UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO

MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA

RECIFE

2022

INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO

MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE-Recife), como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profª. Dra. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros.

Coorientadora: Profª. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga.

RECIFE

2022

MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA

INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE-Recife), como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profª. Dra. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros.

Coorientadora: Profª. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga.

Data de aprovação: ____/____/____.

COMISSÃO EXAMINADORA:

_____

Profª. Drª. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros – Orientadora.
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

_____

Profª. Drª. Verônica Tavares Santos Batinga – Coorientadora.
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

_____

Profª. Drª. Edenia Maria Ribeiro do Amaral – Membro interno.
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

_____

Profª. Drª. Fabiana Roberta Gonçalves E Silva Hussein – Membro externo.
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N778i NOGUEIRA, MARIA CIBELLY NOVAES
INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO / MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA. - 2022.
110 f. : il.

Orientadora: IVONEIDE LOPES DE CARVALHO BARROS.
Coorientadora: VERONICA TAVARES SANTOS BATINGA.
Inclui referências e apêndice(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2022.

1. ÁCIDOS. 2. BASES. 3. SOLOS. 4. SITUAÇÃO PROBLEMA. 5. EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA. I. BARROS, IVONEIDE LOPES DE CARVALHO, orient. II. BATINGA, VERONICA TAVARES SANTOS, coorient. III. Título

CDD 540

À minha mãe (Dona Têrrinha), por todo apoio a minha trajetória de estudante, ao longo de toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

- ✓ A Deus, por conceder a oportunidade subir mais um degrau no âmbito acadêmico.
- ✓ À minha família, em especial à minha mãe, pela compreensão, incentivo e apoio nos momentos mais difíceis dessa jornada.
- ✓ À minha orientadora, Profª. Drª. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros, pela paciência que teve comigo durante esse percurso, pela excelente orientação e pelos seus ensinamentos, os quais contribuíram e irão contribuir não só para minha formação acadêmica, mas como pessoa também.
- ✓ À minha Coorientadora, Profª. Drª. Verônica Tavares Santos Batinga, por todo ensinamento e pelas excelentes contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.
- ✓ Aos meus colegas de turma do PROFQUI, pela amizade, força e companheirismo, e de forma especial ao meu grande amigo e colega de sala Allan Carlos, que vem acompanhando minha trajetória desde a graduação até o mestrado, e a Lorena Nóbrega, por todo apoio.
- ✓ Ao corpo docente do Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) da UFRPE.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as possibilidades de uma intervenção didática com base na experimentação investigativa para abordagem de ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano em aulas de Química do Ensino Médio. Participaram da pesquisa 46 estudantes de uma escola pública localizada no sertão pernambucano. A metodologia usada apresentou elementos da experimentação investigativa, com *nível um* de abertura de investigação, a partir de cinco etapas: (i) avaliação diagnóstica, (ii) proposição, (iii) resolução de problemas, (iv) sistematização dos conhecimentos de forma coletiva e (v) avaliação, sendo esta correspondente à sistematização individual. A temática em estudo - ácidos e bases - foi abordada partindo de dois problemas usando a experimentação investigativa. O primeiro consistiu na identificação da acidez e basicidade de alguns materiais de limpeza. O segundo partiu da análise da acidez e basicidade de solos. Os resultados da avaliação diagnóstica evidenciaram que poucos estudantes conseguiram definir ácidos e bases, nem relacioná-los à vida do cotidiano, e quando houve tentativa de resposta, foi observada a existência de diferentes concepções alternativas para o conceito de ácidos e bases; sendo demonstrado conhecimento mais voltado para o conceito de ácidos, geralmente associando-o a algo perigoso e corrosivo, e também a alimentos. Na resolução dos problemas, os estudantes participaram efetivamente da prática proposta, resultando em maior apropriação do tema, na medida em que o analisaram, formularam e testaram suas hipóteses, contribuindo para a construção do conhecimento, o que foi evidenciado nas respostas da avaliação final. Por fim, a análise dos resultados mostrou que a metodologia foi bem aceita pelos alunos, contribuindo para a aprendizagem do tema proposto.

Palavras-chave: ácidos, bases, solos, situação-problema, experimentação investigativa.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the possibilities of a didactic intervention based on investigative experimentation to approach acids and bases, aimed at 3rd year students in high school Chemistry classrooms. A total of 46 students from a public school located in the hinterland of Pernambuco participated in the research. The methodology used presented elements of investigative experimentation, with a level of research openness, from five stages: (i) diagnostic evaluation, (ii) proposition, (iii) problem solving, (iv) systematization of two knowledge collectively and (v) evaluation, which corresponds to individual systematization. The study theme - acids and bases - was approached from two problems using investigative experimentation. The first consisted of identifying the acidity and basicity of some cleaning materials. The second part of the analysis of soil acidity and basicity. The results of the diagnostic evaluation will show that few students will be able to define acids and bases, not relating them to everyday life, and when there was an attempt to answer, it was observed that there were different alternative concepts for the concept of acids. and bases; being demonstrated with evidence more focused on the concept of acids, usually associating it with something dangerous and corrosive, and also with food. In solving two problems, students will effectively participate in the practical proposal, resulting in a greater appropriation of the theme, as they analyze, formulate and test their hypotheses, contributing to the construction of knowledge, or that was evidenced in the students' responses. final evaluation. Finally, the analysis of two results showed that the methodology was better for the students, contributing to the learning of the proposed subject.

Keywords: acids, bases, soils, problem situation, investigative experimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para a experimentação investigativa. 29
Figura 2. Exemplos de um ácido e uma base de Arrhenius. 33
Figura 3. Pares ácido-base conjugados. 34
Figura 4. Ácido e base de Lewis. 35
Figura 5. pHmetro digital de bancada. 36
Figura 6. pHmetro portátil. 37
Figura 7. Resolução dos problemas pelos estudantes. 45
Figura 8. Materiais utilizados na aula experimental. 46
Figura 9. Análise do pH da água sanitária usando papel indicador. 57
Figura 10. Análise do pH do azulim usando papel indicador. 57
Figura 11. Análise da amostra com azulim e o extrato do hibisco. 59
Figura 12. Análise da amostra de água sanitária com o extrato do hibisco. 59
Figura 13. Horta da escola. 60
Figura 14. Identificação da acidez e basicidade dos solos. 61
Figura 15. Análise da acidez e basicidade do solo com o extrato do hibisco. 61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Publicações voltadas para o ensino por investigação e ensino baseado em experimentação investigativa. 16
Quadro 2. Tipo de pesquisa, conteúdo, instrumentos de coleta de dados, sujeitos, articulação e objetivo de pesquisa dos artigos analisados. 19
Quadro 3. Relação entre os níveis de abertura de atividades experimentais e as etapas desenvolvidas..... 30
Quadro 4. Questionário para análise dos conhecimentos prévios. 41
Quadro 5. Primeiro problema experimental. 43
Quadro 6. Segundo problema experimental. 44
Quadro 7. Questões da avaliação..... 47
Quadro 8. Critérios de análise das respostas dos estudantes referentes ao questionário da avaliação diagnóstica. 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela para auxiliar na resolução do problema. 45
Tabela 2. Síntese da análise das respostas dos estudantes da turma A e B com relação à avaliação diagnóstica. 51
Tabela 3. Síntese da análise da quantidade de respostas dos estudantes da turma A e B com relação à avaliação final..... 66

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Ionização de um indicador ácido em água 36
Esquema 2. Reação do carbonato de cálcio em meio ácido. 38
Esquema 3. Síntese da intervenção didática. 48
Esquema 4. Preparo do extrato da flor de hibisco. 58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 23

1.1. Experimentação: uma estratégia didática para o ensino de química. 23

1.2. Ensino por investigação 25

1.4. Concepções teóricas sobre ácidos e bases 32

1.5. Acidez e basicidade a partir da medida do pH 35

1.5.1. Determinação do pH 36

1.6. Ácidos e bases no contexto da temática solo 37

1.7. Ácidos e bases no contexto escolar: concepções alternativas dos estudantes.. 38

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA 41

2.1. Local e participantes da pesquisa 41

2.2. Cuidados com a ética na pesquisa 41

2.3. Procedimentos Metodológicos: Etapas da Intervenção Didática com base na Experimentação Investigativa 41

2.3.1. Avaliação diagnóstica 41

2.3.2. Proposição dos problemas 42

2.3.3. Resolução dos problemas pelos estudantes 44

2.3.4. Sistematização dos conhecimentos – momento coletivo 46

2.3.5. Sistematização individual – avaliação 47

2.4.1. Categorias de análise das respostas da avaliação diagnóstica 49

2.4.2. Categorias de análise da resolução dos problemas 49

2.4.3. Categorias de análise da sistematização dos conhecimentos - momento coletivo 49

2.4.4. Categorias de análise da Sistematização individual – avaliação 50

CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 51

3.1. Análise da avaliação diagnóstica 51

3.2. Análise das etapas da intervenção didática baseada na experimentação investigativa. 56

3.2.2. Análise da sistematização dos conhecimentos - momento coletivo 62

CONSIDERAÇÕES FINAIS 68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70
APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS 77
APÊNDICE B TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 7 A 18 ANOS 80
APÊNDICE C – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA 83
..... 83
APÊNDICE D - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA 84
APÊNDICE E- PRIMEIRO PROBLEMA EXPERIMENTAL 85
APÊNDICE F – SEGUNDO PROBLEMA EXPERIMENTAL 86
APÊNDICE G AVALIAÇÃO 87
APÊNDICE H – PRODUTO EDUCACIONAL 88

INTRODUÇÃO

A química está presente no programa curricular do ensino médio, dentro do itinerário formativo ciências da natureza e suas tecnologias, proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018); e seu estudo é de grande importância, uma vez que a mesma está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos, tais como alimentação, vestuário, saúde, moradia, entre outras. (MENDONÇA; PEREIRA, 2015).

Em sala de aula, as dificuldades apresentadas pelos estudantes ao estudo da química estão relacionadas à sua natureza abstrata e complexa (SILVA, 2011), além das práticas pedagógicas tradicionais e descontextualizadas frequentemente usadas pelos professores (ROCHA e VASCONCELOS; 2016). A consequência disso é que a maioria dos estudantes se refere à química como uma disciplina difícil e complicada de estudar.

Fato é que as práticas metodológicas no ensino de química influem diretamente no envolvimento e aprendizagem dos estudantes. Portanto, torna-se necessário refletir e buscar por metodologias para aproximar e despertar o interesse do aluno ao estudo dessa disciplina (ARAÚJO, FÉLIX, SILVA; 2019).

Segundo Backes e Prochnow (2017), o uso de metodologias como jogos, resolução de problemas e a experimentação vem apresentando resultados satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem. Com relação ao uso de atividades experimentais, estas podem representar uma alternativa para a melhoria do ensino de química em sala de aula (SILVA JÚNIOR, PEREIRA, 2016), sobretudo quando realizadas de forma mais contextualizada, relacionando os conteúdos de química com o cotidiano dos alunos, visando à formação do cidadão, e o exercício de seu senso crítico (ALMEIDA et al, 2008).

Dentre os diversos tipos de atividades experimentais, destaca-se a atividade experimental investigativa, que requer do aluno um papel muito mais ativo no processo de aprendizagem (MENEZES, 2018). De acordo com Schnetzler (2010), a experimentação como fonte de investigação pode tornar-se uma ferramenta pedagógica de grande potencial, uma vez que leva à elaboração e testagem de hipóteses e busca de interpretações por parte dos alunos. Nesse sentido, as atividades experimentais investigativas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, uma vez que a ação do aluno não se limita ao trabalho manipulativo ou de observação (SUART, MARCONDES, CARMO; 2009).

Sabe-se que os conteúdos referentes a ácidos e bases estão presentes nos parâmetros curriculares proposto pelo Estado de Pernambuco para o 3º ano do Ensino médio, tendo como expectativas de aprendizagem reconhecer os materiais ácidos, básicos e neutros, por meio de suas aplicações no cotidiano, e identificar as mudanças de cor de alguns indicadores na

presença de ácidos e bases (PERNAMBUCO, 2013). No entanto, nota-se que tanto em sala de aula, quanto em artigos que tratam deste tema, os estudantes apresentam dificuldades em compreender os conceitos envolvidos e não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano.

Assim, a experimentação investigativa é uma estratégia didática que pode auxiliar no entendimento de conceitos químicos, além de contribuir para uma aprendizagem que faça sentido para os estudantes, de modo que ele atue como um ser ativo, ou seja, não se limite apenas à manipulação de materiais e vidrarias, mas que possa avançar para ações intelectuais que envolvem o processo de construção de conhecimentos.

Visando conhecer o objeto de pesquisa, e a partir das lacunas, delimitar a questão e seus objetivos, um levantamento bibliográfico foi realizado sobre experimentação investigativa no ensino de química, referente aos períodos entre 2014 a 2020, em alguns períodicos que tratam sobre o ensino de ciências e ensino de química. As plataformas de pesquisas foram Scielo e Periodicos CAPES. Para isso foram utilizadas as palavras chave “experimentação” “ensino por experimentação” e “experimentação investigativa”. Os periódicos analisados estão destacados no quadro 1

Quadro 1. Publicações voltadas para o ensino por investigação e ensino baseado em experimentação investigativa.

Periódico	**Codinome para o artigo**	**Artigo**	**Autor(s)**	**Ano**
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A1	Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	Moises Marques Prsybyciem; Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silv seneira; Elenise Sauer.	2018
Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química	A2	O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química	Ademir Souza Pereira; Jaqueline Pereira Viturino; Alice Assis.	2017
HOLOS	A3	Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando à temática sabão ecológico	Francisco Ferreira Dantas Filho; André Santos da Costa; Gilberlândio Nunes da Silva.	2017

Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A4	Aditivos alimentares como tema orientador para a realização de atividades experimentais: uma proposta com alunos da licenciatura em química	Nara Alinne Nobre-Silva; Roberto Ribeiro da Silva.	2020
Química Nova na Escola	A5	Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica	Tâmara N. P. Santos; Carlos H. Batista; Ana P. C. de Oliveira e Maria C. P. Cruz	2018
Revista Prática Docente	A6	Ácidos e Bases no cotidiano: uma proposta de Experimento Investigativo para o ensino médio	Paula Cavalcante Monteiro; Maria Aparecida Rodrigues; Ourides Santin Filho; Michel Corci Batista.	2019
Química Nova na Escola	A7	A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica	Antônio A. C. Cruz; Viviane G. P. Ribeiro; Elisane Longhinotti e Selma E. Mazzetto	2016
Revista Prática Docente	A8	Análise de uma sequência didática investigativa sobre estequiometria abordando a química dos sabões e detergentes	Aline Aparecida Teixeira da Silva; Vinícius Catão; Aparecida de Fátima Andrade da Silva	2020
Revista virtual de Química	A9	Fraude no Leite: Experimento Investigativo para o Ensino de Química	Mayara Oliveira de Almeida; Thayllan Teixeira Bezerra; Nayane Maria de Amorim Lima; Viviane Gomes Pereira Ribeiro; Selma Elaine Mazzetto.	2019
Revista virtual de Química	A10	O Desenvolvimento de Argumentação e Mobilização de Conceitos Químicos por Meio da Atividade Experimental Investigativa	Menezes, J. M. S.; Farias, S. A	2020

Fonte: autor (2021).

Nos artigos foi possível observar que todos tiveram como ponto de partida um problema, a fim de que os alunos pudessem buscar respostas para ela, a partir de hipóteses e testagem das hipóteses através da realização de experimentos. Quanto ao tipo de pesquisa, a maioria se deu por meio de abordagem qualitativa, mais especificamente um estudo de caso. O questionário esteve presente em todos os instrumentos de pesquisa, sendo em sua maioria constituído de perguntas abertas. Apenas os artigos A1 e A2 abordaram em sua revisão

bibliográfica níveis de liberdade da investigação.

Desse modo, no quadro 2 foram destacadas as informações acerca dos artigos avaliados em termos do tipo de pesquisa, conteúdo abordado, instrumentos de coleta, os sujeitos participantes da pesquisa, o meio como se deu o estudo e o objetivo da pesquisa.

Quadro 2. Tipo de pesquisa, conteúdo, instrumentos de coleta de dados, sujeitos, articulação e objetivo de pesquisa dos artigos analisados.

Artigo	Tipo de pesquisa	Conteúdo/Tema	Instrumento de coleta de dados	Sujeitos	Articulação	Objetivo da pesquisa
A1	Qualitativa interpretativa	Qualidade do ar e atmosfera: a chuva ácida	Questionários e produção dos alunos de história em quadrinhos e mapas conceituais	Estudantes do ensino médio	Experimentação investigativa em um enfoque CTS	Analisar as contribuições e implicações de um estudo realizado com a utilização da experimentação investigativa em um enfoque CTS ─ Ciência- Tecnologia-Sociedade para o ensino de conceitos químicos por meio de um tema sociocientífico envolvendo a qualidade do ar e atmosfera.
A2	Qualitativa	Indicadores naturais de pH	Questionário e registro fotográfico	Estudantes do ensino médio	Experimentação investigativa	Identificação do caráter ácido ou básico de produtos do cotidiano dos alunos.
A3	Quali- quantitativa	Reação de saponificação, ligações químicas e polaridade de moléculas, cálculos estequiométricos, funções inorgânicas e pH.	Questionários, gráficos, atividade experimental, e resolução de questões de vestibulares/ENEM	Estudantes do ensino médio	Experimentação investigativa	Motivar os alunos a estudar química de forma transversal, no sentindo de contribuir para a compreensão dos conceitos químicos.
A4	Qualitativa	Aditivos alimentares	Questionário diagnóstico, anotações em caderno de campo e questionário final.	Estudantes de Licenciatura em Química	Atividades Experimentais investigativas/ niveis do conhecimento químico	Contribuir com a apropriação de conhecimentos relativos a aditivos químicos, utilizando o contexto histórico e os aspectos químicos para incentivar uma leitura do uso e consumo desses aditivos.
A5	Qualitativa	Eletroquímica, princípios da química verde	Questionário, produções textuais	Estudantes do 3º ano do Ensino Médio	Experimentação investigativa	Expor uma metodologia experimental investigativa, utilizando materiais de baixo custo e não tóxicos, a exemplo de limões e batatas do tipo inglesa, de tal maneira que os alunos se voltem à experimentação para a construção de pilhas bioquímicas.
A6	Qualitativa	Noções básicas de ácidos e bases, Noção de pH.	Questionário	Estudantes do Ensino Médio	Atividade experimental investigativa	Refletir com os alunos as características dos ácidos e bases.

A7	Qualitativa	Revelação de impressões digitais, teste de DNA e identificação de sangue	Registros fotográficos	Estudantes do ensino fundamental	Atividade experimental investigativa	Elaboração de um experimento de química forense, O experimento a partir da investigação de um crime fictício, que consistiu na situação-problema.
A8	Qualitativa	Estequiometria a partir da química dos sabões e detergentes	Gravação com posterior transcrição dos áudios	Estudantes do ensino médio	Sequência didática investigativa (SEI)/estudo de caso	Abordar estequiometria a partir de atividades experimentais investigativas e com abordagens contextuais, com debates sobre questões sociocientíficas a fim de problematizar o conteúdo, proporcionando aos estudantes um processo formativo mais dinâmico e participativo.
A9	Qualitativa	Densidade, catalisadores, número de oxidação, funções orgânicas e reações químicas.	Questionário	Estudantes do Ensino Médio	Atividade experimental investigativa	Elaboração de um experimento, investigativo e contextualizado, como recurso didático para a aprendizagem de conceitos químicos envolvendo densidade, catalisadores, número de oxidação, funções orgânicas e reações químicas na abordagem da temática de fraudes no leite.
A10	Qualitativa	Propriedades Coligativas	Fichas de atividades e registro em diário de campo	Estudantes do Ensino Médio	Atividade experimental investigativa	Analisar o desenvolvimento das argumentações e mobilização de conceitos químicos de alunos do 2º ano do Ensino Médio por meio da experimentação investigativa.

Fonte: autor (2021).

Conforme se pode observar no quadro 2, é possível abordar diversos conteúdos curriculares e temas da química a partir do uso de atividades experimentais investigativas, inclusive atrelando a outras metodologias de ensino, como abordado pelo trabalho de Prsybyciem e colaboradores (2018), onde a experimentação investigativa tem enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). No artigo A3 (Quadro 2), Dantas Filho, Silva e Costa (2017), a partir de uma Reação de saponificação, envolveram em sua pesquisa conteúdos como ligações químicas e polaridade de moléculas, cálculos estequiométricos, funções inorgânicas e pH. Já no artigo A9, os autores abordaram conceitos de densidade, catalisadores, número de oxidação, funções orgânicas e reações químicas, fazendo uso da experimentação investigativa.

Como instrumento de coleta de dados, observa-se que o questionário esteve presente em todos os periódicos analisados, sendo que alguns ainda se aliam de alguns complementos, como história em quadrinhos, mapas conceituais e registros fotográficos (artigos A1, A2 e A8, respectivamente). A maioria dos sujeitos da pesquisa foram estudantes do Ensino Médio, com exceção do artigo A4, que foram estudantes de Licenciatura em Química. Quanto à articulação, percebe-se que se limitaram ao nível 2, na qual apenas a situação-problema é dada e os alunos podem elaborar os procedimentos experimentais e as conclusões (MENEZES, 2018).

A realização da revisão de literatura foi indispensável para o conhecimento referente às pesquisas que estão sendo desenvolvidas envolvendo a experimentação investigativa, bem como suas formas de abordagem, e os níveis de abertura que são utilizados nestas. A análise das pesquisas encontradas foi útil para auxiliar na delimitação do problema, objetivos e metodologia de pesquisa propostos para este trabalho, que busca analisar as possibilidades da experimentação investigativa, com base em aspectos do ensino por investigação, para o estudo de ácidos e bases no ensino médio, a partir da reflexão de suas propriedades, conforme estudo do artigo A6.

Diante do exposto, a questão que norteia esta pesquisa é: quais as possibilidades de uma intervenção didática baseada na experimentação investigativa para a abordagem do conteúdo ácido-base em turmas do 3º ano do Ensino Médio?

Visando responder a esta pergunta, traçaram-se os seguintes objetivos:

OBJETIVO GERAL

Analisar as possibilidades de uma intervenção didática baseada na experimentação

investigativa para abordagem de ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, a partir de sua aplicação e análise.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar e analisar os conhecimentos prévios de estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual sobre ácidos e bases;
- ✓ Elaborar uma intervenção didática baseada na experimentação investigativa para abordagem de ácidos e bases;
- ✓ Desenvolver um produto educacional a partir da intervenção didática proposta.

Para o desenvolvimento da pesquisa, esta dissertação foi organizada em três capítulos. No capítulo 1 tem-se a fundamentação teórica, na qual é abordada a experimentação no ensino de química, ensino por investigação, experimentação investigativa, concepções teóricas sobre ácidos e bases; acidez e basicidade a partir da medida do pH; ácidos e bases no contexto da temática solo; e as concepções alternativas dos estudantes sobre ácidos e bases. O capítulo 2 é apresentada a metodologia o local e participantes da pesquisa, cuidados com a ética na pesquisa, os instrumentos para coleta de dados, e as categorias para análise dos dados. No capítulo 3 são abordados os resultados obtidos em todas as etapas da pesquisa, e as respectivas discussões. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo inicia-se com uma abordagem referente à experimentação como uma estratégia didática para o ensino de química. Em seguida, tem-se a apresentação dos seguintes tópicos: ensino por investigação; experimentação investigativa; concepções teóricas sobre ácidos e bases; acidez e basicidade a partir da medida do pH; ácidos e bases no contexto da temática solo; e as concepções alternativas dos estudantes sobre ácidos e bases.

1.1.Experimentação: uma estratégia didática para o ensino de química.

A experimentação no Ensino de Química se constitui em uma estratégia capaz de melhorar o entendimento de conceitos químicos (MONTEIRO et. al, 2019), sendo defendida por autores como Silva Junior e Wartha (2011), Melo e Silva (2016), Guimarães, (2009), Rocha e Vasconcelos (2016); e, do mesmo modo, recomendada pelos documentos oficiais, como PCN, (MELO, 2015; SILVA, MACHADO, TUNES; 2013) . Na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a experimentação também é recomendada, e com um enfoque mais investigativo

> "No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões (BRASIL, 2018, p.471)."

De acordo com Guimarães (2009), a experimentação articulada à resolução de problemas permite a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, auxiliando o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos, além de fazer com que os alunos manipulem objetos e ideias e negociem significados entre si e com o professor durante a aula (SALESSE, 2012), permitindo a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico (SILVA, MACHADO, TUNES, 2013).

Por outro lado, há uma preocupação que o uso da experimentação não se limite apenas à comprovação de teorias na prática, ou algo utilizado apenas para chamar a atenção dos alunos, funcionando como uma receita de bolo em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados já esperados pelo professor (GUIMARÃES, 2009), girando apenas em torno da observação. De acordo com Ferreira, Hartwig, Oliveira (2009), no ensino praticado

dessa forma, dificilmente estão presentes o raciocínio e o questionamento. Souza e colaboradores (2013) consideram essa prática como um problema, uma vez que

> "O fato de uma atividade experimental despertar nos alunos certa curiosidade ou fascínio não é o ponto de chegada da aula, mas o ponto de partida, não é nele que culmina o processo educativo, como pensam alguns, mas de onde se parte para alcançar a aprendizagem" (SOUZA et al, 2013, p. 12).

Nesse contexto, as atividades experimentais podem apresentar diferentes formas de abordagens, que irá depender de fatores, tais como, o enfoque que o professor pretende dar sobre determinado assunto e/ou a avaliação da melhor forma de desenvolvimento frente à heterogeneidade presente em uma sala de aula, dentre outras situações (SILVA, 2016). Sendo assim, Araújo e Abib (2003) classificam-nas em atividades de demonstração, atividades de verificação e atividades de investigação.

As atividades experimentais demonstrativas caracterizam-se por serem aquelas em que os alunos observam os fenômenos de um experimento executado pelo professor (OLIVEIRA, 2010), no qual ele demonstra e destaca o que deve ser observado e posteriormente apresenta aos alunos o modelo teórico, possibilitando a compreensão do que está sendo observado (GASPAR e MONTEIRO; 2005).

No entanto, o caráter de uma experimentação demonstrativa não garante a construção do conhecimento por parte dos alunos, quando apresentada como uma atividade que se volta para a verificação de verdades, o que acaba gerando uma falsa crença sobre o conhecimento científico (SILVA, 2016).

As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental em que se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade (ARAÚJO e ABIB; 2013). Nesta, os estudantes podem aprender técnicas e a manusear equipamentos; seguir direções; além de requerer pouco tempo para preparar e executar (SILVA, 2016). Segundo Cachapuz et al. (2005), neste tipo de atividade o professor é quem identifica o problema, relaciona o trabalho com outros anteriores, conduz as demonstrações e dá instruções diretas, tendo como principal característica a previsibilidade dos resultados na qual os alunos geralmente já conhecem a explicação para os fenômenos.

As atividades experimentais investigativas, por outro lado, buscam a solução de uma questão que será respondida pela realização de uma ou mais experiências (SILVA,

MACHADO, TUNES; 2013). O problema tratado neste tipo de atividade demanda dos alunos a necessidade de relatar, discutir, refletir e tentar criar argumentos para resolver um problema ou questão, não ficando apenas limitado a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos (FERREIRA, 2018). Assim, a experimentação por meio da investigação proporciona aos alunos a chance de desenvolver a observação, discussão, trabalho em equipe, dentre outras características (ARAÚJO e ABIB, 2003).

De acordo com Silva (2016), nas abordagens demonstrativas e de verificação há uma menor participação dos alunos, surtindo, consequentemente, menor efeito sobre a construção do conhecimento. Logo, torna-se importante rever os propósitos das atividades experimentais e a forma de realizá-las, propondo o aluno como um ser ativo e participativo nas tomadas de decisões, e não como um mero observador ou repetidor de ações. Segundo Souza et al, (2013), é fundamental que essas atividades possam usar dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade, a fim de que o estudante possa propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações.

1.2.Ensino por investigação

Segundo Sá, Lima e Aguiar Junior (2011) há um interesse crescente pelas pesquisas sobre a temática do ensino por investigação (EI) entre pesquisadores e educadores da área de ciências. A perspectiva do ensino por investigação foi proposta primeiramente por John Dewey, sendo ele um dos primeiros a visualizar uma proposta de ensino com uma participação ativa, e considerando a experiência do aluno (ROCHA, 2017).

Conforme afirma Scarpa, Sasseron e Silva (2013), um ensino que incentive o desenvolvimento de ferramentas intelectuais para a investigação e a resolução de problemas, é possível na medida em que se oferecem oportunidades de apresentar aos estudantes problemas cujas soluções, inda que não evidentes, são possíveis de serem alcançadas, considerando os conhecimentos que já possuem, ou seja, um ensino pautado em aspectos de investigação.

De acordo com Sandoval (2005), o termo investigação refere-se ao processo de fazer perguntas, gerar e buscar estratégias para investigar essas questões, analisar e interpretá-las, para então tirar conclusões. Na investigação no contexto de sala de aula, os estudantes devem observar fenômenos, manipular informações ou experimentos, formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, coletar dados, elaborar argumentos utilizados e relatar suas conclusões para a resolução do problema (AZEVEDO, 2004). Sendo assim, a resolução de problemas é

considerada como um aspecto central na abordagem do ensino por investigação (DEBOER, 2006), uma vez que estimula a curiosidade e estabelece um desafio de aprendizagem aos estudantes (PEDASTE et al, 2015).

Nesse contexto, percebe-se a importância da colocação de um problema para que o desenvolvimento cognitivo dos estudantes ocorra plenamente (ALMEIDA; SASSERON, 2013). A partir da proposição do problema, iniciam-se as buscas por soluções por meio de elaboração e avaliação de hipóteses, delimitação das variáveis relevantes, estabelecimento de relações entre as variáveis e construção de explicações para ele (SCARPA; SASSERON, SILVA, 2017).

Para Vieira (2012), o ensino por investigação consiste em uma metodologia de ensino que busca respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, por meio de atividades investigativas inspiradas pelas próprias discussões em sala de aula. Ademais, esta metodologia traz consigo a ideia da problematização das atividades didáticas a serem utilizadas em sala de aula (SASSERON, 2013).

Sendo assim, o ensino por investigação exige a organização de diferentes momentos pedagógicos, a fim de contemplar a ação e a reflexão sobre a ação, de forma a favorecer a compreensão do objeto investigado (BARBOSA et al, 2020). Além disso, no ensino por investigação os conhecimentos prévios dos alunos precisam ser valorizados, uma vez que os estudantes trazem suas próprias concepções e explicações sobre os fenômenos naturais, baseadas na sua experiência de vida (SCARPA, SASSERON, SILVA; 2013). Isso favorecerá sua participação ativa, a comunicação em sala de aula e as interações dos alunos (ROCHA, 2017).

De acordo com Sá, Lima e Aguiar Junior (2011), as atividades investigativas contemplam os pressupostos teórico-metodológicos do ensino por investigação, e são estratégias didáticas que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar, podendo englobar atividades experimentais ou não. Dessa forma, o ensino por investigação pode estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015).

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação vai além do âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada

em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos, além de em possibilitar o papel ativo ou aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos.

No ensino por investigação, o professor também precisa criar condições em sua sala de aula para os alunos pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018).

Por conseguinte, Sasseron (2018) considera que o ensino por investigação está fundamentado em cinco elementos: o papel intelectual e ativo dos estudantes; a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino; a aprendizagem para a mudança social.

Nessa perspectiva, no uso da avaliação no ensino baseado por investigação, busca-se verificar não somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo (CARVALHO; 2018).

Como se vê, no ensino por investigação demanda que o professor estimule a prática de habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais disponibilizados, buscando avançar da ação manipulativa para a intelectual, e com os conhecimentos já sistematizados e mobilizar seus conhecimentos prévios (SASSERON, 2015). Para Newman et al (2004), quando os estudantes estão engajados em uma atividade investigativa, eles descrevem objetos e eventos, fazem perguntas, constroem explicações e expõem essas explicações para os demais estudantes.

Segundo Carvalho (2013), para isso ocorrer, deve-se levar em consideração alguns pontos, tais como a relevância do problema, uma vez que este deve fazer parte do cotidiano do aluno, criar etapas para as explicações científicas; realização de atividades que exijam a interação social para a construção do conhecimento, pois, o estudante precisa ser estimulado a participar da ação; e a importância da relação aluno-aluno e aluno-professor. De acordo com Barbosa et al (2020), a relação professor-aluno não se dá por meio da transmissão e recepção de saberes, mas busca valorizar a interação e a troca de informações, a serem transformadas em conhecimento, e uma forma de promover isso é através da experimentação investigativa

(SOUZA et al, 2013).

1.3.Experimentação investigativa

A maneira de organizar uma atividade experimental investigativa com base em aspectos do ensino por investigação é muito diferente da atividade experimental tradicional (SOUZA et al, 2013). Para Suart e Marcondes (2009), as atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidade cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno. Sendo assim, o experimento é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações, resolvendo problemas, visto que o experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados (CARVALHO et al, 1999).

De acordo com Souza e colaboradores (2013), as atividades experimentais investigativas partem de problemas que possam interessar os alunos a participar da investigação, na qual eles irão buscar informações, propor e/ou testar hipóteses, elaborar explicações sobre o fenômeno em estudo, e também discutir os resultados em grupos para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Para Carvalho (2018), o problema se torna importante em atividades experimentais introdutoras de conceitos ou sistematizadoras de dados que levarão a leis quando se procura relações entre outros conceitos já aprendidos. Ele introduz nova proposta teórica e muitas outras estruturas científicas que devem ser postas na aprendizagem das Ciências. Assim, um bom problema, nas aulas experimentais, é aquele que dá condições para que os alunos passem das ações manipulativas às ações intelectuais, partindo da elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica, até a construção de explicações causais e legais, como conceitos e leis. Além disso, o uso da experimentação investigativa possibilita ao aluno desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe e do senso crítico (SUART, 2008).

Considerando a realização da experimentação investigativa, Carvalho (2013) propõe quatro etapas, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1. Etapas para a experimentação investigativa.

Fonte: adaptado de Carvalho (2013).

A primeira consiste na apresentação de um problema com o objetivo de introduzir os alunos no tópico desejado e oferecer condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico do conteúdo programático, além do fornecimento de materiais para a sua resolução, o qual deve ser intrigante para despertar a atenção dos alunos e de fácil manejo. Em seguida, tem-se a resolução do problema pelos alunos; na qual as ações manipulativas dos alunos dão condições de levantarem hipóteses e testá-las, sendo que o professor tem o papel de verificar se os grupos entenderam o problema proposto e deixá-los trabalhar. A terceira etapa corresponde à sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, por meio de um debate entre professor e aluno, em que os estudantes expõem suas respectivas soluções e todo o processo que os levou a chegar às suas conclusões sobre determinado problema. Por fim, tem-se a etapa que congrega a sistematização individual do conhecimento de cada estudante, que consiste em uma avaliação, que em geral é escrita.

Vale ressaltar que as atividades experimentais investigativas são incentivadas pelos documentos oficiais, conforme se pode observar no trecho a seguir extraído dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências (PCN)

> "Em Ciências Naturais são procedimentos fundamentais aqueles que permitem a investigação, a comunicação e o debate de fatos e idéias. A observação, a experimentação, a comparação, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e idéias, a leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a proposição de suposições, o confronto entre suposições e

> entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem." (BRASIL, 1997, p.29).

Também é possível notar menção aos processos e práticas de investigação em sala de aula em trechos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

> "[...] 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.552).

Os papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas podem definir diferentes níveis de abertura, também chamados de graus de liberdade conferidos ao aluno (SOUZA et al, 2013).

Logo, as atividades experimentais devem ser planejadas e direcionadas conforme o público alvo, levando em consideração o nível do que se pretende investigar (SARAIVA, 2017). Ou seja, deve apresentar uma estrutura organizada que define o grau de liberdade entre o problema, os procedimentos e a resposta (SOUZA et al, 2013).

Souza e colaboradores (2013) consideram como importantes para a atividade experimental as seguintes etapas: experimental: proposição de um problema, elaboração de hipóteses, elaboração de um procedimento experimental, coleta e análise dos dados e elaboração das conclusões, podendo ser realizada a princípio pelo professor ou pelo aluno, o que irá conferir o nível de abertura de investigação. Nesse sentido, quanto maior é a solicitação feita ao aluno, maior é o nível de abertura do experimento e, conseqüentemente, maior grau de liberdade ele terá para tomar decisões no sentido de resolver o problema.

Os mesmos autores propuseram três níveis de abertura de investigação para uma atividade experimental investigativa e a respectiva correlação com as etapas citadas anteriormente. O quadro 3 mostra a relação entre esses níveis e as etapas para a realização da atividade.

Quadro 3. Relação entre os níveis de abertura de atividades experimentais e as etapas desenvolvidas.

	NÍVEIS DE INVESTIGAÇÃO

ETAPAS DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Elaboração do problema	*Professor*	*Professor*	*Aluno*
Elaboração de hipótese	*Não há, ou professor.*	*Aluno*	*Aluno*
Proposição dos procedimentos	*Professor*	*Aluno*	*Aluno*
Coleta de dados	*Aluno*	*Aluno*	*Aluno*
Análise dos dados	*Aluno*	*Aluno*	*Aluno*
Elaboração da conclusão	*Aluno*	*Aluno*	*Aluno*

Fonte: adaptado de Souza et al (2013).

Analisando o quadro 3, observa-se que no *nível zero*, os problemas, procedimentos e respostas são dados pelo professor. Para Saraiva (2017), esse nível coloca os estudantes como meros expectadores, tornando o ensino reducionista, limitando os estudantes a apenas aprender e/ou dominar alguma técnica particular de laboratório, a fim de comprovar algum princípio teórico.

Já no *nível um*, o professor elabora o problema e orienta e media o processo de sua resolução, e o aluno tem a liberdade na sua resolução, ou seja, analisar os dados, elaborar estratégias de resolução e uma possível solução para o problema em questão (SOUZA et al, 2013). Por outro lado, no *nível dois*, apesar do problema ser elaborado pelo professor, os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto para que o aluno tenha autonomia para resolvê-lo, ou seja, diferentemente do nível um, não há orientação por parte do professor.

O *nível três* é o mais raro, no qual o aluno tem autonomia total para elaborar o problema e buscar soluções para ele. Assim, quanto mais funções o aluno desempenha, maior a sua autonomia perante a atividade e com isso, maior será o nível de investigação (PEREIRA, VITURINO, ASSIS, 2017).

De acordo com Souza e colaboradores (2013), a atividade a ser proposta deve possuir um nível de dificuldade adequado, de modo que não se sintam desmotivados e desistam da atividade, devendo ser elaborado de forma que os alunos sintam interesse pela investigação, estando relacionado à realidade do aluno, ao contexto em que está inserida a escola, ou aos conceitos estudados em sala de aula. Levando isso em consideração, neste trabalho foi adotado o *nível 1* de abertura de investigação.

Deve-se considerar ainda que para iniciar a elaboração de uma atividade investigativa a ser aplicada em sala de aula é importante que o professor reflita sobre alguns aspectos pedagógicos, sendo um deles os conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema (SILVA, 2011).

Na experimentação investigativa, segundo Oliveira e Soares (2010), a partir de situações simples, busca-se discutir conceitos prévios e suscitar dúvidas com relação aos mesmos, iniciando assim, uma discussão na direção de uma aprendizagem mais significativa, esse tipo de atividade permite ao aluno fazer inferências que os possibilitem encontrar soluções para a situação problemática inicial proposta pelo professor, construindo assim o seu conhecimento escolar.

Portanto, conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, pode auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes (SOUZA et al, 2013).

A experimentação investigativa faz com que os estudantes recorram aos conhecimentos prévios por meio de suas hipóteses para solução do problema levantado pelo professor no início da aula. Ela também possibilita situações que viabilizam a alfabetização científica a partir do uso do aspecto investigador dos estudantes (SILVA et al, 2018), uma vez que nesse processo, os alunos mobilizam os conhecimentos que já têm e buscam outros para formular suas hipóteses e propor maneiras de solucionar o problema apresentado, devendo argumentar, procurar justificar tais hipóteses e procedimentos propostos, e estabelecer relações entre fatos e possíveis explicações, além de aplicar os conhecimentos construídos em outras situações (SOUZA et al, 2013).

1.4.Concepções teóricas sobre ácidos e bases

O conhecimento sobre ácidos e bases é importante e fundamental para a formação de

conceitos em química, uma vez que possuem grande aplicação no dia-a-dia, estando presentes em alimentos, medicamentos, produtos de higiene pessoal, produtos de limpeza, inclusive em reações que ocorrem no nosso próprio organismo, como as que mantêm o equilíbrio químico do sangue (BRUNING, ZORZI de SÁ; 2013).

Embora as teorias ácido-base sejam apresentadas nos livros de ensino médio no Brasil a partir de definições conceituais em uma sequência de eventos sucessivos que, aparentemente, são interligados ou advêm de uma contribuição, consoante entre os cientistas, esse avanço não ocorreu de maneira harmoniosa (SOUZA e ARICÓ; 2017). Segundo Nunes et al (2016), a tentativa de teorizar os conceitos de ácido e base é antiga, partindo dos alquimistas. No entanto, somente com Robert Boyle surgiram os primeiros referenciais químicos para classificar tais compostos, no qual ele define que substâncias ácidas eram aquelas capazes de tornar vermelho o tornassol e álcali as que o tornavam azul. Já a primeira conceituação relacionando-o à estrutura química foi realizada por Antoine Lavoisier que em seus estudos concluiu que as substâncias ácidas seriam portadoras do princípio oxigênio (SOUZA e ARICÓ; 2017).

A partir de então, diversas teorias foram propostas por diferentes cientistas. Contudo, três teorias científicas se destacaram acerca de ácidos e bases, sendo elas mais abordadas em livros didáticos, que são a teoria de Arrhenius, Bronsted- Lowry e Lewis, e que também serão o foco deste estudo.

Para Arrhenius, um ácido é um composto que contem hidrogênio e reage com a água para formar íons hidrogênio, e a base é um composto que produz íons hidróxido na água (ATKINS, 2012). Assim, o ácido em solução aquosa, origina íons $H^+_{(aq)}$, e a base, em solução aquosa, origina íons $OH^-_{(aq)}$ (AGOSTINHO, NASCIMENTO, CAVALCANTI; 2012). A figura 2 traz exemplos de ácido e base de Arrhenius.

Figura 2. Exemplos de um ácido e uma base de Arrhenius**.**

$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Fonte: Agostinho, Nascimento, Cavalcanti (2012).

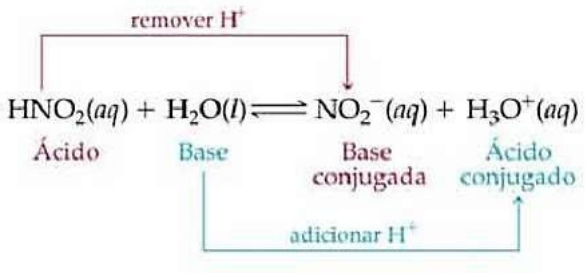
Esta teoria, também chamada de “teoria de dissociação eletrolítica”, foi relevante para a época, porque faziam considerações referentes à classificação de ácidos e suas forças

(SOUZA e ARICÓ; 2017), além de provocar o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, contribuindo também para se estabelecer as bases científicas da Química Analítica (CHAGAS, 2000).

Contudo, o conceito de ácidos e bases de Arrhenius, embora útil, tem limitações, uma vez que é restrito a soluções aquosas (BROWN, 2005).

A segunda teoria destacada é a proposta por Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry, que trabalhando de maneira independente, propuseram os conceitos referenciados à teoria protônica, em que ácido seria toda substância capaz de doar próton e base toda substância capaz de receber próton (NUNES et al, 2016). Além disso, essa teoria apresenta a interpretação de sistemas conjugados, conhecidos atualmente como ácido conjugado e base conjugada (SOUZA, ARICÓ; 2017), conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3. Pares ácido-base conjugados.



Fonte: Brown (2005).

Segundo a teoria de Brönsted-Lowry, quando uma molécula de um ácido se dissolve em água ela transfere um íon hidrogênio, H^+, para a molécula de água para formar um íon hidrônio, H_3O^+ (ATKINS, 2012). Assim, na medida em que a água recebe o próton está agindo como uma base de Bronsted, e o ácido é quem doa o próton.

Essa conceituação tinha a vantagem de independer do meio, porém era restrita aos processos em que pelo menos uma das espécies químicas dispusesse de prótons que pudessem ser transferidos para outra espécie química (NUNES et al, 2016).

Em 1923, Gilbert Newton Lewis, como consequência de sua teoria do par eletrônico para explicar as ligações químicas, propõe uma teoria ácido-base, na qual considerava que um ácido é toda espécie química capaz de receber um par eletrônico e base aquela capaz de doar um par eletrônico (CHAGAS, 2000), ampliando a definição de reações ácido-base para substâncias que não continham hidrogênio em sua estrutura (NUNES et al, 2016). Assim, a

teoria de Lewis considera ácidos como receptores de par de elétrons, e bases como doadoras de um par de elétrons (figura 4) (SOLOMONS, 1992).

Figura 4. Ácido e base de Lewis.

Fonte: CAREY (2011).

Segundo Chagas (2000), Lewis também especifica os critérios fenomenológicos, ou macroscópicos, para o comportamento ácido base. O autor aponta os seguintes aspectos:

1) A reação de neutralização é rápida;
2) Um ácido ou uma base pode deslocar um ácido ou uma base mais fraco de seus compostos;
3) Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores;
4) Ácidos e bases são capazes de atuarem como catalisadores.

Ao observar as características propostas por Lewis, percebe-se que a mesma é mais abrangente e explica um maior número de reações, uma vez que um maior número de substâncias pode ser classificado como ácido ou base (OLIVEIRA, 2008).

1.5.Acidez e basicidade a partir da medida do pH

Para realizar análises de acidez e basicidade de determinada substância ou material utiliza- se o potencial hidrogeniônico (pH), que representa a concentração molar de íons $H^+_{(aq)}$ em uma solução (BROWN, 2005).

Em 1909 o bioquímico dinamarquês, Sören P. T. Sörensen estabeleceu uma maneira conveniente de expressar a acidez de uma determinada solução utilizando o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio (GAMA, AFONSO; 2007). Assim, podemos calcular usando a seguinte expressão:

$$pH = - \log [H^+]$$

De acordo com Gama e Afonso (2007), o conceito de pH, a rigor, só se aplica a soluções aquosas e tanto mais diluídas estas forem. Caso se necessite calcular a basicidade de uma solução (pOH), utiliza-se a expressão pH + pOH = 14.

Segundo Luchese et al (2002), o pH é uma forma mais simples de expressar a acidez, através de números variando no intervalo de 0 a 14, a 25 °C. Neste intervalo dizemos que uma solução é ácida quando pH < 7,0; neutra pH = 7,0; e básica/alcalina para pH > 7,0 (ANDRADE, 2010).

1.5.1. Determinação do pH

De acordo com Gama e Afonso (2007), o conceito de pH, a rigor, só se aplica a soluções aquosas e tanto mais diluídas estas forem; e os métodos disponíveis para determinação do pH são fundamentalmente colorimétricos e eletrométricos.

Os métodos colorimétricos, chamados de indicadores ácido-base ou indicadores de pH, são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas (indicadores básicos) que apresentam cores diferentes para suas formas protonadas e desprotonadas, ou seja, mudam de cor em função do pH (TERCI, ROSSI; 2002). Devido suas estruturas serem complexas, pode-se usar a notação HInd para um indicador ácido (SOUZA, 2016). O esquema 1 representa a equação para a ionização de um indicador ácido em água:

Esquema 1. Ionização de um indicador ácido em água

$$HInd + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Ind^-$$

(Cor A) (Cor B)

Ácido Base conjugada

O uso de extratos naturais é uma prática antiga, sendo introduzida por Robert Boyle (UCHÔA et al., 2016); no entanto, somente no início do século XX, Willstätter e Robinson relacionaram as antocianinas como sendo os pigmentos responsáveis pela coloração de diversas flores e que seus extratos apresentavam cores que variavam em função da acidez ou alcalinidade do meio, o que explicou as mudanças de cores de extratos vegetais observadas por Boyle (TERCI, ROSSI; 2002).

Atualmente a solução de fenolftaleína é amplamente utilizada como indicadora ácido-base. Além dela, tem-se o papel indicador universal. Contudo, o pH pode ser medido com maior exatidão usando métodos eletrométricos, tais como pHmetro digital de bancada (figura 5) ou portátil (figura 6).

Figura 5. pHmetro digital de bancada.

Fonte: autor (2021).

Figura 6. pHmetro portátil.

Fonte: autor (2021).

A seguir são apresentados alguns aspectos referentes aos conceitos de ácido-base no contexto da temática solo.

1.6.Ácidos e bases no contexto da temática solo

Uma das características que se pode analisar em relação ao solo é seu caráter ácido, básico ou neutro. Assim, ele pode ser naturalmente ácido em função da própria pobreza em bases do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na (ANTUNES, PACHECO, GIOVANELA; 2008). Essa acidez pode ser aumentada por meio de cultivos e adubações, resultantes do cultivo intenso (LUZ et al, 2002).

Segundo Quaggio (2000), aproximadamente 70% do Brasil é composto por solos ácidos; e isso está relacionado à concentração de alumínio no solo. Assim, à medida que o pH do solo diminui, aumenta a atividade do alumínio nele, consequentemente, ocorre potencialização dos efeitos nocivos às culturas (NOLLA e ANGHINONI; 2004).

Melo (1985) afirma que a acidez do solo ocorre devido ao aumento de íons H^+ e os processos que podem fornecer esses íons pode ser a dissociação do ácido carbônico, dissociação dos íons H^+ de grupos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica, uso de fertilizantes, principalmente amoniacais e ureia.

Assim, devido o pH da a maioria dos solos no brasil está abaixo de 5,0, torna-se necessário sua elevação para 5,5; 6,0 ou 6,5, conforme for a exigência da cultura, como a cana-de-açúcar, feijão e milho, por exemplo, que requer um pH = 5,5 (PES, ARENHARDT; 2015).

A acidez do solo pode ser controlada com a aplicação de substancias que liberam hidroxilas (OH^-), capazes de neutralizar os prótons (H^+) presentes na solução do solo (NOLLA e ANGHINONI; 2004). Por isso, a aplicação de calcário moído pode ser eficaz para a neutralização da acidez, deixando o pH próximo de 7, ou ainda, deixando o solo mais alcalino, processo esse chamado de calagem (LUZ et al, 2015). Geralmente, esse processo consiste na adição de materiais calcários que contenham cálcio e magnésio, como carbonato de cálcio. Para diminuir a alcalinidade, podem ser adicionados ao solo sulfato de ferro (II), sulfato de alumínio ou sulfato de cálcio diidratado (ANTUNES, PACHECO, GIOVANELA; 2008). O calcário ($CaCO_3$) reduz a acidez do solo elevando o pH pela conversão de alguns desses íons hidrogênio em água (LOPES, 1989), conforme reação abaixo (esquema 2):

Esquema 2. Reação do carbonato de cálcio em meio ácido.

$$CaCO_{3(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

Portanto, as recomendações de calagem e adubação são ferramentas básicas na tomada de decisão e na determinação da quantidade de fertilizantes e corretivos necessários, para a obtenção da máxima performance das plantas (NOLLA e ANGHINONI; 2004).

1.7.Ácidos e bases no contexto escolar: concepções alternativas dos estudantes

Enquanto conteúdo escolar, o pH é um dos assuntos abordados no Ensino Médio (ANTUNES et al, 2009). No entanto, mesmo diante de sua relevância, raramente ele é relacionado com as outras áreas do conhecimento e com a própria vivência do estudante e, na

maioria das vezes, a sua aplicação e importância não são contextualizadas e os alunos acabam por considerar o conteúdo sem sentido já que não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano, passando apenas a memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas ensinadas (ANTUNES, PACHECO, GIOVANELA; 2008).

No estudo realizado por Figueira et al (2009) com estudantes do ensino médio, identificou-se que os mesmos apresentaram uma ideia superficial e decorada destes conceitos, sobretudo em relação à definição de Arrhenius, devido à presença do hidrogênio, não conseguindo correlacioná-los com suas vidas. Indo um pouco mais além, Figueira e Rocha (2011), envolvendo estudantes de Ensino Fundamental, Médio e Superior, puderam avaliar suas concepções alternativas ao conhecimento científico sobre a temática ácido-base. Neste, os resultados mostraram que os estudantes usaram concepções simplistas, associando ao poder corrosivo e ao sabor característico dos ácidos.

Oliveira (2008), em seu estudo para avaliar as concepções alternativas dos estudantes sobre ácidos e bases, obteve um índice significativo de respostas que relacionava o termo ácido como algo corrosivo, que queima e é prejudicial à saúde, e também envolvendo a teoria de Arrhenius, enquanto que as bases foram relacionadas a alimentos, no sentido de dar sustentação, ou seja, a base para vivermos. Para o autor, isso ocorre devido à complexidade e a forma como o assunto é abordado. Assim, os estudantes apresentavam apenas um aprendizado superficial sobre o que são ácidos e bases, ou seja, um conhecimento com base na memorização de discursos e que serão esquecidos com o tempo, especialmente ao passar de uma série para a outra (OLIVEIRA, 2008).

Cardoso, Silva e Lima (2014), analisando as concepções prévias de estudantes do 1º ano do Ensino Médio sobre ácidos e bases, observaram que alguns alunos conseguiam relacioná-los a algo do seu cotidiano, por exemplo, a acidez da laranja e do refrigerante, e da vitamina C. Contudo, não foi observada a relação entre o conceito científico e o cotidiano, ou seja, os alunos conseguiam identificar substâncias ácidas que são ingeridas no dia a dia, porém desconheciam os significados para os conceitos do ponto de vista científico.

Diante disso, a análise destas concepções reforça a necessidade de ensinar Química a partir das relações entre o conceito científico e o cotidiano (CARDOSO, SILVA, LIMA; 2014), e uma forma de fazer isso consiste na realização de experimentos para demonstrar, na prática, o que é o pH e como ele pode estimular a motivação dos alunos a aprender tal parte do assunto significativamente (ANTUNES et al, 2009).

Nos parâmetros curriculares do Estado de Pernambuco para o 3º ano do ensino médio, tem-se como uma das expectativas de aprendizagem reconhecer os materiais ácidos, básicos e neutros, por meio de suas aplicações no cotidiano, e identificar as mudanças de cor de alguns indicadores na presença de ácidos e bases (PERNAMBUCO, 2013).

No levantamento bibliográfico apontado no quadro 2 da introdução deste trabalho, verificou-se trabalhos envolvendo a experimentação investigativa com a temática ácidos e bases. Nestes, foi possível perceber que a metodologia utilizada contribuiu para o ensino do tema. Contudo, foi observado que poucos abordavam esta temática envolvendo solos.

Assim, levando em consideração o currículo escolar, e reconhecendo a importância da temática ácido-base para a vida escolar e situações cotidianas dos alunos, esta pesquisa tem por objetivo desenvolver uma proposta didática baseada na Experimentação Investigativa, considerando as etapas (i) levantamento dos conhecimentos prévios acerca de ácidos e bases, (ii) proposição e resolução dos problemas, (iii) sistematização coletiva e individual dos conhecimentos e (iv) avaliação, como facilitadoras na construção do conhecimento dos conceitos de ácidos e bases envolvendo materiais da realidade escolar do aluno.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

Neste tópico são discutidos os procedimentos metodológicos utilizados. Assim, são apresentados o local e participantes da pesquisa, cuidados com a ética na pesquisa, os instrumentos para coleta de dados, e as categorias para análise dos dados.

2.1.Local e participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola Pública Estadual, localizada no Distrito de Fátima/Flores – PE, no período vespertino. Participaram 46 alunos do 3º ano do Ensino Médio do ano letivo de 2021, divididos em turma A e B, contendo 20 e 26 estudantes, respectivamente, em uma faixa etária entre 16 e 19 anos.

2.2.Cuidados com a ética na pesquisa

Todos os participantes da pesquisa frequentaram as aulas de forma presencial e concordaram em participar da pesquisa de forma voluntária. Assim, todos foram convidados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), caso este possuisse 18 anos, ou um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE B), neste caso assinado pelos pais, para aqueles menores de 18 anos, de acordo com a Resolução 510/2016 sobre a ética na pesquisa com seres humanos. Após aprovação do comitê de ética em pesquisa, iniciou-se a aplicação da pesquisa. O trecho de aprovação do parecer consubstânciado encontra-se no apêndice C.

2.3. Procedimentos Metodológicos: Etapas da Intervenção Didática com base na Experimentação Investigativa

2.3.1. Avaliação diagnóstica

Considerando que em um ensino por investigação os conhecimentos prévios dos alunos devem ser considerados (ROCHA, 2017), a etapa inicial desta pesquisa teve como objetivo analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre ácidos e bases. Para tanto, foi aplicado, de forma individual, um questionário impresso composto por quatro questões abertas que versavam sobre a temática em estudo, conforme mostradas no quadro 4.

Quadro 4. Questionário para análise dos conhecimentos prévios.

QUESTÕES	1. Para você, o que é um ácido e uma base? Explique. 2. Onde podemos encontrar um ácido e uma base? E como eles estão relacionados com a nossa vida? 3. Para você, o que caracteriza uma substância ácida e/ou básica? 4. Como podemos identificar se uma substância é ácida ou básica?

Fonte: autor (2021).

Para responder ao questionário os estudantes utilizaram uma aula de 50 minutos, sendo solicitado que devolvessem ao final.

Na sequência, foi realizada uma aula expositiva dialogada, com o objetivo de introduzir os conceitos sobre ácidos e bases, bem como suas propriedades, medidas de pH, além das teorias ácido-base de Arrhenius, de Bronsted-Lowry e de Lewis. Para este momento foi usado também uma aula de 50 minutos.

2.3.2. Proposição dos problemas

Esta etapa ocorreu no laboratório da escola, e com o intuito de contextualizar o primeiro problema, foi realizada uma discussão sobre o uso de materiais de limpeza, as misturas que as pessoas costumam fazer, e os problemas que isso pode causar. Para isso, foi exibido um vídeo intitulado “A mistura de alguns produtos de limpeza pode causar danos à saúde” (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0i8R8dgvpMc&t=129s). Em seguida, considerando o contexto desta pesquisa, tendo em vista os protocolos de segurança e distanciamento social em decorrência da COVID-19, foi solicitada a formação de grupos de até três componentes, para os quais foram propostos dois problemas, sendo um sobre identificação de substâncias ácidas e básicas, e o outro sobre acidez dos solos.

O primeiro problema teve como objetivo a identificação da acidez ou basicidade de produtos de limpeza (quadro 5).

Quadro 5. Primeiro problema experimental.

PROBLEMA **EXPERIMENTAL 1**	Os materiais de limpeza são produtos químicos essenciais em nosso dia-a-dia. No entanto, devido às propriedades químicas de alguns, é necessário que se tome cuidados ao manuseá-los, uma vez que podem causar queimaduras ou intoxicação, dependendo da natureza da substância e/ou de sua concentração. Como exemplo, podemos citar água sanitária, alvejantes, detergentes, *Ajax* e *azulim*. Dentre as propriedades químicas desses materiais pode-se destacar seu caráter ácido ou básico. Com o objetivo de mobilizar os conceitos de ácidos e bases, e dispondo dos materiais relacionados a seguir, como podemos identificar quais destes materiais apresentam comportamento ácido ou básico? **Materiais:** • Papel indicador universal; • Pétalas de hibisco; • Álcool; • Béquer; • Erlenmeyer; • Almofariz e pistilo; • Papel de filtro; • Funil analítico; • Água sanitária; • Detergente; • Ajax • Azulim.

Fonte: autor (2021).

Considerando que a experimentação investigativa deve envolver problemas vinculados à realidade dos alunos (SOUZA et al, 2013), e tendo em vista que a escola onde foi realizada a investigação situa-se em uma área rural, na qual há uma grande quantidade de alunos que vivem em sítios e estão em contato constante com solos e plantações como feijão e/ou milho, o segundo problema envolveu a avaliação da acidez e alcalinidade de solos, conforme apresentado no quadro 6.

Quadro 6. Segundo problema experimental.

PROBLEMA EXPERIMENTAL 2	Uma família da zona rural da cidade de Fátima possui em seu quintal uma pequena horta, na qual cultiva alface, cebola, coentro e feijão para seu próprio consumo. No entanto, ela vem observando que sua cultura não está apresentando um desenvolvimento saudável. Sabe-se que esta mesma família costuma utilizar materiais a base de vinagre para limpeza de pisos, e também costuma descartar os resíduos em um local próximo a horta. Nesse contexto, como esta família pode proceder para investigar o problema que vem ocorrendo em sua plantação? Como ela deve proceder para fazer a correção do solo onde cultiva a horta? Considere os dados: pH do solo para milho = 6 a 7,2 pH do solo para alface = 6 a 6,8 pH do para hortaliças (feijão, pimentão, alface, cebola, coentro, tomate) = 6,0. ***Materiais*** • Amostras de solo; • Béquer; • Funil analítico; • Papel de filtro; • Indicador natural ácido-base; • Papel indicador universal.

Fonte: autor (2021)

Seguindo a metodologia proposta por Carvalho (2013), a próxima etapa consistiu na resolução dos problemas pelos estudantes, que será descrita no tópico seguinte.

2.3.3. Resolução dos problemas pelos estudantes

Ainda no laboratório da escola, foram disponibilizados os materiais necessários para a experimentação, além de uma tabela (tabela 1), a fim de auxiliar os estudantes na resolução do problema.

Tabela 1. Tabela para auxiliar na resolução do problema.

MATERIAL	COR ANTES DA ADIÇÃO DO EXTRATO	COR APÓS A ADIÇÃO DO EXTRATO	VALOR DO PH NO PAPEL INDICADOR	CONCLUSÃO

Fonte: autor (2021).

Tendo em vista que os alunos, em grupos, testaram experimentalmente as hipóteses trazidas por eles para a resolução dos problemas (figura 7), esta atividade experimental encontra-se no nível de abertura 1, conforme Souza et al (2013), e traz alguns elementos da experimentação investigativa, de acordo com a figura 1, apresentada na fundamentação. A resolução do primeiro problema se deu em aulas geminadas, com duração de 50 minutos, cada.

Figura 7. Resolução dos problemas pelos estudantes.

Fonte: autor (2021).

O segundo problema consistiu na avaliação do pH de amostras de solo, no qual os participantes utilizaram a solução indicadora, preparada anteriormente pelos próprios estudantes, e também de papel indicador. As amostras de solo foram previamente coletadas pela professora pesquisadora na horta da escola onde ocorreu a pesquisa e o pH foi adulterado com a adição de substâncias ácidas e básicas. Sua resolução ocorreu em uma aula de 50 minutos.

Na figura 8 estão ilustrados os materiais utilizados na aula experimental para os problemas 1 e 2.

Figura 8. Materiais utilizados na aula experimental.

Fonte: autor (2021).

Após testarem experimentalmente suas hipóteses, os participantes compartilharam suas observações e conclusões, além de expor suas dúvidas na sistematização coletiva dos conhecimentos.

2.3.4. Sistematização dos conhecimentos – momento coletivo

Segundo Carvalho (2013), a terceira etapa de uma atividade experimental investigativa corresponde à sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, que ocorre por meio de um debate entre professor e aluno, em que os estudantes expõem suas respectivas soluções e todo o processo que os levou a chegar às suas conclusões sobre determinado problema.

Nesta pesquisa, a sistematização dos conhecimentos de forma coletiva se deu em sala de aula, em uma aula de 50 minutos, e consistiu na discussão e socialização do que foi vivenciado na resolução dos problemas. Para isso, os estudantes, nos mesmos grupos, foram convidados a compartilhar o que foi observado no experimento, apresentando os dados registrados na tabela fornecida (tabela 1), suas explicações e justificativas com base no conhecimento químico, sempre acompanhda da mediação da professora no debate.

Por fim, como ultima etapa tem-se a sistematização individual, conforme abordado no tópico a seguir.

2.3.5. Sistematização individual – avaliação

Essa etapa foi realizada em sala de aula, em uma aula de 50 minutos, e consistiu na resolução de um questionário pelos estudantes, cujo objetivo foi analisar se o processo de aprendizagem se deu de forma satisfatória, além de avaliar a intervenção didática proposta. O quadro 7 relaciona as questões da avaliação, acrescidos dos objetivos de cada uma delas e a articulação apropriada com os problemas propostos.

Quadro 7. Questões da avaliação.

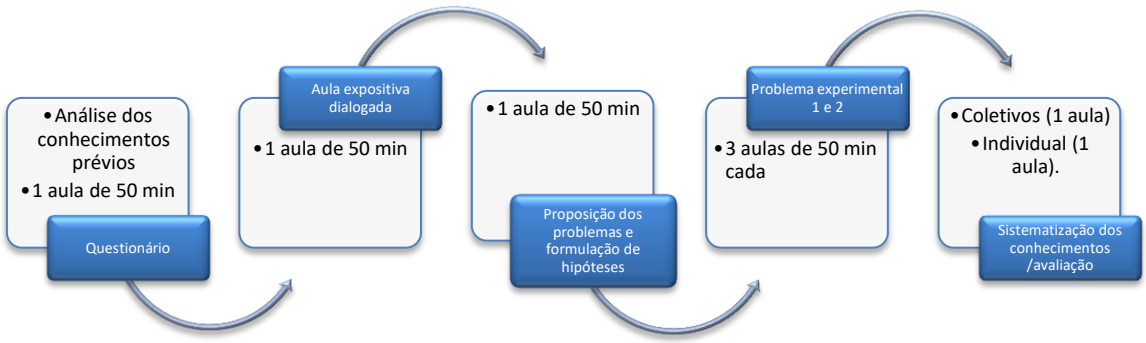
QUESTÃO	OBJETIVO	ARTICULAÇÃO COM OS PROBLEMAS
Q1. Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?	Identificar se o estudante consegue relacionar que muitos dos materiais que usamos no dia a dia podem apresentar caráter ácido, básico ou neutro, e por isso alguns cuidados são necessários no manuseio destes materiais, como por exemplo, os de limpeza. Além de sua interferência quando descartados no solo, água, entre outros.	Problema experimental 1.
Q2. Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?	Identificar se o estudante consegue mobilizar o conhecimento sobre acidez ou basicidade do solo como parâmetro para o desenvolvimento das plantações.	Problema experimental 2.

Q3. Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?	Identificar se o estudante consegue fazer a relação entre conceitos de ácidos e bases, pH no contexto da fertilidade do solo e como descarte de resíduos/rejeitos pode interferir na qualidade do meio ambiente.	Problema experimental 2.
Q4. Como você avalia a metodologia de ensino adotada para a abordagem do conteúdo de ácidos e bases e pH?	Avaliar a interveção didática desenvolvida.	

Fonte: autor (2021).

O esquema 3 traz uma síntese da intervenção didática, que faz parte do produto educacional proposto pelo presente estudo.

Esquema 3. Síntese da intervenção didática.



Fonte: autor (2021).

2.4.Referencial de análise dos dados

Para a análise das respostas dos alunos ao questionário para avaliação dos conhecimentos prévios, aplicado na etapa 1, foram adotadas as categorias de análise segundo

Cardoso, Lima e Silva (2014). Desse modo, as respostas foram categorizadas como: Respostas confusas, Associação com o cotidiano, Características de ácidos e bases, e Não respondeu.

2.4.1. Categorias de análise das respostas da avaliação diagnóstica

A análise das respostas dos estudantes ao questionário relativo à avaliação diagnóstica seguiu as categorias já mencionadas acima. O quadro 8 mostra a relação entre a categoria e a descrição do critério analisado.

Quadro 8. Critérios de análise das respostas dos estudantes referentes ao questionário da avaliação diagnóstica.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
Características dos ácidos e bases	Respostas que apresentem conceitos químicos, como liberação de H^+ em meio aquoso, para os ácidos, ou OH^-, para as bases, ou pH, corrosão, sabor.
Associação com o cotidiano	Respostas que apresentem relação com o cotidiano, como suas aplicações.
Respostas confusas	Respostas em que os alunos apresentem conceitos errôneos, ou respostas confusas, ou que haja apenas "sim" ou "não", ou 'não sei".
Não respondeu	Se não houver registro de resposta.

Fonte: autor (2021).

2.4.2. Categorias de análise da resolução dos problemas

Para esta etapa foram consideradas as gravações dos diálogos e registros fotográficos ocorridos na etapa experimental, bem como as respostas dos estudantes dadas aos problemas (ASSUNÇÃO, BARROS, CAMPOS; 2021); além das ações envolvendo as interações sociais entre os alunos, alunos e professor-pesquisador, alunos e materiais disponíveis, capacidade de argumentação, construção da linguagem científica e a elaboração e teste de hipóteses.

2.4.3. Categorias de análise da sistematização dos conhecimentos - momento coletivo

Segundo Carvalho (2013), o momento correspondente à sistematização dos conhecimentos ocorre a partir de perguntas feitas pelo professor que levem os participantes a apresentarem seus dados e discutir sobre eles. Nesse sentido, perguntas feitas pela professora

pesquisadora, como “os materiais de limpeza limitam-se a serem apenas ácidos ou básicos”? “É possível identificar substâncias ácidas ou básicas a partir da mudança de cor?” foram o ponto de partida para a desenvoltura desta etapa, considerando também a apresentação dos dados registrados pelos alunos, e o diálogo entre alunos e professor (PEREIRA, VITURINO, ASSIS; 2017), (NOBRE-SILVA, SILVA; 2020).

2.4.4. Categorias de análise da Sistematização individual – avaliação

Levando-se em consideração que as perguntas da sistematização individual, que consiste na ultima etapa da intervenção didática, estão relacionadas à aplicação do conhecimento sobre ácidos e bases à vida cotidiana, como cuidados com manuseio de materiais, bem como sua relação com o solo, correção de pH e descarte de materiais de maneira correta, espera-se que as respostas dadas pelos estudantes estejam voltadas para este fim. Já a questão 4 se constitui em uma pergunta pessoal de resposta aberta, a fim de avaliar a metodologia usada nesta pesquisa, portanto, para ela não houve critérios de análise.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão abordados os resultados obtidos em todas as etapas da pesquisa, e as respectivas discussões.

3.1.Análise da avaliação diagnóstica

Ao analisar as respostas dos 46 participantes, foram observadas diferentes concepções acerca da temática ácido-base. As respostas foram enquadradas nas categorias já mencionadas no item 2.4.1.

Para manter o sigilo dos participantes, estes foram nomeados como A1 à A20, para os estudantes da turma A, e B1 à B26, para os da turma B. A tabela 2 mostra uma síntese geral do quantitativo de respostas nas respectivas categorias, para as 4 questões aplicadas em ambas as turmas.

Tabela 2. Síntese da análise das respostas dos estudantes da turma A e B com relação à avaliação diagnóstica.

Categorias das respostas	Turma A	Turma B
Características dos ácidos e bases	7	16
Associação com o cotidiano	19	46
Respostas confusas	64	42
Não respondeu	4	0

Fonte: autor (2021).

Conforme se pode observar na tabela acima, os participantes, de maneira geral, apresentaram conceitos relacionados ao seu cotidiano, ou respostas confusas. A seguir, tem-se um detalhamento com relação às respostas trazidas pelos estudantes.

A primeira questão buscava saber se o estudante possuía conhecimento sobre o que é um ácido e uma base.

1ª QUESTÃO: Para você, o que é um ácido e uma base? Explique.

Na turma A, dos 20 participantes, foi observado que apenas 2 apresentaram respostas envolvendo características dos ácidos e bases, conforme exemplo abaixo:

"Ácido é quando o pH está abaixo de sete, e a base é quando o pH está acima de sete" (A5)

Nesta mesma turma, também foram observados conceitos confusos, errôneos e 16 afirmaram não saber. Na ocasião, um participante trouxe uma resposta semelhante à observada por Oliveira (2008), na medida em que o estudante fez uma alusão à base ser uma base para o ácido, no sentido de sustentação:

"Ácido é uma substância, e base é uma base para ela" (A2).

Já na turma B, 8 participantes apresentaram conceitos químicos, tais como liberação de íons e OH^-, além de ionização, dissociação, e condução de corrente elétrica. A seguir tem-se alguns exemplos:

"Ácidos são aqueles que sofrem ionização, conduzem corrente elétrica e mudam a cor de certas substâncias. Base também conduz corrente elétrica e sofre dissociação." (B8).

"Ácido é quando um composto é capaz de transferir íons numa reação química, e base é quando a substância libera ânion OH^-."(B15)

"Ácido é quando sofre ionização. Base é quando sofre dissociação."(B2)

A partir da análise das respostas ao questionário para a turma B, nota-se a existência de diferentes concepções para o conceito de ácidos e bases. No entanto, no que se refere às teorias ácido-base, foi observado entre os alunos a compreensão mais comum para estes conceitos que estão associados à teoria de Arrhenius.

Assim, percebe-se que as respostas foram limitadas, podendo concluir que a aprendizagem se dá de forma mecânica, que segundo Cardoso, Silva e Lima (2014), pode estar associado a um modelo de ensino tradicional, ocasionando em um conhecimento decorativo.

Com relação às respostas confusas, alguns exemplos podem ser vistos abaixo: *"Ácido é um composto que transfere íons" (B1).*

"Ácidos e bases são de extrema importância para os seres vivos" (B20).

Embora este seja um conteúdo já visto pelos participantes quando estavam no 1º ano do Ensino Médio, acredita-se que este alto índice de respostas com conceitos errôneos e

confusos pode estar associado ao ano de 2020, com 100% de aulas remotas vivenciadas por eles enquanto estudantes do 2º ano do Ensino Médio, período em que este conteúdo seria novamente ministrado. Devem-se levar em consideração as dificuldades que muitos apresentavam para assistir essa modalidade de aulas, como o acesso à internet e aparelhos adequados, tendo em vista que uma boa parte dos estudantes era da zona rural.

Ressalta-se que a categoria "não respondeu" foi observada apenas na turma A, para um estudante. Com relação à associação com o cotidiano, não houve registro para esta pergunta em ambas as turmas.

No entanto, para a segunda pergunta do questionário, devido a mesma estar relacionada ao dia-a-dia do estudante, nesta foi possível perceber registros na categoria "associação com o cotidiano".

2ª QUESTÃO: Onde podemos encontrar um ácido e uma base? E como eles estão relacionados com a nossa vida?

Aqui, observa-se que os estudantes associaram a produtos de limpeza e alimentos, conforme os exemplos a seguir:

"Ácidos são normalmente encontrados em vinagre e etc. Já a base normalmente é encontrada em produtos de limpeza" (A16).

"Alguns ácidos são encontrados nos alimentos. Podemos encontrar base em produtos de limpeza. Estão relacionados com muitas coisas que fazem parte do nosso dia a dia" (B8).

"Ácido pode ser encontrado no vinagre ou leite. Eles se relacionam com a nossa vida pelo fato de estarem em nosso cotidiano"(B18)

"Coca cola é um ácido" (A15)

Ao analisar as respostas, nota-se que os conhecimentos acerca de ácidos e bases são mais voltados para o ácido. E o fato de associarem a alimentos vai de encontro ao observado por Cardoso, Silva e Lima (2014), em que os alunos conseguiam identificar substâncias ácidas que são ingeridas no dia a dia, porém desconheciam os significados para os conceitos do ponto de vista científico.

Já na categoria "Respostas confusas" foi possível observar a tentativa para a resolução, mas não houve especificidade para o ácido ou para a base, tornando as respostas confusas, tais como *"em algumas frutas, como, por exemplo, a laranja e o limão" (A10)* ou *"podemos encontrar no vinagre ou no leite" (B24).* Além do mais, observou-se também uma quantidade considerável de estudantes que afirmaram não saber, sendo 12 alunos da turma A e 14 da turma B.

3ª QUESTÃO: Para você, o que caracteriza uma substância ácida e/ou básica?

Na turma A, apenas dois estudantes apresentaram respostas, sendo uma associando à eliminação de bactérias e a outra a algo corrosivo.

"O ácido tem capacidade de eliminar bactérias. Básica não sei."(A6)

"O que caracteriza uma substância ácida para mim é algo corrosivo."(A11)

Com relação aos demais estudantes, foi observado que apenas um não respondeu a questão, e 17 não souberam explicar.

Por outro lado, na turma B percebeu-se que os participantes associaram a acidez à escala do pH, ao sabor e a alimentos, conforme exemplo abaixo:

"A escala de pH" (B5)

"Por exemplo, um limão tem ácido e uma banana tem base"(B10)

"Ácido pelo amargo do limão"(B7)

Percebeu-se em dois questionários a tentativa de associar o conceito de substância ácida com o pH, no entanto, os participantes associaram de maneira errada, uma vez que não consideraram o pH = 7 como neutro:

"Com o valor do pH 0 até 7 é considerada ácida. Enquanto que de 7 a 14 é considerada básica" (B3)

"Ácidos são substâncias que variam o pH entre 0 e 7. Básicas varia entre 8 a 14" (B5)

Já o exemplo a seguir corresponde à transcrição de uma resposta considerada confusa, uma vez que o estudante não especificou qual íon e ânion envolvido:

Ácido caracteriza pela transferência de íon. Base caracteriza-se pela liberação de um ânion. (B18).

4 ª QUESTÃO: Como podemos identificar se uma substância é ácida ou básica?

Nesta questão, 3 participantes da turma A apresentaram respostas envolvendo pH. Um exemplo pode ser visto a seguir:

"Através de teste de pH, como o do papel indicador" (A5).

Com relação à associação com o cotidiano foi observada apenas uma resposta:

"Uma substância ácida normalmente é corrosiva algo forte já uma substância básica é mais forte em questão de limpeza"(A6).

Neste exemplo percebe-se que o estudante possui um conhecimento prévio acerca da força dos ácidos, contudo, o estudante levou em consideração somente sua força, classificando-o apenas como forte. No entanto, sabe-se que em termos de força ácida, a mesma se refere à extensão do processo de ionização (TÜMAY, 2016), sendo essa ionização fornecida pelo grau de ionização α, variando entre 0 e 1; assim, quando próximo de 0 é considerado ácido "fraco", e próximo de 1 considerado "forte"; contudo, deve-se levar em consideração a concentração em que ele se encontra (ZAPP et al, 2014). Para Vichi e Chagas (2008), a medida da força de um ácido ou de uma base depende da teoria (reação de neutralização) que se está considerando, de outras circunstâncias relativas ao próprio sistema e às técnicas de medida.

Já ao afirmar que "ácido tem substância química", percebe-se que o estudante traz consigo a ideia de que todo ácido é algo perigoso, o que também foi observado por Oliveira (2008) em seu estudo para avaliar as concepções alternativas dos estudantes sobre ácidos e bases, no qual obteve um índice significativo de respostas relacionado o termo ácido como algo corrosivo, que queima e é prejudicial à saúde.

Ainda nesta mesma turma, 2 estudantes apresentaram respostas confusas, tais como:

"Ácida tem substância química e básica não tem substância química, é mais natural" (A14.)

"Podemos identificar através de comportamentos químicos ou naturais"(A10).

Na turma B foi observado que os 2 estudantes que usaram a escala de pH na questão anterior, a mantiveram em suas respostas, mas dessa vez, especificando os valores da escala, como *"base maior que 7, ácida menor que 7" (B5)*. Apenas um participante usou o termo "potencial hidrogeniônico". Outros dois participantes associaram, de modo geral, ao pH da substância.

Seis participantes trouxeram respostas confusas na turma B. A seguir tem-se dois exemplos:

"A partir da redução do pH" (B20)

"Qualquer substância com valor de pH entre 0 até 7 é considerada ácida, enquanto de pH 7 a 14 é uma base." (B5).

Diante do que foi discutido nesta avaliação diagnóstica, de maneira geral, ficou evidente que alguns estudantes conseguiram relacionar ácidos e bases a algo do cotidiano, além da existência da escala de pH. Quanto às teorias ácido-base, na medida em que abordavam a ionização e dissociação, foi percebida a evidência da teoria de Arrhenius, embora ela não tenha sido mencionada por nenhum estudante.

Assim, podemos concluir que o questionário como instrumento de avaliação diagnóstica contribuiu de maneira satisfatória para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. E, embora tenham sido observados altos índices de respostas insatisfatórias, segundo Carvalho (2013), o erro, é o ponto de partida para a construção do conhecimento.

3.2.Análise das etapas da intervenção didática baseada na experimentação investigativa.

3.2.1. Análise da resolução dos problemas pelos estudantes

Após a aula expositiva dialogada, os estudantes foram organizados em grupos de três componentes, para os quais foram propostos dois problemas, a fim de que eles analisassem e formulassem hipóteses.

Com base nas respostas à questão 4 da avaliação diagnóstica, observou-se que as hipóteses trazidas pelos alunos relacionavam-se à análise do pH. Como foram utilizados materiais de limpeza, eles acreditavam que todos seriam básicos. A seguir tem-se a transcrição de algumas hipóteses dadas por alguns grupos, que para a turma A serão classificados como "GA" e para turma B como "GB":

"Todos os materiais são bases, então o pH vai ficar acima de sete" (GA3)

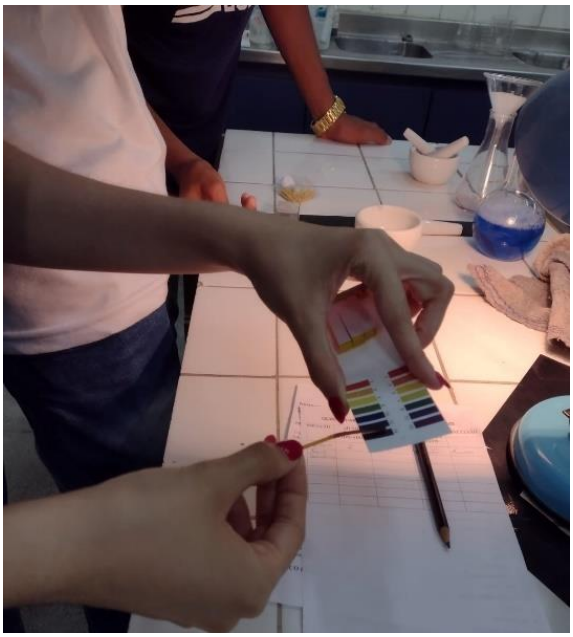
"Acredita-se que vão ter um pH alto" (GA5)

"Podemos testar usando o papel indicador, mas por serem materiais de limpeza é provável que fique acima de 7" (GB4)

Nas resoluções dos problemas, os estudantes durante a experimentação trabalharam em grupos, de maneira colaborativa, sendo evidenciado que o favorecimento das interações sociais é um fator relevante no processo de ensino e aprendizagem (FREIRE, 1996).

Contudo, ao observarem as mudanças de cor no papel indicador para a água sanitária e para o azulim (figuras 9 e 10), por exemplo, notou-se surpresa por parte dos alunos.

Figura 9. Análise do pH da água sanitária usando papel indicador.



Fonte: autor (2021).

Figura 10. Análise do pH do azulim usando papel indicador.

Fonte: autor (2021).

Os estudantes também realizaram testes usando o extrato da flor do hibisco. O esquema 4 mostra o procedimento realizado por eles para sua obtenção.

Esquema 4. Preparo do extrato da flor de hibisco.

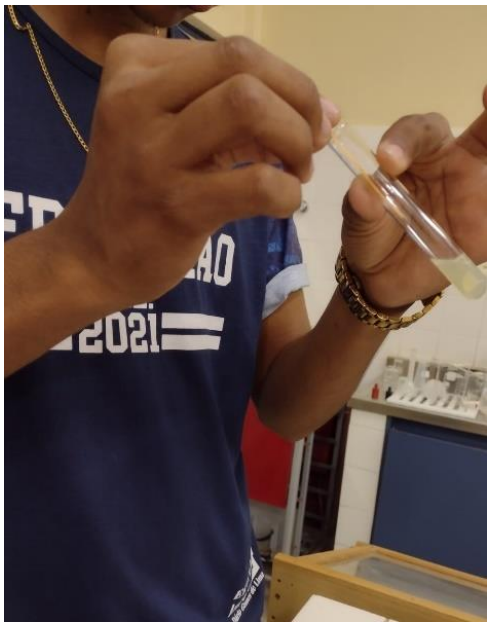
Fonte: autor (2021).

Esta análise, que se baseia na mudança da coloração da solução, teve por objetivo mostrar que através de materiais simples do dia a dia, eles podem também fazer essa identificação. Segundo Palacio, Olguin e Cunha (2012), o extrato da flor de hibisco em substâncias ácidas apresenta coloração rosa. Já em substâncias básicas, tons de verde. A figura 11 mostra os resultados para o azulim, e a figura 12 para a água sanitária.

Figura 11. Análise da amostra com azulim e o extrato do hibisco.

Fonte: autor (2021)

Figura 12. Análise da amostra de água sanitária com o extrato do hibisco.



Fonte: autor (2021).

Neste momento foi também observada a curiosidade por parte dos estudantes quanto à possibilidade do uso de outras flores, e o porquê da ocorrência dessa alteração. Diante desta situação, foi explicado que isso ocorria devido à presença de antocianinas presentes em algumas flores/plantas e outros materiais, que geralmente apresentam cores escuras, como vermelho, roxo ou afim.

Na sequência, o segundo problema consistiu na avaliação do pH de amostras de solo. A seguir tem-se a transcrição de hipóteses trazidas por um grupo da turma A (GA2), e da turma B (GB4).

"Se o solo tiver pH menor que 6, pode ser que isso influencie na plantação e seja o problema dessa família. A gente pode colocar o papel indicador na amostra e vê qual o pH dele" (GA2)

"Como no experimento anterior a gente viu que os materiais de limpeza também podem ser ácidos, pode ser que o descarte esteja influenciando na horta da família. Podemos testar com o papel indicador, ou fazendo aquela solução usando a flor e observar se muda de cor" (GB4).

Assim, nesta etapa os participantes utilizaram a solução indicadora preparada anteriormente, além do papel indicador.

Conforme já mencionado na metodologia, as amostras de solo foram previamente coletadas na horta da referida escola pela professora pesquisadora. No entanto, devido o mesmo está neutro, ele pH foi adulterado pela professora com a adição substâncias ácidas ou básicas. A análise partiu de uma adaptação da metodologia proposta por Antunes e colaboradores (2009) e Yoshioka e Lima (2005), na qual a amostra do solo foi adicionada em água, e a mistura foi agitada, em seguida filtrada. Na figura 13 tem-se a horta de onde foi retirada a amostra. Já a figura 14 mostra o processo de análise do solo.

Figura 13. Horta da escola.

Fonte: autor (2021).

Figura 14. Identificação da acidez e basicidade dos solos.

Fonte: autor (2021).

Os estudantes também utilizaram o extrato preparado anteriormente por eles, e observaram a mudança de cor apresentada para solo ácido ou básico (figura 15).

Figura 15. Análise da acidez e basicidade do solo com o extrato do hibisco.

Fonte: autor (2021).

Forte interação entre os estudantes foi observada em ambas as turmas (A e B), no primeiro problema. Já no momento do segundo problema, houve uma maior interação por parte dos estudantes da turma A, e isso pode estar relacionado ao fato de que sua maioria vive em sítios e estão em contato direto com plantações, portanto, a temática solos acabou gerando curiosidade para eles, sobretudo considerando que era algo vivenciado pelos mesmos.

Contudo, ambas as turmas participaram ativamente na resolução dos problemas, e a experimentação por meio da investigação proporcionou aos alunos a chance de desenvolver a observação, discussão e trabalho em equipe, segundo Araújo e Abib (2003). Além do mais, os participantes consideraram a metodologia proposta facilitadora na compreensão do tema, e os experimentos práticos para realizar, conforme será abordado mais adiante.

3.2.2. Análise da sistematização dos conhecimentos - momento coletivo

Neste momento, os estudantes compartilharam suas conclusões em relação aos problemas propostos. A fim de conduzir esse momento, a professora pesquisadora iniciou com a seguinte pergunta: "os materiais de limpeza limitam-se a serem apenas ácidos ou básicos"? A seguir tem-se a transcrição literal de algumas respostas, e por isso é possível o aparecimento de alguns erros, segundo a língua portuguesa:

"Não, porque a gente observou que a água sanitária é básica e o azulim é ácido porque ficou abaixo de 7 quando a gente mediu o pH no papel."(GA3).

"Não, a gente viu que alguns eram ácidos e outros básicos." (GA5).

"O azulim e o ajax é ácido porque o pH deles ficou abaixo de 7, e a água sanitária é básica porque ficou acima de 7."(GB4).

"O que era azul é ácido e a água sanitária é básica"(GB1).

"Não porque alguns como o azulim e o ajax quando a gente mediu o pH no papel vimos que é ácido, já a água sanitária é básica." (GB6).

O segundo questionamento feito envolveu a cor observada ao ser utilizado o extrato do hibisco. Assim, foi feita a seguinte pergunta: é possível identificar substâncias ácidas ou básicas a partir da mudança de cor? As respostas de alguns grupos estão descritas abaixo:

"Ao colocar as gotas do extrato, alguns ficou rosa e outros ficaram verdes." (GA3).

"Sim, observamos que em alguns produtos ficou rosa, como no ajax, e em outros ficou verde bem claro, como na água sanitária."(GA6)

"Nos produtos que eram ácidos ficou rosa e nos que eram básicos ficou um pouco verde." (GB4).

Ressalta-se que o porquê da mudança de cor em meio ácido ou básico já havia sido discutida no momento do experimento.

Para a segunda situação problema, a questão norteadora das discussões foi: e com relação ao pH do solo, ele pode afetar a plantação? A seguir tem-se alguns trechos de respostas trazidas pelos estudantes.

"Sim, porque dependendo do pH do solo a plantação não vai se desenvolver"(GA2)

"Ele afeta porque vimos que algumas plantações precisam de um solo mais ácido e outras precisam de um solo mais básico e dependendo de como esteja o pH a plantação não vai dá certo."(GA4)

"No problema que a gente analisou vimos que a plantação não ia dá certo porque o solo estava muito ácido, então ele precisaria ser corrigido com uma substância básica." (GB4).

"O solo estava com o pH abaixo do indicado para a plantação" (GB6)

Outro questionamento foi levantando pela professora, que fazia referência às teorias ácido-base estudadas. Assim, foi feita a seguinte pergunta: O que torna ácido ou básico os materiais que vocês analisaram?

"Eles são ácidos por causa do H^+, e os básicos têm OH^-" (GA3)

"A gente viu que o pH tem relação com os íons H^+, então os que eram ácidos tinha íons H^+, e os básicos não, era o outro OH^-. (BG4)"

A partir das transcrições das respostas, observa-se que a teoria de Arrenhius foi a mais compreendida. Também foi possível observar a construção da linguagem científica por parte dos estudantes, na medida em que fazem associação com acidez, pH e correção do solo. Segundo Carvalho (2018), isso é um indicativo de que está ocorrendo a integração entre as ações manipulativas e intelectuais, fazendo parte da experimentação investigativa.

3.2.3. Análise da sistematização individual – avaliação final

As questões analisadas nesta etapa se articulam com os problemas (avaliação final). Na primeira questão, buscou-se saber do estudante qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias, contemplando os problemas experimentais 1 e 2, uma vez que seu objetivo foi identificar se o participante conseguiu fazer a relação entre o caráter ácido, básico ou neutro dos materiais do dia-a-dia, e alguns cuidados são necessários no

manuseio destes materiais, além de sua interferência quando descartados no solo, água, entre outros.

1ª QUESTÃO: Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?

Na turma A dois estudantes não registraram resposta, já na turma B nenhum estudante deixou de responder.

Com relação aos que responderam, tanto na turma A quanto na B, os estudantes, de modo geral, atrelaram suas respostas a cuidados com a saúde. A seguir tem-se dois exemplos:

"Porque dependendo do pH de algumas substâncias, a saúde pode ser afetada por alguns produtos" (A5)

"Para sabermos o que realmente estamos usando, se pode nos prejudicar ou não" (B2).

Contudo, em dois questionários na turma A foram observadas respostas como *"porque é importante"* e *"porque é muito importante para o dia a dia"*, sem especificações do porquê. Um participante da turma A e um da turma B fizeram associação entre acidez, basicidade e pH, contudo, não relacionaram como isso poderia estar associado ao seu cotidiano, portanto, tais respostas também foram classificadas como confusas:

"*para saber se é ácido ou básico*" *(A8)*

"porque dependendo do pH ele pode ser ácido ou básico" (B3)

Contudo, a partir das respostas dos estudantes à questão 1, ao observar que na avaliação diagnóstica poucos estudantes de ambas as turmas não sabiam definir, nem como os ácidos e bases estavam relacionados com sua vida, percebe-se que a partir das atividades desenvolvidas nesta pesquisa o conceito sobre ácidos e bases, bem como pH foi construído.

A segunda questão contemplou o problema 2, e o objetivo foi identificar se o estudante conseguia mobilizar o conhecimento sobre acidez ou basicidade do solo como parâmetro para o desenvolvimento das plantações.

2ª QUESTÃO: Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?

Como resultado, foi observado em ambas as turmas que os estudantes afirmaram a necessidade da haver um pH adequado para a plantação:

"Para a planta se desenvolver, precisa que o solo esteja em um pH correto" (A10)

"Pode influenciar na plantação de alguns alimentos, pois é necessário ter um pH certo para que elas cresçam" (B8)

Na turma A também foi observado que 9 estudantes apresentaram em suas respostas o descarte de materiais ácidos no solo, como *"o descarte indevido de substâncias ácidas pode afetar o solo e suas propriedades" (A5)*, e isso está relacionado ao fato de que estes analisaram a amostra de solo ácido.

A terceira questão também contemplava o problema 2, e seu objetivo era identificar se o estudante conseguia relacionar os conceitos de ácidos e bases, pH no contexto da fertilidade do solo e como descarte de resíduos/rejeitos pode interferir na qualidade do meio ambiente.

3ª QUESTÃO: Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?

Nesta, 4 participantes da turma A e 9 da turma B atrelaram o conhecimento químico à fertilidade dos solos e à preservação do meio ambiente em suas respostas. Dois exemplos podem ser observados abaixo:

"Sabendo o pH de algumas substâncias, podemos evitar o descarte em locais inapropriados para que não afete o solo e nem prejudique a saúde dos humanos e o meio ambiente" (A18)

"o pH irá ajudar a identificar como podemos proceder para manusear certos materiais para que não prejudique a saúde, e também como fazer o descarte" (B10)

Na turma A, foram observadas respostas que continham uma ideia geral, mas sem especificar como o conhecimento químico pode contribuir para a fertilidade do solo, nas respostas *"para saber se o solo é fértil para plantar (A2)"*, e *"para evitar o descarte incorreto" (A8)*, e por isso foram classificadas como respostas confusas. Também foi observado que dois estudantes da turma A e da turma B não responderam essa questão.

Diante do exposto, percebe-se que as respostas dadas pelos estudantes às questões da avaliação final puderam ser agrupadas nas seguintes categorias: características dos ácidos e bases, cuidados com o manuseio e saúde, descarte de materiais, confusas e não respondeu.

A tabela 3 mostra a relação entre o quantitativo de respostas e a respectiva categoria para a turma A e B.

Tabela 3. Síntese da análise da quantidade de respostas dos estudantes da turma A e B com relação à avaliação final.

Categorias das respostas	Turma A	Turma B
Características dos ácidos e bases	**14**	**18**
Cuidados com o manuseio e saúde	**12**	**20**
Descarte de materiais	**16**	**22**
Confusas	**4**	**6**
Não respondeu	**2**	**0**

Fonte: autor (2022).

Por fim, a questão 4 tinha por objetivo avaliar a intervenção didática proposta.

4ª QUESTÃO: Como você avalia a metodologia de ensino adotada para a abordagem do conteúdo de ácidos e bases e pH?

Devido seu objetivo consistir em avaliar a intervenção didática, ela não foi enquadrada em categorias. A seguir tem-se algumas respostas:

"A metodologia usada foi fácil de compreender o tema e os experimentos foram práticos para fazer" (A5)

"Através da metodologia podemos indicar se um componente é ácido ou básico"(A8)

“Sim, porque nos ensina a como saber se a substância é ácida ou básica e a descobrir o pH delas e torna um local melhor de aprender no laboratório”(B4)

“O experimento foi esclarecedor, trouxe conhecimento e tirou muitas dúvidas”(B10)

Considerando todo procedimento experimental, bem como as respostas para a quarta questão da avaliação final, percebe-se que, a intervenção proposta neste trabalho se deu de maneira eficaz, e o problema proposto proporcionou ao aluno experenciar a experimentação investigativa mediante a formulação e o teste de hipóteses sobre o fenômeno em estudo, bem como a discussão dos resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema, segundo Souza e colaboradores (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação dos resultados referentes ao primeiro objetivo específico "identificar e analisar os conhecimentos prévios de estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual sobre ácidos e bases", mostrou que o maior índice de respostas se deu na categoria insatisfatória, o que implica dizer que poucos estudantes conseguiram definir ácidos e bases, e como eles estavam relacionados à vida cotidiana. Nestas em que houve tentativa de resposta, foi observada a existência de diferentes concepções alternativas para o conceito de ácidos e bases; contudo, esse conhecimento é mais voltado para o ácido, geralmente associando a algo perigoso e corrosivo, ou a alimentos.

Ao observar a desenvoltura dos estudantes nas etapas da intervenção didática baseada na experimentação investigativa, ao resolver os problemas propostos, percebe-se também que o nível um de abertura de investigação na atividade proposta foi adequado, conforme Souza e colaboradores (2013), ou seja, com um nível de dificuldade apropriado, de modo que não houvesse desmotivação e desistência da atividade. Assim, os estudantes se mostraram empenhados na resolução dos problemas, e participaram efetivamente da prática proposta, isso porque os problemas foram elaborados de acordo com Carvalho (2013), isto é, levando-se em consideração alguns pontos, tais como a relevância do problema, uma vez que este fazia parte do cotidiano do aluno, além de levar em consideração contexto em que escola está inserida.

A preparação da solução indicadora natural, bem como seu uso para identificar a acidez ou basicidade do solo foi muito significativo para os estudantes, uma vez que a maioria deles vive em zona rural, e dessa maneira, puderam observar a aplicação do conhecimento científico em algo da sua realidade.

Os resultados obtidos na avaliação, correspondente a ultima etapa desta intervenção, foram, de maneira geral, satisfatórios para as duas turmas, ao considerar que na avaliação diagnóstica a maioria dos estudantes de ambas as turmas não sabiam definir, nem relacionar como os ácidos e as bases estão relacionados com o seu cotidiano. Contudo, no decorrer das atividades propostas, percebeu-se que o conhecimento foi sendo construído, a partir de cada etapa realizada. E isto pôde ser observado, por exemplo, no primeiro problema, ao afirmarem que os produtos de limpeza eram básicos, mas ao realizar o experimento perceberam que não se aplica a todos. Além disso, puderam observar que existe um pH ideal para o solo para que a

plantação se desenvolva, e que o descarte incorreto das substâncias pode influenciar no pH de solos e também no meio ambiente.

Portanto, percebe-se que a experimentação investigativa tem potencial para desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas, trabalho em equipe, e promover a construção do conhecimento científico.

Os resultados aqui obtidos podem servir como base para outras possibilidades de investigações para a temática em estudo, levando-se também em consideração os demais trabalhos que exploraram o ensino de química na mesma perspectiva.

Por fim, a realização desta pesquisa culminou na elaboração de um produto educacional (APÊNDICE H) que é de fácil adaptação e reprodutibilidade para professores de química, referente ao conteúdo ácidos e bases, e que busquem uma metodologia que favoreça a participação ativa dos seus alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. C. S. de.; SILVA, Maria. F.C.; LIMA, J. P. L.; SILVA, M. L. S.; BRAGA, C.F.; BRASILINO, M.G.A. Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area4/4CCENDQPEX01.pdf> acesso em: 06/04/21.

ANDRADE, J. C. de. **Química analítica básica: os conceitos ácido-base e a escala de pH.** Revista Chemkeys, Campinas, SP, n. 1, p. 1–6, 2018. DOI: 10.20396/chemkeys.v0i1.9642.

ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do Solo: Determinação com Indicadores Ácido-Base no Ensino Médio. [b]Revista Química Nova na Escola[/b], v. 31, n. 4, p. 283-287, nov., 2009.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, jun. 2003.

ARAUJO, Amanda Caroline Ferreira.; FÉLIX, Maria Elisabeth de Oliveira.; SILVA, Gilberlândio Nunes da. **Relato das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de campina grande**. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2019/TRABALHO_EV134_MD4_SA28_ID901_15102019135448.pdf> acesso em 06/04/21.

ATKINS, P. W. PAULA, J. de. Físico-Química, volume 2. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BACKES, Nêmora Francine; PROCHNOW, Tania Renata. O Ensino de Química Orgânica por meio de Temas Geradores de Discussões: o uso da metodologia ativa World Café. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s02/ficha-213.pdf> acesso em: 10/12/2020.

BARBOSA, Daisy Flávia Souza., MONTEIRO, Joana Menezes Corrêa., MALHEIRO, João Manoel da Silva., ARAÚJO., Marinalva Soares de. **Ensino por Investigação em Ciências: Concepção e Prática na Educação não formal**. Revista Insignare Scientia. Vol. 4, n. 1. Jan/Abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2016.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência centra**l. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.

BRUNING, V.; ZORZI DE SÁ, M. B. Uma Abordagem sobre Ácidos e Bases no Cotidiano: Trabalhando com Atividades Experimentais Investigativas na Educação

Básica. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. V. 1, 2013.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. D.; PRAIA, J. & VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CAREY, F. A.; Química Orgânica, 7ª ed., vol. 1 e 2, AMGH Editora Ltda, Porto Alegre, 2011.

CARDOSO, S.M.B.; SILVA, L.H.B.; LIMA, J.P.M. Concepções alternativas de estudantes da 1º série do ensino médio sobre ácidos e bases investigadas nas ações do PIBID/Química/UFS/São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, A. M. P. (2013) Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765, Dezembro, 2018.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod_resource/content/1/CARVALHO%2C%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGAC%CC%A7A%CC%83O%20-cap%201%20pg%20.pdf> acesso em: 05/10/2020.

CHAGAS, Aécio Pereira. **O ensino de aspectos históricos e filosóficos da Química e as teorias ácido-base do século XX.** Química nova, 23(1) (2000).

Currículo de Pernambuco para o Ensino Médio. Disponível em: <http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/523/CURR%C3%8DCULO_DE_PERNAMBUCO_DO_ENSINO%20M%C3%89DIO%202021_Final.pdf> acesso em: 12/07/21.

DANTAS FILHO,F. F. A.S COSTA, SILVA, G.N. Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico. Holos, ano 33, vol.2; 2017.

Deboer, G. E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In L.B. Flick, & N.G. Lederman (Eds.), Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education (pp. 17–35). Dordrecht, Netherlands: Springer.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FERREIRA, M.V.da.S. **Contribuições das atividades experimentais investigativas no ensino de química da educação básica.** Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, Julho de 2018.

GAMA, M. da S. E AFONSO, J.C. **De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez**. Química Nova na Escola, v. 30, n. 1, p. 232-239, 2007.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, 2009.

GASPAR, A; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. In: Investigações em Ensino de Ciências. v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

LACERDA, C. de C. A contribuição de uma situação-problema na construção dos conceitos de misturas e substâncias. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino em Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989.

LOPES, Toni Jefferson.; XAVIER, Marcelo Fonseca.; QUADRI, Mara Gabriela Novy.; QUADRI, Marintho Bastos. **Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade.** R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, jul-set, 2007.

LÓPEZ O.P.; JIMÉNEZ A.R.; VARGAS F.D. et al. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, Critical Reviews Food Science Nutrition, v.40, n.3, p.173-289, 2000.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. Fundamentos da química do solo. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. 182p. 2002.

MEDEIROS FILHO, F.C.de. **Utilização de adsorvente natural proveniente da cortiça para tratamento de águas.** Monografia. Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – PB, 2018.

MELO, M. S**. A transição entre os níveis – macroscópico, submicroscópico e representacional – uma proposta metodológica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte; PEREIRA, Darling de Lira. **Ensino de química: realidade docente e a importância da experimentação para o processo de aprendizagem.** Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2015/TRABALHO_EV043_MD1_SA12_ID1421_11072015131557.pdf> acesso em: 05/02/2022.

MENEZES, J.M.S. **Atividades experimentais investigativas no ensino de propriedades coligativas: possibilidades para aprender significativamente.** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

Menezes, J. M. S.; Farias, S. A. O Desenvolvimento de Argumentação e Mobilização de Conceitos Químicos por Meio da Atividade Experimental Investigativa. Rev. Virtual Quim. Vol 12.No.1. 223-233. Jan-Fev, 2020.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. Metodologia de pesquisa para o professor pesquisador. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

Mistura de alguns produtos de limpeza pode causar danos à saúde. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0i8R8dgvpMc&t=129s> acesso em: 07/07/21.

MONTEIRO, P.C. RODRIGUES, M.A , SANTIN FILHO, O**.** Experimentos com abordagem **investigativa propostos por licenciandos em Química.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FIILHO, O.; BATISTA, M. C. **Ácidos e bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio.** Revista prática docente. v. 4, n. 1, p. 227-241, jan/jun 2019.

NEWMAN Jr. W. J; ABEL. S. K, HUBBARD. P. D; MC DONALD. J. Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. Journal of Science Teacher Education 15(4), 2004.

NOLLA, Antonio.; ANGHINONI, Ibanor**. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 6, no 1, Jan/Jun 2004.

NUNES, Albino Oliveira.; DANTAS, Josivânia Marisa.; OLIVEIRA, Ótom Anselmo de.; HUSSEIN, Fabiana Roberta G. e Silva. Revisão no Campo: **O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014.** Quím. nova esc. São Paulo-SP, Vol. 38, N° 2, p. 185-196, maio 2016.

OLIVEIRA, Noé de.; Soares., MÁRLON Herbert Flora Barbosa. **As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico.** XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

OLIVEIRA, A.M. **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso.** Dissertação (mestrado). Porto Alegre – RS, 2008.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

PALÁCIO, S.M.; OLGUIN, C.de. F.A.; CUNHA, M.B.da. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. Educación química. Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X, 2012.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T., Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

PEREIRA, Ademir de Souza.; VITURINO, Jaqueline Pereira.; ASSIS, Alice. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química - ReLAPEQ, v.1, n.2, 2017.

QUAGGIO, J. A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2000.

SANTOS, Tâmara N. P.; BATISTA, Santos, Carlos H.; OLIVEIRA, Ana P. C. de.; CRUZ, Maria C. P. **Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica.** Quím. nova esc. – São Paulo-SP, Vol. 40, N° 4, p. 258-266, novembro 2018.

TERCI, D.B.L.; ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? Química nova, São Paulo, v.25, n.4. p. 684-688, 2002.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química Anais do XVIII ENEQ. Santa Catarina, 2016.

ROCHA, G.O. **Ensino de ciências por investigação: desafios e possibilidades para professores de ciências.** (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Goiás. Anápolis- GO, 2017.

SÁ, Eliane Ferreira de.; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro.; AGUIAR JUNIOR, Orlando. **A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação.** Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 79-102, 2011.

SCARPA, D.L.; SASSERON, L.H., SILVA, M.B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. Tópicos Educacionais, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017.

SALESSE, A.M.T**. A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem.** Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira 2012.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. Science Education, v. 89, n.4, p. 634-656, 2005.

SARAIVA, F.A. **Concentração de soluções no ensino médio: o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa. Dissertação (mestrado),** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza 2017.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. Ensaio, v. 17, n. especial, p. 49-57, 2015.

SASSERON, L. H . Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências: a sala de aula Lic. em ciências, módulo 7. São Paulo: USP/Univesp, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 1061–1085. Dezembro, 2018.

Schnetzler, R. P. Alternativas didáticas para a formação docente em Química. In A. Dalben, J. Diniz, L. Leal, & L. Santos. (Orgs.). Coleção Didática e Prática de Ensino (p. 149-166). Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SENRA, C. P.; BRAGA, M. A. B. **Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, **v. 31 n. 1, 2014.**

SILVA, Yuri Miguel da.; BARBOZA, Renata Joaquina de Oliveira., SILVA, Leandro Soares da., FARIAS, Sebastião Lucas de., LIRA., Magadã. **A utilização de um experimento investigativo no ensino de ácidos e bases.** Disponível em: https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvl/uploadsAnais/A-UTILIZA%C3%87%C3%83O-DE-UM-EXPERIMENTO-INVESTIGATIVO-NO-ENSINO-DE-%C3%81CIDOS-E-BASES.pdf> acesso em: 23/08/22.

SILVA, Aline Aparecida Teixeira da.; SILVA, Vinícius Catão.; SILVA, Aparecida de Fátima Andrade da. Análise de uma sequência didática investigativa sobre estequiometria abordando a química dos sabões e detergentes. **Revista Prática Docente**. v. 5, n. 2, p. 1256-1277, mai/ago, 2020.

SILVA JÚNIOR, A.; WARTHA, E. A experimentação e a superação dos obstáculos epistemológicos no processo de compreensão da estrutura da matéria. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 2, p. 144-154, 1 jul. 2011.

SILVA, L. R. R.; VENTURA, B.; ALMEIDA, M. O.; LIMA, N. M. A.; SILVA, K. T.; MAIA, F. J. N.; SAMPAIO, S. G.; BEZERRA, T. T.; GUEDES, I.; RIBEIRO, V. G. P.; MAZZETTO, S. E. **Fraude no Leite: Experimento Investigativo para o Ensino de Química.** Rev. Virtual Quim. Vol 11.No.3. Mai-Jun, 2019.

SILVA, N. A. N.; SILVA, R. R. DA. Aditivos alimentares como tema orientador para a realização de atividades experimentais: uma proposta com alunos da licenciatura em Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 4, p. 58-78, 22 jul. 2020.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Experimentar Sem Medo de Errar**. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.

SILVA, V.G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências. Monografia.** Universidade Estadual Paulista – Unesp Bauru, 2016.

SOUZA, F.L. et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Edusp, 2013.

SOUZA, C.R.de. **Indicadores ácido e base: um ensino por investigação**. Monografia. Belo Horizonte, 2016.

SOUZA, Felipe de Moura.; ARICÓ, Eliana Maria. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. Educacion Quimica, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, 2017.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. Ciência & Cognição. v. 14, p. 50-74, 2009.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em

Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Florianópolis: UFSC, 2009.

TAMIR, P. Pratical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed) Pratical Science. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

UCHÔA, V. T.; CARVALHO FILHO, R. S. M.; LIMA, A. M. M.; ASSIS, J. B. UTILIZAÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS COMO NOVOS INDICADORES NATURAIS ÁCIDO-BASE NO ENSINO DE QUÍMICA HOLOS, vol. 2, 2016, pp. 152-165 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino.** (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2012.

WARTHA, E. J. ; MOTA, J. R ; GUZZI FILHO, N. J. . O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. Educación Química, v. 23, p. 55-61, 2012.

YOSHIOKA, Maria Harumi. LIMA, Marcelo Ricardo de. EXPERIMENTOTECA DE SOLOS, pH DO SOLO. Disponível em: <http://www.sbcs.org.br/wp-content/uploads/2012/09/experimentotecasolos7.pdf> acesso em: 15/05/2021.

APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a), da pesquisa ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÁCIDO-BASE A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA, residente à RUA LINDINALVA NUNES, 611, SÃO CRISTÓVÃO, SERRA TALHADA – PE, CEP: 56903-100, telefone (87) 99656-1538, e-mail: cibellynovaes@gmail.com.

Também participam desta pesquisa como orientadora a prof.ª. IVONEIDE DE CARVALHO LOPES BARROS com contato: (81) 98101-2801, e-mail: ivoneide.lopes@ufrpe.br e como coorientadora a prof.ª. VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA, telefone: (81) 99900-9862.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: A pesquisa tem por objetivo analisar a contribuição de uma sequência didática usando a experimentação investigativa articulada com a resolução de problemas, para uma abordagem sobre o conteúdo da disciplina de química: ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A coleta de dados, de modo geral, ocorrerá na própria sala de aula, e no laboratório da escola, sendo distribuída em cinco aulas com duração de 50 minutos. Ou seja, as aulas corresponderão a cinco momentos pedagógicos, consistindo em: avaliação diagnóstica, proposição e resolução do problema, sistematização dos conhecimentos coletivo, sistematização individual, e avaliação. Nesses momentos serão aplicados questionários, gravação de diálogos e registros fotográficos para posterior análise e descrição do estudo proposto nesta pesquisa.

Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa: A coleta de dados será realizada no quarto bimestre letivo do ano de 2021, na instituição de ensino, sendo previstas.

RISCOS diretos para o responsável e para os voluntários: Embora esta pesquisa envolva ácidos e bases, os ácidos e bases usados não trazem risco à saúde do participante, tendo em vista que são materiais que estão presentes no cotidiano dos envolvidos. Por envolver registros audiovisuais e questionários, os participantes estarão sujeitos a riscos relacionados à desconforto com relação à privacidade, por conta da exposição de imagem, além do tempo e constrangimento para responder as questões, caso considerem difíceis. Assim, algumas medidas serão adotadas frente a esses riscos, tais como assegurar a confidencialidade e a privacidade, bem como a proteção da imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante.
Levando em consideração que a pesquisa ocorrerá de forma presencial, os participantes também estarão sujeitos ao contágio da COVID-19. Contudo, para minimizar os riscos, serão adotadas as medidas de protocolo de segurança estabelecidas pelo estado de Pernambuco e secretaria de Educação. Dessa forma, os grupos serão organizados com até três componentes, mantendo-se a distância de 1,5m entre eles, disponibilização de álcool 70% para higienização das mãos e dos materiais a serem usados, e todos deverão usar máscaras, além dos equipamentos de segurança individual (EPI), como jalecos, luvas e sapatos fechados.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: O participante será capaz de ter autonomia para desenvolver experimentos, perceber que os conceitos estudados não se limitam a apenas conteúdos escolares, mas que estão presente no seu dia-a-dia, podendo também aplica-los em uma situação cotidiana. Além disso, será dado acesso ao(à) participante, dos resultados desta pesquisa, bem como da discussão/avaliação da metodologia aplicada.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, questionários, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 05 anos.

Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento na participação desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br .

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÁCIDO-BASE A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA, como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

_____

Assinatura

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 7 A 18 ANOS

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 7 A 18 ANOS

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a), da pesquisa ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÁCIDO-BASE A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA, residente à RUA LINDINALVA NUNES, 611, SÃO CRISTÓVÃO, SERRA TALHADA – PE, CEP: 56903-100, telefone (87) 99656-1538, e-mail: cibellynovaes@gmail.com.

Também participam desta pesquisa como orientadora a profa. IVONEIDE DE CARVALHO LOPES BARROS com contato: (81) 98101-2801, e-mail: ivoneide.lopes@ufrpe.br e como coorientadora a profa. VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA. Telefone: (81) 99900-9862.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir em participar ou não desta pesquisa. Caso não aceite, não haverá nenhum problema, pois é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: A pesquisa tem por objetivo analisar a contribuição de uma sequência didática usando a experimentação investigativa articulada com a resolução de problemas, para uma abordagem sobre o conteúdo da disciplina de química: ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A coleta de dados, de modo geral, ocorrerá na própria sala de aula, e no laboratório da escola, sendo distribuída em cinco aulas com duração de 50 minutos. Ou seja, as aulas corresponderão a cinco momentos pedagógicos, consistindo em: avaliação diagnóstica, proposição e resolução do problema, sistematização dos conhecimentos coletivo, sistematização individual, e avaliação. Nesses momentos serão aplicados questionários, gravação de diálogos e registros fotográficos para posterior análise e descrição do estudo proposto nesta pesquisa.

Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa: A coleta de dados será realizada no quarto bimestre letivo do ano de 2021, na instituição de ensino, sendo previstas.

RISCOS diretos para o responsável e para os voluntários: Embora esta pesquisa envolva ácidos e bases, os ácidos e bases usados não trazem risco à saúde do participante, tendo em vista que são materiais que estão

presentes no cotidiano dos envolvidos. Por envolver registros audiovisuais e questionários, os participantes estarão sujeitos a riscos relacionados à desconforto com relação à privacidade, por conta da exposição de imagem, além do tempo e constrangimento para responder as questões, caso considerem difíceis. Assim, algumas medidas serão adotadas frente a esses riscos, tais como assegurar a confidencialidade e a privacidade, bem como a proteção da imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante.
Levando em consideração que a pesquisa ocorrerá de forma presencial, os participantes também estarão sujeitos ao contágio da COVID-19. Contudo, para minimizar os riscos, serão adotadas as medidas de protocolo de segurança estabelecidas pelo estado de Pernambuco e secretaria de Educação. Dessa forma, os grupos serão organizados com até três componentes, mantendo-se a distância de 1,5m entre eles, disponibilização de álcool 70% para higienização das mãos e dos materiais a serem usados, e todos deverão usar máscaras, além dos equipamentos de segurança individual (EPI), como jalecos, luvas e sapatos fechados.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: O participante será capaz de ter autonomia para desenvolver experimentos, perceber que os conceitos estudados não se limitam a apenas conteúdos escolares, mas que estão presente no seu dia-a-dia, podendo também aplica-los em uma situação cotidiana. Além disso, será dado acesso ao(à) participante, dos resultados desta pesquisa, bem como da discussão/avaliação da metodologia aplicada.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, questionários, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 05 anos.

Você não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento na participação desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br .

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÁCIDO-BASE A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA, como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	**Nome:**
Assinatura:	**Assinatura:**

APÊNDICE C – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 01 de Novembro de 2021

Assinado por:
ANNA CAROLINA SOARES ALMEIDA
(Coordenador(a))

APÊNDICE D - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

QUESTÕES

1. Para você, o que é um ácido e uma base? Explique.

2. Onde podemos encontrar um ácido e uma base? E como eles estão relacionados com a nossa vida?

3. Para você, o que caracteriza uma substância ácida e/ou básica?

4. Como podemos identificar se uma substância é ácida ou básica?

APÊNDICE E- PRIMEIRO PROBLEMA EXPERIMENTAL

Os materiais de limpeza são produtos químicos essenciais em nosso dia-a-dia. No entanto, devido às propriedades químicas de alguns, é necessário que se tome cuidado~~s~~ ao manuseá-los, uma vez que podem causar queimaduras ou intoxicação, dependendo da natureza da substância e/ou de sua concentração. Como exemplo, podemos citar água sanitária, alvejantes, detergentes, *ajax* e *azulim*. Dentre as propriedades químicas desses materiais pode-se destacar seu caráter ácido ou básico. Com o objetivo de mobilizar os conceitos de ácidos e bases, e dispondo dos materiais relacionados a seguir, como podemos identificar quais destes materiais apresentam comportamento ácido ou básico?

Materiais:

- Papel indicador universal;
- Pétalas de hibisco;
- Álcool;
- Béquer;
- Erlenmeyer;
- Almofariz e pistilo;
- Papel de filtro;
- Funil analítico;
- Água sanitária;
- Detergente;
- Ajax
- Azulim.

APÊNDICE F – SEGUNDO PROBLEMA EXPERIMENTAL

Uma família da zona rural da cidade de Fátima possui em seu quintal uma pequena horta, na qual cultiva alface, cebola, coentro e feijão para seu próprio consumo. No entanto, ela vem observando que sua cultura não está apresentando um desenvolvimento saudável. Sabe-se que esta mesma família costuma utilizar materiais a base de vinagre para limpeza de pisos, e também costuma descartar os resíduos em um local próximo a horta. Nesse contexto, como esta família pode proceder para investigar o problema que vem ocorrendo em sua plantação? Como ela deve proceder para fazer a correção do solo onde cultiva a horta?

Considere os dados:

pH do solo para milho = 6 a 7,2 pH do solo para alface = 6 a 6,8

pH do para hortaliças (feijão, pimentão, alface, cebola, coentro, tomate) = 6,0.

Materiais

- Amostras de solo;
- Béquer;
- Funil analítico;
- Papel de filtro;
- Indicador natural ácido-base;
- Papel indicador universal.

APÊNDICE G AVALIAÇÃO

RESPONDA O QUE SE PEDE ABAIXO:

1. Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?

2. Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?

3. Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?

4. Como você avalia a metodologia de ensino adotada para a abordagem do conteúdo de ácidos e bases e pH?

APÊNDICE H – PRODUTO EDUCACIONAL

INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO

MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA

IVONEIDE LOPES DE CARVALHO BARROS

VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

INTERVENÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO SOBRE ÁCIDO-BASE NO ENSINO MÉDIO

MARIA CIBELLY NOVAES NOGUEIRA
IVONEIDE LOPES DE CARVALHO BARROS
VERONICA TAVARES SANTOS BATINGA

RECIFE
2022

APRESENTAÇÃO

A Química está presente no programa curricular do ensino fundamental e médio, e seu estudo é de grande importância, uma vez que a mesma está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos. Como exemplo, pode-se citar os ácidos e bases. Estes possuem grande aplicação no dia-a-dia, estando presentes em alimentos, medicamentos, produtos de higiene pessoal, produtos de limpeza, inclusive em reações que ocorrem no nosso próprio organismo. No entanto, enquanto conteúdo escolar nota-se que tanto em sala de aula, quanto em artigos que tratam deste tema, os estudantes apresentam dificuldades em compreender os conceitos envolvidos e não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano.

Uma forma de contextualizar o conteúdo, bem como colocar o estudante como ser ativo na construção do seu conhecimento é a experimentação investigativa, uma vez que elas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidade cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno.

Sendo assim, objetivando apresentar aos docentes e pesquisadores da área de ensino uma proposta para trabalhar a temática ácido-base, propõe-se aqui uma intervenção didática baseada na experimentação investigativa para abordagem de ácidos e bases, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que poderá ser desenvolvida usando materiais alternativos e de baixo custo.

A intervenção didática foi organizada em cinco momentos pedagógicos consistindo em oito aulas, com atividades que abarcam os conteúdos de ácido e base, a partir da identificação de substâncias ácidas e básicas e análise do pH de amostras de solos.

Esta intervenção é um produto educacional desenvolvido durante o curso de mestrado profissional em química em rede nacional – PROFQUI- UFRPE, de modo a ser utilizada por professores no âmbito do ensino de Ciências da Natureza da educação básica, especialmente no Ensino de Química.

No decorrer deste produto educacional são apresentadas características da experimentação investigativa, formas de aplicação e possíveis contribuições que este material didático poderá trazer para a prática educacional.

Portanto, esperamos que este produto educacional possa contribuir com o planejamento de suas aulas e para a melhoria do ensino de Química na educação básica.

Sua reprodução é livre, desde que os autores sejam referenciados, podendo ser adaptada à sua realidade escolar.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....5
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA.....7
DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA.....9
PRIMEIRO MOMENTO: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....10
SEGUNDO MOMENTO: PROPOSIÇÃO DOS PROBLEMAS.....12
TERCEIRO MOMENTO: RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS PELOS ....
ESTUDANTES.....14
QUARTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS
CONHECIMENTOS.....17
(MOMENTO COLETIVO).....17
QUINTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS
CONHECIMENTOS/AVALIAÇÃO(MOMENTO INDIVIDUAL).....18
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....23

INTRODUÇÃO

A experimentação no Ensino de Química se constitui em uma estratégia capaz de melhorar o entendimento de conceitos químicos (MONTEIRO et. al, 2019). De acordo com Guimarães (2009), ela permite a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, auxiliando o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos, permitindo a formaçãoe o desenvolvimento do pensamento analítico (SILVA, MACHADO, TUNES, 2013).

Contudo, a maneira de organizar uma atividade experimental baseada em aspectos do ensino por investigação é muito diferente da atividade experimental tradicional (SOUZA etal, 2013). Neste caso, o experimento é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações, visto que o experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, mas busca um avanço para a construção do pensamento químico (CARVALHO etal, 1999). De acordo com Souza e colaboradores (2013), as atividades experimentais investigativas devem partir de problemas que possam interessar os alunos a participar da investigação, na qual eles irão buscar informações, propor hipóteses sobre o fenômeno em estudo, testar tais hipóteses, elaborar explicações, e também discutir os resultados para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Enquanto conteúdo escolar, os conceitos de ácidos e bases, bem como o pH são uns dos assuntos abordados no Ensino Médio (ANTUNES et al, 2009). No entanto, mesmo diante de sua relevância, raramente estão relacionados a outras áreas do conhecimento e com a própria vivência do estudante e, na maioria das vezes, sua aplicação e importância não são contextualizadas e os alunos acabam por considerar o conteúdo sem sentido já que não conseguem estabelecer relações com o seu cotidiano, passando apenas a memorizar os conceitos e as fórmulas matemáticas ensinadas (ANTUNES, PACHECO, GIOVANELA; 2008).

Ao analisar estudos publicados sobre a temática em questão, foi constatado que os estudantes apresentavam uma ideia superficial e decorada dos conceitos ácido-base, não conseguindo correlacioná-los com suas vidas, e/ou concepções simplistas, fazendo associações ao poder corrosivo e ao sabor característico dos ácidos, e com desconhecimento dos significados para os conceitos do ponto de vista científico (FIGUEIRA et al; 2009); (FIGUEIRA e ROCHA; 2011); (OLIVEIRA, 2008); (CARDOSO, SILVA E LIMA; 2014).

Este fator reforça a necessidade de ensinar química a partir das relações entre o conceito

científico e o cotidiano (CARDOSO, SILVA, LIMA; 2014). Uma forma é a partir do uso da experimentação investigativa. Nesta, o experimento é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações, resolvendo problemas, visto que o experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados (CARVALHO et al, 1999).

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

De acordo com Souza e colaboradores (2013), a experimentação investigativa parte de problemas que possam interessar os alunos a participar da investigação, na qual eles irão buscar informações, propor e/ou testar hipóteses, elaborar explicações sobre o fenômeno em estudo, e também discutir os resultados em grupos para a elaboração de conclusões acerca do problema.

Para Carvalho (2018), o problema se torna importante em atividades experimentais introdutoras de conceitos ou sistematizadoras de dados que levarão a leis quando se procura relações entre outros conceitos já aprendidos. Ele introduz nova proposta teórica e muitas outras estruturas científicas que devem ser postas na aprendizagem das Ciências. Assim, um bom problema, nas aulas experimentais, é aquele que dá condições para que os alunos passem das ações manipulativas às ações intelectuais, partindo da elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica, até a construção de explicações causais e legais, como conceitos e leis. Além disso, o uso da experimentação investigativa possibilita ao aluno desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe e do senso crítico (SUART, 2008).

Considerando a realização da experimentação investigativa, Carvalho (2013) propõe quatro etapas, conforme mostrado na figura abaixo.

Etapas para a experimentação investigativa.

Fonte: adaptado de Carvalho (2013).

A primeira consiste na apresentação de um problema com o objetivo de introduzir os alunos no tópico desejado e oferecer condições para que pensem e trabalhem com variáveis

relevantes do fenômeno científico do conteúdo programático, além do fornecimento de materiais para a sua resolução, o qual deve ser intrigante para despertar a atenção dos alunos e de fácil manejo. Em seguida, tem-se a resolução do problema pelos alunos; na qual as ações manipulativas dos alunos dão condições de levantarem hipóteses e testá-las, sendo que o professor tem o papel de verificar se os grupos entenderam o problema proposto e deixá-los trabalhar. A terceira etapa corresponde à sistematização dos conhecimentos elaborados em grupo, por meio de um debate entre professor e aluno, em que os estudantes expõem suas respectivas soluções e todo o processo que os levou a chegar às suas conclusões sobre determinado problema. Por fim, tem-se a etapa que congrega a sistematização individual do conhecimento de cada estudante, que consiste em uma avaliação, que em geral é escrita.

Na experimentação investigativa, segundo Oliveira e Soares (2010), a partir de situações simples, busca-se discutir conceitos prévios e suscitar dúvidas com relação aos mesmos, iniciando assim, uma discussão na direção de uma aprendizagem mais significativa, esse tipo de atividade permite ao aluno fazer inferências que os possibilitem encontrar soluções para a situação problemática inicial proposta pelo professor, construindo assim o seu conhecimento escolar.

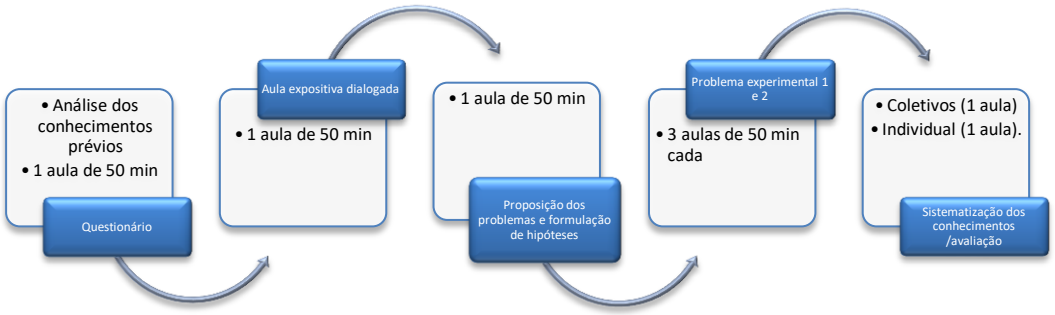
Portanto, conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, pode auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes (SOUZA et al, 2013).

DESENVOLVIMENTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Esta intervenção didática baseou-se na experimentação investigativa, trazendo elementos do ensino por investigação, proposta por Carvalho (2013).

Ela foi dividida em cinco momentos pedagógicos, sendo eles: avaliação diagnóstica; proposição dos problemas; resolução do problema pelos estudantes; sistematização dos conhecimentos (momento coletivo) e sistematização dos conhecimentos/avaliação (momento individual).

Para isso, foram utlizadas 8 aulas, de 50 minutos cada. O esquema abaixo traz uma síntese das atividades realizadas.



Apresentamos a seguir as etapas desenvolvidas.

PRIMEIRO MOMENTO: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Número de aulas de 50 minutos: 2.

Objetivo

Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre ácidos e bases.

Metodologia

Aplicação de uma avaliação diagnóstica, consistindo em um questionário impressocomposto por quatro questões abertas que tratem sobre atemática em estudo. Em seguida, o professor realizará uma aula expositiva dialogada, a fim de introduzir os conceitos sobre ácidos e bases, bem como suas propriedades, medidas de pH, além das teorias ácido-base de Arrhenius, de Bronsted-Lowry e de Lewis.

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

QUESTÕES

1. PARA VOCÊ, O QUE É UM ÁCIDO E UMA BASE? EXPLIQUE.

2. ONDE PODEMOS ENCONTRAR UM ÁCIDO E UMA BASE? E COMO ELES ESTÃO RELACIONADOS COM A NOSSA VIDA?

3. PARA VOCÊ, O QUE CARACTERIZA UMA SUBSTÂNCIA ÁCIDA E/OU BÁSICA?

4. COMO PODEMOS IDENTIFICAR SE UMA SUBSTÂNCIA É ÁCIDA OUBÁSICA?

Para a análise das respostas dos alunos a este questionário, foram adotadas as categorias de análise segundo Cardoso, Lima e Silva (2014). Desse modo, as respostas foram categorizadas

como: Respostas confusas, Associação com o cotidiano, Características de ácidos e bases, e Não respondeu, conforme mostrado no quadro abaixo.

Critérios de análise das respostas dos estudantes referentes ao questionário da avaliação diagnóstica.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
Características dos ácidos e bases	Respostas que apresentem conceitos químicos, como liberação de H^+ em meio aquoso, para os ácidos, ou OH^-, para as bases, ou pH, corrosão, sabor.
Associação com o cotidiano	Respostas que apresentem relação com o cotidiano, como suas aplicações.
Respostas confusas	Respostas em que os alunos apresentem conceitos errôneos, ou respostas confusas, ou que haja apenas "sim" ou "não", ou 'não sei".
Não respondeu	Se não houver registro de resposta.

Fonte: adaptado de Cardoso, Lima e Silva (2014).

SEGUNDO MOMENTO: PROPOSIÇÃO DOS PROBLEMAS

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Apresentar dois problemas, para que os participantes possam analisar o problema e propor hipóteses para ele.

Metodologia

O professor pode realizar a formação de pequenos grupos, e em seguida, apresentar os dois problemas, que deverão ser resolvidos por todos os grupos. Com o intuito de contextualizar o primeiro problema, pode-se exibir o vídeo intitulado "A mistura de alguns produtos de limpeza pode causar danos à saúde" (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0i8R8dgvpMc&t=129s).

Na sequência deve apresentar as situações-problema.

PRIMEIRO PROBLEMA EXPERIMENTAL

OS MATERIAIS DE LIMPEZA SÃO PRODUTOS QUÍMICOS ESSENCIAIS EM NOSSO DIA-A-DIA. NO ENTANTO, DEVIDO ÀS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE ALGUNS, É NECESSÁRIO QUE SE TOME CUIDADOS AO MANUSEÁ-LOS, UMA VEZ QUE PODEM CAUSAR QUEIMADURAS OU INTOXICAÇÃO, DEPENDENDO DA NATUREZA DA SUBSTÂNCIA E/OU DE SUA CONCENTRAÇÃO. COMO EXEMPLO, PODEMOS CITAR ÁGUA SANITÁRIA, ALVEJANTES, DETERGENTES, AJAX E AZULIM. DENTRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DESSES MATERIAIS PODE-SE DESTACAR SEU CARÁTER ÁCIDO OU BÁSICO. COM O OBJETIVO DE MOBILIZAR OS CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES, E DISPONDO DOS MATERIAIS RELACIONADOS A SEGUIR, COMO PODEMOS IDENTIFICAR QUAIS DESTES MATERIAIS APRESENTAM COMPORTAMENTO ÁCIDO OU BÁSICO?

MATERIAIS:

- PAPEL INDICADOR UNIVERSAL;
- PÉTALAS DE HIBISCO;
- ÁLCOOL;
- BÉQUER;
- ERLENMEYER;
- ALMOFARIZ E PISTILO;
- PAPEL DE FILTRO;
- FUNIL ANALÍTICO;
- ÁGUA SANITÁRIA;
- DETERGENTE.

Ressalta-se que o professor poderá realizar ajustes, caso necessário, de acordo com o perfil dos seus alunos e realidade escolar.

Os estudantes deverão analisar os problemas e propor hipóteses. Para isso, é importante que o professor forneça um tempo de pelo menos 20 minutos.

TERCEIRO MOMENTO: RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS PELOS ESTUDANTES

Número de aulas de 50 minutos: 3.

Objetivo

Testar experimentalmente as hipóteses trazidas pelos estudantes para a resolução dos problemas.

Metodologia

Inicialmente o professor deverá coletar duas amostras de solos, e adulterar seu pH adicionando substâncias ácidas em uma, como vinagre, e no outro uma base, como soda caustica.

Em seguida, o professor irá disponibilizar os materiais necessários para a experimentação, e os estudantes, em grupos, irão testar suas hipóteses.

A experimentação poderá ser realizada no laboratório da escola ou emalgum espaço alternativo. Também deve ser fornecida uma tabela, a fimde auxiliar os estudantes na resolução do problema.

Materiais para a aula experimental

Como esta investigação se enquadra no nível um de abertura, o professor pode orientar na resolução do problema. Sendo assim, os estudantes irão usar papel indicador para observar o valor do pH, e preparar o extrato do hibisco para usar como solução indicadora natural.

A preparação da solução seguirá a metodologia proposta por Palácio, Olguin e Cunha (2012). Segundo estes autores, ao adicionar a solução em meio ácido, ficará rosa; em meio básico, verde.

A seguir tem-se um esquema resumindo o processo:

Preparo do extrato da flor de hibisco

Tabela para auxiliar na resolução do problema.

MATERIAL	COR ANTES DA ADIÇAO DO EXTRATO	COR APÓS A ADIÇAO DO EXTRATO	VALOR DO PH NO PAPEL INDICADOR	CONCLUSÃO

Após testarem experimentalmente suas hipóteses, os estudantes podem compartilhar e confrontarem suas observações e conclusões, além de expor suas dúvidas na sistematização coletiva dos conhecimentos, que corresponde ao quarto momento pedagógico.

Neste momento, para analisar o desenvolvimento da atividade, o professor poderá levar em consideração as ações envolvendo as interações sociais entre os alunos, alunos e professor-pesquisador, alunos e materiais disponíveis, capacidade de argumentação, construção da linguagem científica e a elaboração e teste de hipóteses.

QUARTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS (MOMENTO COLETIVO)

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Discutir e socializar o que foi vivenciado na resolução do problema.

Metodologia

Em sala de aula, o professor irá convidar todos os grupos, por meio deum debate entre professor e aluno, a compartilhar o que foi observado no experimento, apresentando os dados registrados na tabela fornecida anteriormente, suas explicações e justificativas com base no conhecimento químico, sempre acompanhada da mediação do professor no debate.

Este debate pode ser iniciado a partir das seguintes questões norteadoras:

1. *Os materiais de limpeza limitam-se a serem apenas ácidos ou básicos?*
2. *É possível identificar substâncias ácidas ou básicas a partir da mudança de cor?*
3. *Com relação ao pH do solo, ele pode afetar a plantação?*
4. *O que torna ácido ou básico os materiais que vocês analisaram?*

QUINTO MOMENTO: SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS/AVALIAÇÃO (MOMENTO INDIVIDUAL).

Número de aulas de 50 minutos: 1.

Objetivo

Promover a construção pessoal do conhecimento.

Metodologia

Em sala de aula, e de forma individual, o professor deve solicitar aos alunos que respondam um questionário, que foi estruturado em três questões, e devolverem ao término.

Nesta avaliação é importante o professor priorizar o caráter formativo, ou seja, obedecer aos princípios do ensino por investigação.

RESPONDA O QUE SE PEDE ABAIXO:

1. **Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?**
2. **Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?**
3. **Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?**

O quadro a seguir relaciona as questões da avaliação, acrescidos dos objetivos de cada uma delas e a articulação apropriada com os problemas propostos.

Questões da avaliação.

QUESTÃO	OBJETIVO	ARTICULAÇÃO COM OS PROBLEMAS
Q1. Qual a importância de se determinar e saber o pH dos materiais e substâncias?	Identificar se o estudante consegue relacionar que muitos dos materiais que usamos no dia a dia podem apresentar caráter ácido, básico ou neutro, e por isso alguns cuidados são necessários no manuseio destes materiais, como por exemplo, os de limpeza. Além de sua interferência quando descartados no solo, água, entre outros.	Problema experimental 1.
Q2. Qual a relação que pode existir entre acidez, basicidade e os solos?	Identificar se o estudante consegue mobilizar o conhecimento sobre acidez ou basicidade do solo como parâmetro para o desenvolvimento das plantações.	Problema experimental 2.
Q3. Como o conhecimento da Química pode contribuir para o conhecimento da fertilidade do solo e preservação do meio ambiente?	Identificar se o estudante consegue fazer a relação entre conceitos de ácidos e bases, pH no contexto da fertilidade do solo e como descarte de resíduos/rejeitos pode interferir na qualidade do meio ambiente.	Problema experimental 2.

Fonte: autor (2022).

Para avaliar este momento, o professor poderá fazer um comparativo com as respostas obtidas no levantamento dos conhecimentos prévios e com as respostas dadas pelos alunos nesta avaliação, uma vez que as perguntas desta contemplam as ideias que foram abordadas no questionário inicial.

O professor também poderá agrupar as respostas nas seguintes categorias: características dos ácidos e bases, cuidados com manuseio e saúde, descarte de materiais, confusas e não respondeu.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação desta intervenção didática se deu após a aplicação deste produto educacional em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de escola pública localizada no sertão pernambucano.

A análise dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes da pesquisa mostrou que, embora o maior índice de respostas tenha se dado na categoria associação com o cotidiano, na maioria dos casos foi observado que elas apresentavam conceitos errôneos, e vagos, tais como "coca-cola é um ácido", "ácido é uma substância, e base é uma base para ela", o que implica dizer que poucos estudantes conseguiram definir ácidos e bases, e como eles estavam relacionados à vida cotidiana. Nestas em que houve tentativa de resposta com ideias mais acertadas, foi observada a existência de diferentes concepções alternativas para o conceito de ácidos e bases; contudo, esse conhecimento é mais voltado para o ácido, geralmente associando a algo perigoso e corrosivo, ou a alimentos.

Com relação à resolução dos problemas, os estudantes se mostraram empenhados, e participaram efetivamente da prática proposta, isso porque os problemas foram elaborados de acordo com Carvalho (2013), isto é, levando-se em consideração alguns pontos, tais como a relevância do problema, uma vez que este fazia parte do cotidiano do aluno, além de levar em consideração contexto em que escola está inserida.

A preparação da solução indicadora natural, bem como seu uso para identificar a acidez ou basicidade do solo foi muito significativa para os estudantes, uma vez que a maioria deles vive em zona rural, e dessa maneira, puderam observar a aplicação do conhecimento científico em algo da sua realidade.

Os resultados obtidos na avaliação, correspondente a ultima etapa desta intervenção, foram, de maneira geral, satisfatórios para as duas turmas, ao considerar que na avaliação diagnóstica a maioria dos estudantes de ambas as turmas não sabiam definir, nem relacionar como os ácidos e as bases estão relacionados com o seu cotidiano. Contudo, no decorrer das atividades propostas, percebeu-se que o conhecimento foi sendo construído, a partir de cada etapa realizada. E isto pôde ser observado, por exemplo, no primeiro problema, ao afirmarem que os produtos de limpeza eram básicos, mas ao realizar o experimento perceberam que não se aplica a todos. Além disso, puderam observar que existe um pH ideal para o solo para que a

plantação se desenvolva, e que o descarte incorreto das substâncias pode influenciar no pH de solos e também no meio ambiente.

Portanto, percebe-se que a experimentação investigativa tem potencial para desenvolver nos estudantes a capacidade de resolver problemas, trabalho em equipe, e promover a construção do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do Solo:

Determinação com Indicadores Ácido-Base no Ensino Médio. [b]Revista Química Nova na Escola[/b], v. 31, n. 4, p. 283-287, nov., 2009.

CARDOSO, S.M.B.; SILVA, L.H.B.; LIMA, J.P.M. Concepções alternativas de estudantes da 1º série do ensino médio sobre ácidos e bases investigadas nas ações do PIBID/Química/UFS/São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, A. M. P. (2013) Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765, Dezembro, 2018.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, v.31, n. 3, 2009.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FILHO, O.; BATISTA, M. C. Ácidos e

bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio. Revista prática docente. v. 4, n. 1, p. 227-241, jan/jun 2019.

OLIVEIRA, A.M. **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso.** Dissertação (mestrado). Porto Alegre – RS, 2008.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. Ciência & Cognição. v. 14, p. 50-74, 2009.

PALÁCIO, S.M.; OLGUIN, C.de. F.A.; CUNHA, M.B.da. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. Educación química. Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X, 2012.

SALESSE, A.M.T. A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira 2012.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS,

W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.

SOUZA, F.L. et al. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. São Paulo: Edusp, 2013.