos participaram de 100 min de aula teórica e mais 50 min da parte prática, totalizando 150 min do desenvolvimento do trabalho.

Por se tratar de um estudo que envolve seres humanos, a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Ufam, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 69208823.3.0000.5020. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e foram codificados alfanumericamente de A1 até A48.

Para alcançar os objetivos da pesquisa, fez-se necessário a utilização de alguns instrumentos para a coleta de dados: questionário e fichas de atividades. O questionário (Quadro 1) foi utilizado como instrumento para identificar os conhecimentos pré-existentes dos alunos acerca do conteúdo Ácidos e Bases, com exemplos do senso comum, seguido de questões de conhecimentos mais científicos. O instrumento escolhido por meio de uma revisão bibliográfica, foi aplicado no início da atividade, para assim orientar as adequações necessárias na aplicação das atividades posteriores.






Quadro 1. Questionário inicial aplicado

QUESTIONÁRIO INICIAL

Prezado (a) estudante, o objetivo deste questionário é analisar as respostas e verificar através dos dados colhidos a compreensão sobre o conteúdo abordado nas questões.

Nome: _____ **Idade:** _____ **turma:** _____

- 1) Bateu aquela azia! E você não pensa duas vezes para recorrer ao sal de fruta ou algum efervescente. Essa queimação e mal-estar que sentimos está relacionada com a **acidez** no estômago. Você já tinha ouvido esse termo antes? Se sim, explique sobre o que se trata.
- 2) Na Química, o que seria um ácido e uma base?
- 3) Indique com um X se o material é um ácido ou uma base:

				
<input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base
- 4) pH é uma escala numérica adimensional utilizada para indicar a acidez ou basicidade de uma solução aquosa. Na Coca-Cola, o pH está em torno de 2,5 indicando que esta representa um (a):
 Ácido Base Neutro
- 5) Um estudante de química fez um experimento usando uma melancia, onde ele mediu seu pH, indicando um pH de 5,4. Em relação ao conceito de pH, esse valor indicado determina que a melancia é:
 Ácido Base Neutro

Se possível, explique como pode ser verificado se um material é mais ácido do que outro?

Fonte: Elaborado pelos autores.

As fichas de atividades investigativas (Quadro 2 e 3) foram utilizadas pelos alunos durante a realização das práticas, com o intuito de auxiliar no plano de ação para testar as hipóteses, uma vez que as atividades experimentais investigativas não são comumente utilizadas por eles. Além disso, forneceu dados de como eles organizaram seus resultados, a compreensão e significação que deram àquela atividade.

Quadro 2. Ficha de Atividade Investigativa 1

FICHA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA 1

Nomes: _____

Situação-problema

1) Bateu aquela azia! E você não pensa duas vezes para recorrer ao sal de fruta ou algum efervescente. Essa queimação e mal-estar que sentimos está relacionada com a **acidez** no estômago. Você já tinha ouvido esse termo antes? Se sim, explique sobre o que se trata. Assim, como é possível identificar se um material é um ácido ou uma base?

Analisando os seguintes materiais, indique se é um ácido, uma base ou ainda se é um material neutro:
Detergente: ácido base neutro

Água: () ácido () base () neutro
 Refrigerante: () ácido () base () neutro
 Água sanitária: () ácido () base () neutro
 Amaciante: () ácido () base () neutro
 Shampoo: () ácido () base () neutro

Procedimento

- 1) Analise as principais características dos materiais (cor, estado físico, etc.). Anote as informações da forma mais detalhada possível.
- 2) Adicione uma quantidade igual de água nos copos (aproximadamente 2 dedos).
- 3) Adicione uma quantidade igual de cada material nos recipientes com água.
- 4) Adicione uma quantidade do indicador natural em cada recipiente. Observe atentamente o que acontece. Anote todas as modificações ocorridas no sistema, comparando as características iniciais (anotadas no item 1) com as características que você observa agora.

Material	Características Iniciais	Mudanças observadas/Natureza química
Vinagre		
Suco de limão		
Água sanitária		
Shampoo		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3. Ficha de Atividade Investigativa 2

FICHA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA 2		
Nomes:		
Situação-problema		
Talvez você já tenha ouvido falar que tal solo é ácido ou alcalino demais para se cultivar uma planta específica, ou então que a acidez do café pode prejudicar os dentes, mas afinal, o que significa uma coisa ser acida ou alcalina?		
Procedimento		
1) Analise as principais características dos materiais (cor, estado físico, etc.). Anote as informações da forma mais detalhada possível.		
3) Medir com uma fita de pH (potencial hidrogeniônico de uma solução) o nível de acidez ou alcalinidade de determinado material utilizado.		
Material	Características Iniciais	Valor de pH/Natureza química
Vinagre		
Suco de limão		
Água sanitária		
Shampoo		

Fonte: Elaborado pelos autores.

As hipóteses levantadas nas situações-problema foram classificadas de acordo com adaptações ao trabalho de Oliveira (2009), Kasseboehmeer (2011) e Gibin (2013), onde podem ser incoerentes, parcialmente coerentes e coerentes. As hipóteses consideradas incoerentes não utilizam conceitos científicos ou não se propõe a resolver o problema proposto. As hipóteses

consideradas parcialmente coerentes empregam conceitos científicos, entretanto, por meio deles não se resolve o problema proposto, ou o contrário, consegue resolver um problema, mas não usam conceitos científicos. As hipóteses coerentes são aquelas que usam conceitos científicos e respondem o problema proposto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos

Para compreender sobre o que os alunos conheciam ou relacionavam à questão da acidez, mostrou-se necessário elaborar perguntas que estivessem mais próximas à realidade dos alunos e suas atitudes acerca de possíveis resoluções de problemas. A Tabela 1 demonstra os resultados coletados na pesquisa.

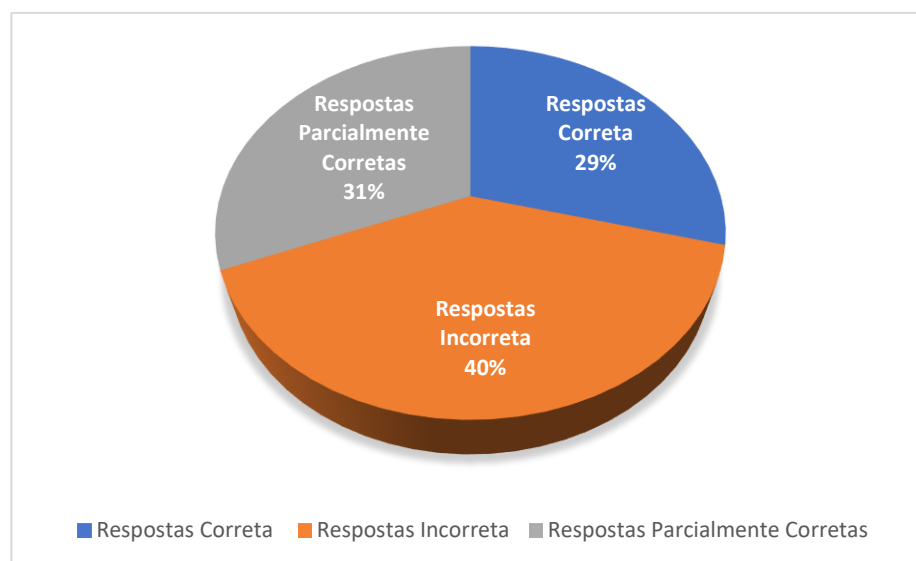
Tabela 1. Conhecimentos sobre acidez estomacal.

Respostas	Frequência
Alunos que não conheciam o termo “acidez”	27,00%
Alunos que apenas associaram o termo “acidez” com alimentos que causam o mal-estar	50,00%
Alunos que responderam corretamente sobre o termo “acidez”	8,30 %
Alunos que afirmaram já ter ouvido falar sobre o termo “acidez”, mas não souberam explicar	14,58%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados destacaram que a maioria dos alunos têm algum nível de conhecimento sobre “acidez”, apesar de algumas respostas incorretas ou incompletas mostrarem uma compreensão limitada do conceito.

O aluno A2, que faz parte do grupo de estudantes que apenas associaram o termo “acidez” com alimentos que causam o mal-estar disse “*quando o estomago fica dolorido e dá uma queimação, isso é provocado por alguma comida ou fruta*”. Para fazer a verificação do conceito sobre ácido e base, a segunda questão se deteve em verificar o que os alunos compreendem sobre o assunto (Figura 1).

Figura 1. Respostas relacionadas ao conceito de Ácido e Base em Química

Fonte: Elaborado pelos autores.

É interessante notar que a porcentagem de respostas corretas é significativa, mas ainda há um número considerável de respostas erradas e ou parcialmente corretas. Isso indica que o conceito de ácido e base em química não é totalmente compreendido por todos os alunos.

Foram consideradas corretas as respostas como a do aluno A19: *“Na química um ácido é uma substância que doa íons de hidrogênio em solução aquosa, aumentando a concentração de íons H^+ , já uma base é uma substância que aceita íons de hidrogênio em solução aquosa.”* Que apresenta os conceitos mais próximos do científico.

As respostas incorretas podem ser representadas pela resposta do aluno A15: *“ácido é tipo aquela coisa que queima exemplo limão, e uma base é o contrário e algo amargo por exemplo sabão”*.

O aluno A12 respondeu *“ácido liberam íons positivos de hidrogênio e base liberam íons negativos”*, o que foi considerado uma resposta parcialmente correta, uma vez que a resposta não estava completa.

As respostas incorretas podem ser representadas pelo posicionamento do aluno A15: *“Ácido é tipo aquela coisa que queima, exemplo: o limão. E uma base é o contrário, é algo amargo, por exemplo o sabão”*. O aluno trouxe exemplos de materiais ácidos e alcalinos, citou algumas propriedades organolépticas características, mas não apresentou proximidade com conceitos científicos.

Na terceira pergunta, os alunos marcaram um X para responder sobre as imagens mostradas, nas quais se perguntava se determinado material era ácido ou base. Vejamos abaixo os índices para cada material mostrado na pesquisa.

Figura 2. Frequências da identificação de materiais ácidos ou alcalinos pelos alunos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados mostraram um bom entendimento sobre as diferenças existentes entre ácidos e bases, pois na pesquisa os alunos conseguiram identificar corretamente os materiais apresentados.

Na quarta questão, discorreu-se acerca de informações sobre o pH da Coca-Cola. Com essas informações previamente expostas na pesquisa, pôde-se observar que 62,5% dos alunos responderam incorretamente, escolhendo a opção na qual mostrava que o pH da Coca-Cola é uma base. 37,5% dos alunos responderam corretamente, optando pela alternativa que diz que o pH da Coca-Cola é ácido.

Por esses resultados pode-se observar que, a maioria dos alunos errou a relação entre a acidez e o pH da Coca-Cola. Isso indica que há uma confusão conceitual em relação ao pH e seus valores.

Com relação ao pH e a Caracterização de Substâncias, o resultado obtido na quinta questão mostrou que 60% dos alunos responderam incorretamente, marcando a alternativa que indicava que a melancia é base. Outros 10%, também responderam incorretamente, indicando a opção que mostrava que a melancia é neutra. 30% responderam corretamente, escolhendo a alternativa que indicava melancia como sendo ácida. Esses resultados revelam que muitos

alunos têm dificuldade em compreender a relação entre os valores de pH e as características ácidas, básicas ou neutras das substâncias.

Segundo Bertotti (2011) o conceito de acidez e medidas de pH é bastante importante, tanto em nível acadêmico quanto no industrial, o autor também diz que há uma correlação entre as dificuldades na assimilação de alguns conceitos qualitativos e quantitativos, deficiências e concepções erroneamente incorporadas pelos estudantes desde o Ensino Médio, ou seja, muitos estudantes desenvolvem concepções incorretas ou simplificadas durante o ensino médio, o que pode influenciar na compreensão de outros conceitos científicos. Corrigir essas deficiências requer uma abordagem pedagógica que não apenas apresente os conceitos corretos, mas também identifique e desfaça as ideias errôneas pré-existentes.

É essencial desenvolver métodos de ensino que incentivem o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação dos conceitos em diferentes contextos para que os estudantes possam superar essas deficiências conceituais. Para Bianchini (2011, p. 22), "o objetivo de elaborar atividades investigativas é levar os alunos a pensar, debater, justificar, argumentar, aplicar conhecimento a situações novas, fazê-los participar de sua própria aprendizagem e sentir a importância disso".

Na sexta questão, foi pedido aos alunos que discorressem sobre o que eles entenderam acerca de como pode ser verificado se um material é mais ácido que outro (Tabela 2). A falta de conhecimento sobre a maneira de comparar a acidez relativa é nítida. Porém, foi deveras positivo perceber que boa parte dos alunos compreenderam que o pH é uma ferramenta que contribui para essa verificação.

Tabela 2. Identificação da Acidez Relativa

Respostas	Frequência
Alunos que não souberam responder.	45,83 %
Alunos que responderam corretamente que a verificação da acidez relativa pode ser feita através do pH.	47,9%
Alunos que responderam que a verificação pode ser feita através do papel tornassol.	6,25%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em geral, os resultados revelaram uma variedade de níveis de compreensão dos conceitos relacionados a acidez, bases e pH com os alunos do ensino médio. Isso confirma a necessidade de reforçar esses conceitos nas aulas de química, de forma mais abrangente e detalhada, para garantir que os alunos tenham uma compreensão mais satisfatória desses

princípios fundamentais. Além disso, é importante abordar esses conceitos com o objetivo de desmistificar qualquer compreensão errônea relacionada ao senso comum e de como acontecem os fenômenos químicos, fornecendo assim, mais oportunidades para que os alunos entendam e apliquem esses conceitos em quaisquer situações do seu cotidiano.

3.2 Elaboração das Hipóteses

Uma etapa relevante foi a formulação de hipóteses pelos alunos, em resposta a uma pergunta-chave: "Como seria possível identificar se um material é um ácido ou uma base?" As respostas receberam uma diversidade de abordagens por parte dos grupos de estudantes. Para avaliar o acompanhamento das respostas, foi construído um quadro de análise, categorizando as respostas em três níveis: "incoerentes", "parcialmente coerentes" e "coerentes". As hipóteses elaboradas foram categorizadas em: "incoerentes", "parcialmente coerentes" e "coerentes" (Quadro 3).

Quadro 5. Categorias e hipóteses elaboradas pelos participantes

Categoria	Hipóteses
Coerente	“Através de pHmetro ou papeis indicadores de pH, utilizando um elemento que deve ser mergulhado na solução que se medir” (Grupo 1)
Parcialmente coerente	“Para saber se um material é ácido ou base, a gente pode usar umas coisas chamadas de indicadores. Por exemplo, tem alguns papéis coloridos que as pessoas mergulham na substância, e a cor que eles ficam indica se é ácido ou base. Se o papelzinho fica vermelho, é ácido, e se fica azul ou verde, é base” (Grupo 3)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Grupo 1, foi considerado parcialmente coerente, já que o pH é de fato um indicador ácido-base, mas a resposta não foi completamente abrangente. O Grupo 2 foi classificado como incoerente, uma vez que a resposta não ficou tão clara. O Grupo 3 também recebeu uma categorização de coerência, pois indicadores como o papel tornassol são amplamente utilizados para essa finalidade. O Grupo 4 também foi classificado como coerente, pois o pH-metro é uma ferramenta precisa para medir o pH de uma substância.

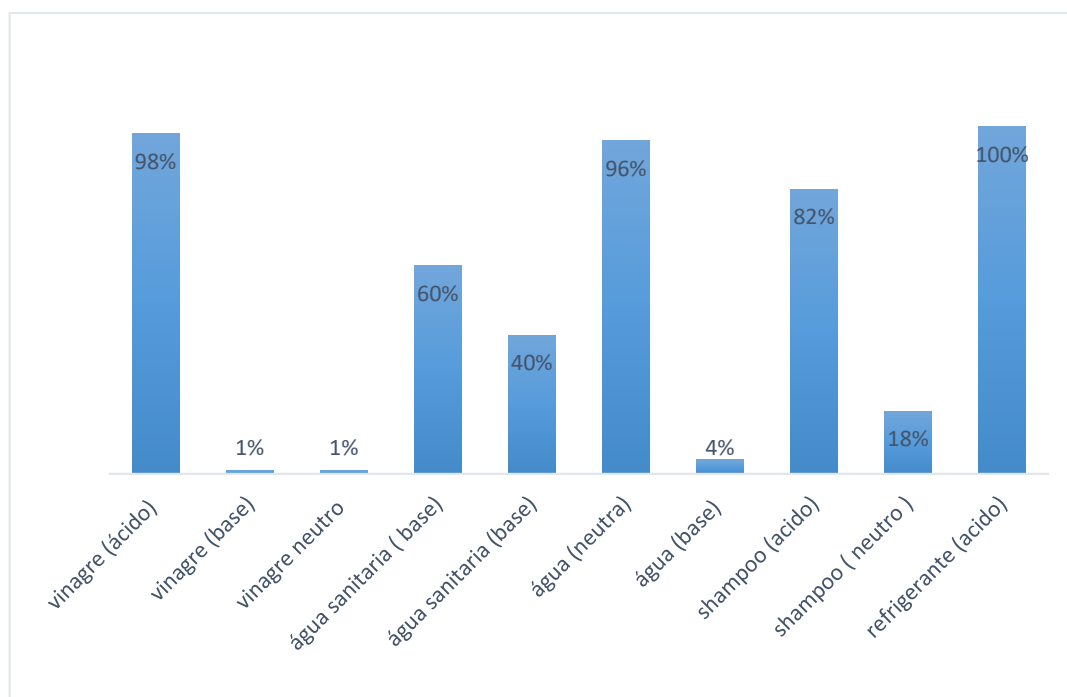
Essa análise das hipóteses dos alunos reflete a diversidade de pensamento e compreensão dos conceitos básicos, destacando a importância da experimentação investigativa para desenvolver habilidades argumentativas e reforçar o entendimento dos alunos sobre o assunto. Segundo Hodson (2005), o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias,

comparando-as com a ideia científica, pois só assim essas ideias terão papel importante no desenvolvimento cognitivo. Pesquisas mostram que os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da natureza das ciências quando participam de investigações científicas, onde haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão (Hodson, 2005).

No que diz respeito a segunda questão da Ficha 1, a Figura 3 mostra a porcentagem de cada resposta. A maioria das respostas dos alunos está correta em relação ao vinagre e à água e o *shampoo*. No entanto, há confusão com relação à água sanitária, que é uma base. Isso destaca a importância de compreender a composição química dos materiais ao analisar se eles são ácidos, bases ou neutros.

A primeira questão da Ficha 2 indagava sobre o material mais ácido e os motivos que o tornavam assim. O grupo 1 prontamente respondeu que o material mais ácido era o vinagre, justificando sua afirmação com base na medição do pH. Eles observaram que o pH do vinagre estava significativamente baixo, próximo de 2.0, e, portanto, concluíram que era o mais ácido. Além disso, eles apontaram que a água era a mais alcalina, com um pH próximo de 7.0, que é o pH neutro.

Por outro lado, o grupo 2 concordou com a escolha do vinagre como o material mais ácido e ofereceu uma explicação mais detalhada. Eles destacaram a presença do ácido acético no vinagre, o que resultava em um pH baixo, reforçando a assertiva de que o vinagre era ácido. Além disso, eles explicaram que a água era neutra com um pH de 7.0 devido à ausência significativa de íons de hidrogênio (H^+) e íons de hidróxido (OH^-) em sua composição.

Figura 3. resposta dos alunos da segunda questão da Ficha 1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Ficha investigativa 2, foi apresentada uma situação problema relacionada a determinação do valor de pH. A primeira pergunta foi: "Como você acha que é possível determinar o valor de pH?". As hipóteses elaboradas pelos alunos foram categorizadas em: "incoerentes" e "coerentes" (Quadro 6).

Quadro 6. Categorias e hipóteses elaboradas pelos participantes

Categoria	Hipóteses
Coerente	“Usar um medidor de pH, que é um dispositivo eletrônico que mede a concentração de íons de hidrogênio na solução, nos dá o valor exato do pH.” (Grupo 2)
Incoerente	“Pode ser determinado a partir da observação da concentração de sal na substância, porque o sal é ácido ou alcalino”(Grupo 3)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na segunda pergunta foi solicitado que os grupos indicassem onde cada material estava localizado na escala de pH (vinagre, água, refrigerante, água sanitária e shampoo). As respostas dos dois grupos foram as seguintes:

Grupo 1: “*Vinagre, pH baixo, em torno de 2, devido à presença de ácido acético; Água: pH neutro de 7; Refrigerante: Ácido, com pH de cerca de 3, devido ao ácido carbônico; Água*

sanitária: Muito alcalina, com pH de 13, devido a sua forte capacidade de limpeza; Shampoo: pH próximo a 5, ligeiramente ácido para auxiliar na limpeza dos cabelos.”

Grupo 2: *“Todos esses materiais têm um pH de 7, porque são líquidos. E a cor ficou rosa claro.”*

A resposta do Grupo 1 está correta, pois eles relacionaram o pH de cada material com a presença de ácidos ou bases, justificando suas respostas de maneira cientificamente adequada. A resposta do Grupo 2 está incorreta, pois ignorou a variação real do pH entre os materiais líquidos mencionados.

Na terceira questão, perguntou-se: “Qual material é mais ácido? Por quê?”, as respostas corretas foram as seguintes:

Grupo 1: *“O material mais ácido é o vinagre, porque ele tem um pH baixo, em torno de 2. Isso ocorre devido ao ácido acético presente no vinagre, que lhe confere esse sabor azedo.”*

Grupo 2: *“O material mais ácido é o refrigerante, com um pH de cerca de 3. Isso acontece porque o refrigerante contém ácido fosfórico, que contribui para seu sabor ácido.”*

A resposta do grupo 3 foi: *“Acho que o material mais ácido é a água sanitária, porque é branca e as coisas brancas geralmente são ácidas”*. Esta resposta está incorreta, pois a cor do material não está relacionada à sua acidez ou alcalinidade.

É evidente que a compreensão do conceito de pH e sua determinação não pode ser baseada em percepções subjetivas, como cor ou sabor, mas deve ser fundamentada em princípios científicos. A resposta correta envolve a compreensão de que o pH está relacionado à concentração de íons hidrogênio (H^+) na solução e que substâncias ácidas têm valores de pH menores que 7, enquanto substâncias alcalinas (básicas) têm valores de pH maiores que 7.

É deveras importante incentivar a valorização da educação científica como meio promover e adequar conceitos teóricos com atividades práticas que possibilitam concluir com mais assertividade os fenômenos estudados, tornando assim mais claros os objetivos e posicionamentos. Desse modo, as habilidades contempladas no ensino investigativo podem auxiliar na promoção de habilidades relacionadas ao processo de Alfabetização Científica em sala de aula.

Chassot (2010), destaca que a Alfabetização Científica não só nos ajuda a entender os conhecimentos do cotidiano, mas compreender como eles se manifestam. Para este autor, a ciência, dependendo do método que se usa, expressa e ou, descreve como os fenômenos acontecem no mundo. A partir desse ponto, começamos a compreender o mundo em que vivemos nos baseando em conceitos cientificamente elaborados. Para isso, faz-se necessário entender as expressões que nos são apresentadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a presente pesquisa constatou de maneira inequívoca que as atividades de investigação no âmbito da química exerceram um papel fundamental na construção sólida e duradoura dos alicerces do conhecimento. Ao enfrentar desafios substanciais, os alunos não apenas adquirem um domínio mais profundo dos conceitos químicos, mas também cultivam competências cruciais, como a capacidade de argumentação. A escolha dessa metodologia mostrou-se bastante oportuna, pois os alunos foram incentivados a superar resistências iniciais e romper com os paradigmas tradicionais de respostas prontas, desenvolvendo assim sua autonomia intelectual.

Foi nítida a evolução dos estudantes acerca dos conceitos sobre os ácidos e bases ao final do experimento, haja vista a necessidade de demonstrar a eles a materialização do corpo conceitual teórico no campo da experimentação, destacando assim, o poder transformador dessa abordagem pedagógica em resultados visíveis e palpáveis. As dificuldades de saber diferenciar um ácido ou uma base a partir do valor de um PH ácido, básico ou neutro deixou de ser um obstáculo para a aprendizagem dos alunos, pois nos experimentos eles puderam ver isso claramente.

Assim sendo, pôde-se concluir que as atividades de investigação na área da química não oferecem apenas um meio eficaz de aprender os fundamentos da disciplina, mas também capacitam os estudantes com habilidades transferíveis que são essenciais para enfrentar os desafios complexos do mundo contemporâneo. O comprometimento com a argumentação para a autonomia intelectual do aluno, colocou os alunos em uma trajetória de crescimento intelectual contínuo, valorizando a participação ativa dos mesmos nas questões científicas e crítico-sociais que visam tornar o conhecimento algo sempre acessível e gradual.

Este trabalho visou não somente demonstrar a importância do trabalho teórico-conceitual sobre os ácidos e bases aliado a experimentação, mas também, para que sirva de incentivo a futuras pesquisas voltadas ao tema que foi abordado. Que futuramente possam ser alvo de estudos os ácidos e bases e ter a colaboração deste trabalho como auxiliador significativo para o desenvolvimento de outras pesquisas e estudos de conceitos sobre o tema abordado em suas linhas. Sendo assim, é importante salientar a colaboração deste trabalho para inspirar mais pesquisas nessa área de estudos.

REFERÊNCIAS

BERTOTTI, Mauro. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. **Química Nova**, [S.L.], v. 34, n. 10, p. 1836-1839, 2011.

BIANCHINI T, B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 2013.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 4 ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2010.

FRANCISCO Jr, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 30, p. 34-41, 2008.

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, v. 16, n.1, p.30-38, 2005.

MARTINS, M.; JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. O papel da argumentação na mudança conceitual e suas relações com a epistemologia de Lakatos. **Educación Química**, v. 27, n. 1, p. 3-14, 2016.

MENEZES, J. M. S.; FARIAS, S. A. O desenvolvimento de Argumentação e mobilização de conceitos químicos por meio de atividades Experimental Investigativa. **Revista virtual de química**. V.12, n.p.223-233, 2020

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia da Pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí, RS: Unijuí, 2010.

SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico sobre a entrevista em pesquisa. In: SZYMANSKI, H.; ALMEIDA, L. R.; PRANDINI, R. C. A. R. (Orgs.). **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. Campinas, SP: Autores Associados, 2018.

TOULMIN, S. Os usos do argumento. **Trad. Reinaldo Guarany**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VENVILLE, G.; DAWSON, V. M. The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 8, p.952-977, 2010.

YIN, R. K. **Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

Recebido em: 19/02/2024

Aceito em: 30/05/2024