



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

BRENDA PAULA VALERIO MIRANDA DA SILVA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DOS CONCEITOS DE
ÁCIDO E BASE EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

2022 - Recife

BRENDA PAULA VALERIO MIRANDA DA SILVA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DOS CONCEITOS DE
ÁCIDO E BASE EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciada em Química.
Orientadora: Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga

2022 - Recife

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)

S586s Silva, Brenda Paula Valerio Miranda da
SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DOS CONCEITOS DE ÁCIDO E BASE
EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO / Brenda Paula Valerio Miranda da Silva. - 2022.
58 f.

Orientadora: Veronica Tavares dos Santos Batinga.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2022.

1. Ácido-base. 2. Ensino por investigação. 3. Experimentação Investigativa. 4. Ensino de Química. 5.
Ensino Médio. I. Batinga, Veronica Tavares dos Santos, orient. II. Título

CDD 540

BRENDA PAULA VALERIO MIRANDA DA SILVA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DOS CONCEITOS DE
ÁCIDO E BASE EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga – UFRPE
Presidente e orientadora

Profa. Dra. Flávia Christiane Guinhos de Menezes Barreto Silva – UFRPE
1ª Examinadora

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto – UFRPE
2º Examinador

2022 - Recife

*Porque dele, e por meio dele, e para ele são todas as coisas. A
Ele, pois, a glória eternamente. Amém!*
(Romanos 11:36)

AGRADECIMENTOS

A Deus, antes de tudo, pois sem Ele nada seria e nada poderia fazer. Pelo seu infinito amor e misericórdia que me fizeram chegar aqui, pela força para seguir em frente mesmo quando tudo parecia impossível, por me conduzir e guiar os meus passos todos os dias, e pela sua graça que me salvou.

Ao meu marido, Lucas Martins, presente de Deus na minha vida, pelo apoio e incentivo, por sempre acreditar em mim e ser pilar durante essa caminhada.

Aos meus pais, Valéria Miranda e Wagner Valerio, a quem amo incondicionalmente, por toda educação, sabedoria, amor, conselhos e sacrifício dedicado por tantos anos para que eu pudesse chegar até aqui.

A minha irmã, Bianka Gabriela, meu maior exemplo de disciplina e determinação, por todos os conselhos, palavras de amor e incentivo.

A meus avós maternos, Laurister e João, amores da minha vida, e minha tia Viviane, por todo amor e carinho, por serem meus maiores incentivadores.

Aos meus sogros, Samuel e Lêda, ao meu cunhado Silas, sua esposa Rita, à minha cunhada Isabela, por todo amor, conselhos e orações.

Aos amigos que a universidade me proporcionou, Carla Jasmine, Alane Leite, Raiane Alves, Ana Beatriz, Severino Marcelino, Hélder Souza, Rebeca Rosa e Gabriel Marques. Sem eles, com certeza, não teria vivido experiências ímpares que me fizeram chorar, sorrir, me desesperar, mas acima de tudo amadurecer.

Aos meus amigos do Ensino Médio: João Albuquerque e Mikaely Araújo, À toda Igreja Batista Missionária, em especial meus amigos: Matheus, Débora, Lydi, Juliana, Camila, Bruno, Rodrigo, Marina, Caio e Larissa obrigada por todo amor, apoio, incentivo e alegrias que vivemos juntos. Amo vocês.

Agradeço também à minha orientadora, professora Dra. Verônica Tavares Santos Batinga por todo apoio, orientação e paciência.

Por fim, agradeço a todos os professores que foram essenciais durante o caminho percorrido, em especial: Giselle Nanes, Helaine Sivini, Ruth Firme, José Euzebio Simões, Tiago Veras, André Lavorante e Manoel de Farias.

RESUMO

Esse trabalho analisa o desenvolvimento de uma sequência didática investigativa (SDI) sobre ácido-base, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que objetiva propiciar a participação ativa dos alunos e auxiliá-los nas dificuldades de aprendizagem sobre estes conceitos, enfrentadas no período da Pandemia da COVID 19. A sequência foi desenvolvida considerando algumas etapas do ensino por investigação, tais como: apresentação e resolução de um problema contextualizado, elaboração de hipóteses, buscar a passagem da ação manipulativa para a intelectual, com relação ao processo de construção do conhecimento e resolução de problemas pelos estudantes, e a construção de novas explicações para resolução do problema. As atividades planejadas se constituíram como instrumento de coleta de dados, e as produções dos estudantes como registro para análise dos dados, que foram analisados com base em categorias analíticas, elaboradas a partir do conhecimento químico sobre ácido e base, e aspectos do ensino por investigação. Os resultados apontam que a maioria dos estudantes apresentou uma compreensão mais embasada no conhecimento científico escolar, acerca dos conceitos trabalhados durante e após o desenvolvimento da SDI. Conclui-se que a utilização de uma sequência didática investigativa para abordar o tema de ácido e base, configurou-se como uma estratégia didática eficiente para o processo de construção do conhecimento pelos estudantes, em aulas de Química.

Palavras-chave: Ácido-base. Ensino por investigação. Experimentação investigativa. Ensino de Química. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work analyzes the development of an investigative didactic sequence (SDI) on acid-base, aimed at students of the 3rd year of high school, which aims to promote the active participation of students and help them in learning difficulties about these concepts, faced in the period of the COVID 19 Pandemic. The sequence was developed considering some stages of research teaching, such as: presentation and resolution of a contextualized problem, elaboration of hypotheses, seeking the passage from manipulative to intellectual action, in relation to the construction process knowledge and problem solving by students, and the construction of new explanations to solve the problem. The planned activities were constituted as a data collection instrument, and the students' productions as a record for data analysis, which were analyzed based on analytical categories, elaborated from the chemical knowledge about acid and base, and aspects of teaching by investigation. . The results show that most students had an understanding more grounded in school scientific knowledge, about the concepts worked during and after the development of SDI. It is concluded that the use of an investigative didactic sequence to address the topic of acid and base, was configured as an efficient didactic strategy for the process of knowledge construction by students, in Chemistry classes.

Keywords: Acid-base. Teaching by investigation. Investigative Experimentation. Chemistry teaching. High school.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
3.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (EPI)	22
3.1.1 O papel do professor no ensino por investigação	25
3.1.2 O papel do estudante no ensino por investigação	27
3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)	27
3.3 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA (EI)	29
3.3.1 Papel do Professor e dos Estudantes na Experimentação Investigativa	31
3.4 ÁCIDOS E BASES	32
4 METODOLOGIA	35
4.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA	35
4.2 ETAPA 1: ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA	35
4.3 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA	36
4.4 ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS: REFERE-SE AO PRIMEIRO OBJETIVO DE PESQUISA	43
5.2 ANÁLISE DAS AÇÕES E RESPOSTAS DOS ALUNOS NAS ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: REFERE-SE AO SEGUNDO OBJETIVO DE PESQUISA	45
5.3 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA RETOMADA DO PROBLEMA: REFERE-SE AO SEGUNDO OBJETIVO DE PESQUISA	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTSA	Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EPI	Ensino por Investigação
SEI	Sistema de Ensino por Investigação
SDI	Sequência Didática Investigativa
EI	Ensino por Investigação
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
G6	Grupo 6
P	Problema Proposto
R	Resposta do Problema
pH	Potencial Hidrogeniônico
RS	Resposta Satisfatória
RPS	Resposta Pouco Satisfatória
RI	Resposta Insatisfatória
NR	Não Respondeu

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Elementos síntese dos artigos encontrados.....	16
Quadro 2: Síntese de temas e conteúdos presentes nos estudos empíricos....	18
Quadro 3: Objetivos, sujeitos e contexto da pesquisa dos estudos empíricos.	19
Quadro 4: Síntese das atividades da sequência didática.....	36
Quadro 5: Problema Proposto.....	37
Quadro 6: Espelho de resposta do problema.....	37
Quadro 7: Categorias de análise das respostas dos alunos aos problemas propostos	41
Quadro 8: Síntese da análise das questões a partir das concepções prévias..	45
Quadro 9: Síntese da análise das questões do roteiro experimental.....	49
Quadro 10: Síntese da análise das questões na retomada do problema.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do EPI.....	24
Figura 2: Propriedades dos ácidos e bases.....	33
Figura 3: Reação de neutralização em meio aquoso.....	34
Figura 4: Aula expositiva dialogada.....	38
Figura 5: Roteiro Experimental.....	40

1 INTRODUÇÃO

Quando observamos a maneira tradicional de ensino é possível perceber que os estudantes são condicionados a receber e memorizar informações, para serem utilizadas em exames avaliativos, que visam mostrar, por meio de uma nota, o quanto conseguiram memorizar de determinado conteúdo. Nessa prática, ainda comumente encontrada em muitas escolas, o ensino volta-se às atividades em que o professor se torna o agente protagonista, cabendo aos estudantes o papel de ouvintes e espectadores, que registram e acompanham um raciocínio já desenvolvido pelo professor (SASSERON, 2013).

Diante da minha vivência em sala de aula na universidade foi possível notar que a adoção, quase exclusiva, do modelo tradicional de ensino resulta, muitas vezes, em alunos desestimulados que compreendem a Química como uma Ciência abstrata, e distante do seu contexto social. As aulas teóricas de Química sem a contextualização, aplicação do conhecimento e percepção macroscópica, objetiva a mera transmissão de conceitos a serem memorizados. Essa realidade corrobora com o que afirma Sasseron (2018), quando diz que há mais a se ensinar do que aquilo que o professor é capaz de apresentar e reproduzir em quadros, e há mais a se aprender do que aquilo que os alunos registram em suas memórias e cadernos.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é necessário que a Educação Básica, em especial a área de Ciências da Natureza, comprometa-se com a alfabetização científica da população, pois ainda é possível perceber que muitas pessoas não conseguem resolver problemas do cotidiano com base em conhecimentos e procedimentos científicos. Dessa forma, o desenvolvimento do pensamento e de habilidades científicas contribui para que os alunos possam reelaborar seus próprios conhecimentos, mobilizar os conhecimentos científicos em situações necessárias do cotidiano, e identificar as limitações e potencialidades da Ciência em situações reais (BRASIL, 2017).

Nessa direção, o uso da abordagem didática por investigação pode ser trabalhada em aulas de Ciências e Química do Ensino Médio, pois pode contribuir para que os estudantes desenvolvam algumas habilidades, como: identificar e resolver problemas, formular questões, elaborar e testar/confrontar hipóteses, elaborar argumentos e explicações e sistematizar, comunicar e aplicar o conhecimento aprendido. Esse tipo de abordagem possibilita o protagonismo do

estudante no processo de ensino aprendizagem e desenvolve a sua curiosidade e criatividade (BRASIL, 2017).

Dessa forma, o ensino por investigação pode contribuir para formas mais inovadoras e criativas de ensinar e aprender, que podem ser concretizadas por meio de atividades e experimentação investigativa, visando possibilitar o estudante a pesquisar, buscar informações e resolver problemas no contexto escolar.

Segundo Hofstein e Lunetta (2003), o ensino por investigação baseia-se em planejar pesquisa, coletar dados, analisá-los e interpretá-los, e comunicar os resultados da resolução de problemas. Esse ensino propicia aos alunos a tomada de decisão, o planejamento, discussão e análise de dados, elaboração de hipóteses de modo que os estudantes se tornem agentes ativos no processo de aprendizagem. A importância do ensino por investigação se dá pela possibilidade de criar um ambiente investigativo nas salas de aula, em que os alunos sejam introduzidos e conduzidos a um processo de aprendizagem da cultura científica (SASSERON, 2013).

Inicialmente, por meio da resolução de problemas pode-se identificar os conhecimentos prévios, partindo daquilo que o aluno já sabe sobre o conceito estudado. A partir disso, os estudantes podem vivenciar atividades e realizar pesquisas que contribuam para a resolução dos problemas propostos pelo professor, o que pode propiciar uma aprendizagem que faça sentido para eles na escola (OLIVEIRA; SOARES, 2010).

O professor precisa elaborar problemas contextualizados relacionados com situações reais e ou fictícias (GUIMARÃES, 2009). É necessário pensar na elaboração de problemas e atividades didáticas, para que elas promovam um espaço de reflexão, diálogo, cooperação, trabalho em grupos e vivência de etapas da resolução de problemas.

O ensino por meio da experimentação investigativa deve partir da elaboração de um problema ou uma situação-problema relevante, envolvendo os alunos na elaboração de hipóteses para sua resolução, em que o docente atua como mediador nas etapas de investigação como a observação, a coleta e o registro de dados, análise e interpretação pelos próprios alunos. Deve-se também levar em consideração que, no ensino de Química, a observação não é feita partindo de um ponto vazio de conceitos, mas de um conteúdo/conceito que orienta a investigação,

dessa maneira, ajuda a nortear a observação e o levantamento de hipóteses pelos estudantes (GUIMARÃES, 2009).

De um modo geral, os estudantes apresentam dificuldades em compreender conceitos de Química por requerer o desenvolvimento de processos cognitivos mais abstratos e complexos. No ensino das funções inorgânicas, como os ácidos e bases, não é diferente, é bem nítida a dificuldade que os estudantes têm para entender o que é, como se representa e como ocorrem as reações que envolvem as funções ácido e base.

Diante do contexto da experimentação investigativa, como umas das atividades de uma sequência didática investigativa, como objeto de estudo para esse trabalho, foi feito um levantamento bibliográfico, no período de cinco anos, como forma de buscar pesquisas que abordem esta temática com foco em estratégia didática para o ensino de Química, e conhecer que conteúdos estão sendo trabalhados pelos por meio da experimentação investigativa.

O levantamento foi feito no portal de periódicos da CAPES, por meio da busca usando as palavras-chaves experimentação investigativa, ensino de Química, ensino Médio, conceitos de Química e conteúdo de Química, que poderiam estar presentes em qualquer parte dos artigos, desde o seu título até o resumo do trabalho. Foram encontrados 91 artigos em sete periódicos da área de Ensino de Ciências e Química no período de 2017 a 2021.

Após isso foi feita uma seleção e leitura de 9 artigos encontrados nos sete periódicos, com foco nos seus resumos e textos completos, sendo selecionados aqueles que tratavam da experimentação investigativa no ensino de Química para um público de estudantes do Ensino Médio. Na Tabela 1 apresentamos a quantidade de artigos publicados por periódico e o ano de publicação no recorte temporal de 2017 e 2021.

Os periódicos selecionados durante o levantamento foram: Química nova na escola; Enseñanza de las ciencias; ACTIO : docência em ciências; Revista Thema; Revista prática docente; Unoeste e Revista de Ensino de Ciências e Matemática.

Tabela 1: Quantidade de artigos por periódico e ano de publicação.

Ano	Número de artigos	Periódicos
2017	1	Química nova na escola
2017	1	Enseñanza de las ciencias
2018	2	ACTIO : docência em ciências
2018	1	Revista Thema
2019	1	Revista prática docente
2019	1	Unoeste
2019	1	Revista de Ensino de Ciências e Matemática
2020	1	Revista prática docente
Total	9	

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 1 mostra alguns estudos sobre a experimentação investigativa no ensino de Química. Nesse sentido, vemos uma necessidade de mais pesquisas envolvendo a experimentação investigativa para abordar conceitos de química.

Em seguida, o Quadro 1 traz uma síntese dos 9 artigos encontrados pelo codinome, título, nome dos autores, nome do periódico, ano de publicação e tipologia. Os artigos foram denominados de A1 a A9.

Quadro 1: Elementos síntese dos artigos encontrados

Artigo	Título	Autores	Periódico	Ano	Tipologia
A1	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	Química Nova na escola	2017	Empírico
A2	Porque o branco parece estar aceso? Experimentação investigativa a partir da teoria da atividade	Rafael Salgado Silva, Naãma Cristina Negri Vaciloto, Keila Bossolani Kiill e Fábio Luiz Pissetti	Enseñanza de las ciencias	2017	Empírico
A3	A experimentação investigativa no ensino de química: construindo uma torre de líquidos	Matheus Junior Baldaquim, Amanda Oliveira Proença, Mateus Carneiro Guimarães do Santos, Márcia Camilo Figueiredo e Marcelo Pimentel da Silveira	ACTIO : docência em ciências	2018	Empírico
A4	Ensino de Ciências e experimentação: reconhecendo obstáculos e possibilidades das atividades investigativas em uma formação continuada	Lucas Peres Guimarães, Denise Leal de Castro, Valéria Lima e Maylta dos Anjos	Revista Thema	2018	Teórico
A5	Analisando a temática experimentação no ensino de química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015	Mateus Guimarães Carneiro, Matheus Junior Baldaquim e Luana Pires V. Leal	ACTIO : docência em ciências	2018	Teórico
A6	Ácidos e bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio.	Paula Cavalcante Monteiro, Michel Corci Batista, Maria Aparecida Rodrigues e Ourides Santin Filho	Revista prática docente	2019	Empírico

A7	Atividades experimentais investigativas na disciplina de química: perspectivas e possibilidades.	Débora Cristina Curto da Costa Bocato	Unoeste	2019	Teórico
A8	Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/ RS.	Rodrigo Rozado Leal, Maria Rosa Chitolina Schetinger, Giovanni Bressiani Pedroso	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2019	Empírico
A9	Sequência didática sistematizada nos três momentos pedagógicos para o ensino de ciências com articulação na nova base nacional comum curricular.	Elisete Siqueira, Fabielle Castelan Marques, Flávio Izo e Tercio Souza	Revista Prática Docente	2020	Empírico

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os nove artigos selecionados, pode-se perceber que três deles (A4, A5 e A7) são de tipologia teórica, ou seja, são trabalhos baseados em estudos teóricos e pesquisas, e seis (A1, A2, A3, A6, A8) de tipologia empírica, que são trabalhos baseados na comprovação e utilização de dados colhidos. Primeiramente faremos uma breve descrição sobre de que trata cada artigo de tipologia teórica. Por exemplo, o artigo A4 “Ensino de Ciências e Experimentação: reconhecendo obstáculos e possibilidades das atividades investigativas em uma formação continuada” trata-se de um texto de caráter teórico, pois discute sobre os obstáculos e as possibilidades da experimentação como ferramenta didática, por meio da realização de uma pesquisa por meio de questionários abertos tratando as atividades docentes e a pauta investigativa como recurso didático.

O artigo A5 “Analisando a temática experimentação no ensino de Química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015” teve como objetivo analisar as atividades experimentais sobre pilhas e baterias nos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2015.

O artigo A7 “Atividades experimentais investigativas na disciplina de Química: perspectivas e possibilidades” discorre acerca das contribuições das atividades experimentais investigativas para aprender os conceitos químicos, utilizando uma pesquisa bibliográfica exploratória que apresenta e discute ideias de alguns estudiosos como Chassot, Maldaner, Mortimer, Gil-Pérez e Valdez Castro sobre o desenvolvimento de atividades experimentais na disciplina de Química.

Quanto aos artigos classificados como empíricos são apresentados no Quadro 2, o codinome do artigo, ano de publicação, temas e conteúdos químicos, que foram abordados, utilizando a experimentação investigativa.

Quadro 2: Síntese de temas e conteúdos presentes nos estudos empíricos

Artigo	Tema	Conteúdos Químicos	Ano
A1	Pilhas Bioquímicas	Eletroquímica	2017
A2	Teoria da Atividade	-	2017
A3	Torre de Líquidos	Densidade e Misturas	2018
A6	-	Ácidos e Bases	2019
A8	-	Eletroquímica	2019

Fonte: elaborado pelo autor

Dentre os artigos analisados, dois deles (A1 e A3) trabalham temas e conteúdos químicos para tratar a experimentação investigativa nessa disciplina, um deles (A6) não trabalha um tema específico, mas aborda conteúdos de Química, e somente um (A2), discute a Teoria da Atividade como aporte para a aplicação de uma investigação experimental na sala de aula, sem a abordagem de um conteúdo específico de Química.

Os conteúdos químicos trabalhados nos artigos partindo da experimentação investigativa englobam desde óxidos, densidade e misturas e ácidos e bases, que geralmente são tratados no 1º ano, até eletroquímica abordada no 2º ano. Esses conceitos químicos apresentam aspectos mais abstratos, na qual os alunos têm dificuldades de compreender, pois tratam da dimensão microscópica do conhecimento químico. Dessa maneira, se torna essencial a experimentação investigativa, que busca desenvolver o pensamento conceitual químico dos discentes no processo investigativo, além de facilitar o entendimento dos conceitos trabalhados pela articulação teórico-prática.

No Quadro 3 são descritos os sujeitos e contexto da pesquisa, e os objetivos de cada um dos artigos empíricos analisados.

Quadro 3: Objetivos, sujeitos e contexto da pesquisa dos estudos empíricos

Artigo	Objetivo de pesquisa	Sujeito e contexto de Pesquisa
A1	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.	Alunos do 3º ano do Ensino Médio
A2	Analisar uma AEI, que faz parte de uma sequência didática de cinco aulas, de acordo com a Teoria da Atividade.	Alunos do 3º ano do Ensino Médio
A3	Aplicar estratégias capazes de superar o desinteresse, estimulando os alunos a se envolverem com a atividade, criando hipóteses e questionamentos sobre os fenômenos estudados, utilizando a prática investigativa.	Alunos do 1º ano do Ensino Médio
A6	Investigar as potencialidades didáticas de uma atividade experimental investigativa sobre ácidos e bases.	Alunos do 2º ano do Ensino Médio
A8	Promover a argumentação em atividades com experimentos com alto e baixo grau de abertura e analisar os discursos em cada etapa.	Alunos do 2º ano do Ensino Médio

Fonte: elaborado pelo autor

Diante dos dados do Quadro 3 podemos perceber que os objetivos de pesquisa estão direcionados ao desenvolvimento da experimentação investigativa. No artigo A1 é possível destacar uma abordagem de conceitos de maneira articulada à realidade dos sujeitos de pesquisa, o que pode tornar o aprendizado mais atrativo e de fácil compreensão, como por exemplo, podemos destacar o uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso a todos que participantes da aula, para a montagem e compreensão conceitual e procedimental a acerca das pilhas bioquímicas.

Outro objetivo importante que podemos destacar é o do artigo A3, no qual a prática investigativa é uma ferramenta para estimular os estudantes na elaboração de hipóteses e na criação de novos argumentos, diante do que está sendo observado. O professor tem papel de mediador que é fundamental para motivar o interesse dos estudantes, na elaboração da sequência didática, na perspectiva da investigação, que se torna algo atrativo para os alunos, devido à maneira ativa que eles participam da construção do conhecimento.

No objetivo de pesquisa do artigo A8 busca-se observar a argumentação em experimentação investigativa, com dois graus de abertura, o alto e baixo. Diante dessa classificação, os resultados obtidos foram diferentes. Quando se trata da argumentação por meio de atividades experimentais com alto grau de abertura, se tem um retorno no discurso muito mais amplo do que quando se utiliza baixo grau de abertura na experimentação. Esses graus de abertura referem-se à liberdade que é dada aos alunos pelo professor mediador da atividade. Quanto mais se questiona e se dá abertura para a construção do conhecimento, maior se amplia o discurso dos alunos e a oportunidade para que eles sejam protagonistas de seu processo de ensino e aprendizagem.

A descrição dos artigos encontrados no levantamento bibliográfico aponta que são poucos os conteúdos químicos trabalhados por meio da experimentação investigativa no período de 2017 a 2021. Esse resultado pode corroborar com a predominância do ensino expositivo e teórico presente nas aulas de Química e Ciências do Ensino Médio e Fundamental.

Outro aspecto é que muitos professores ainda enfatizam a abordagem de ensino de Ciências e Química mais tradicional, em que o aluno é um receptor de informações do conteúdo teórico exposto. E quando há aulas experimentais, os alunos são convidados a seguir um roteiro experimental proposto, em que muitas

vezes, não ocorre o levantamento de questões, a reflexão e a resolução de problemas sobre o que está sendo aprendido.

Com base nas lacunas encontradas no resultado do levantamento, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: **Quais as potencialidades de uma sequência didática investigativa para a construção do conhecimento químico sobre ácidos e bases pelos estudantes, em aulas de química no 3º ano do ensino médio?**

Para responder a questão foram propostos os objetivos geral e específicos, a seguir:

Objetivo Geral:

Analisar as potencialidades de uma sequência investigativa para o estudo dos conceitos de ácido e base pelos estudantes do 3º ano do ensino médio, em aulas de química.

Objetivos Específicos:

Identificar as concepções iniciais dos estudantes a partir de um problema envolvendo o tema medicamentos usados para má digestão;

Analisar as ações e respostas dos estudantes do 3º ano do ensino médio, durante a realização das atividades da sequência investigativa sobre ácido e base, em aulas de química.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir, discutiremos alguns temas que baseiam essa pesquisa: ensino por investigação, sequência didática investigativa, experimentação investigativa e ácidos e bases.

3.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (EPI)

Diante de pesquisas realizadas é possível notar que os alunos compreendem de maneira mais clara um conceito e aprendem mais na área de Ciências quando recebem apoio para que haja uma reflexão e participação em investigações (FARIAS; BAZAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

Atividades e sequências didáticas que se baseiam no ensino por investigação (EPI) colocam os alunos para pensar de maneira investigativa, a fim de quando se depararem com resultados que não são esperados, seu raciocínio seja induzido a se questionar e desafiar seus conhecimentos, buscando compreender o que aconteceu (PERUZZI; FOFONKA, 2014).

As atividades investigativas são uma excelente estratégia para mobilização do conhecimento prévio, tornando-o ponto inicial para a construção da aprendizagem, além de possibilitar o desenvolvimento de pesquisa, visando a resolução de problemas. Segundo Vygostsky e Piaget, os conhecimentos prévios dos alunos precisam ser valorizados, pois são importantes na construção do desenvolvimento cognitivo e de estruturas mentais (PERUZZI; FOFONKA, 2014).

Essa importância dada ao conhecimento inicial do aluno é o ponto chave para o ensino por meio de atividades investigativas, baseadas no ensino por investigação, pois é o próprio estudante que atua como protagonista da construção do seu conhecimento, sendo o professor um mediador nesse percurso. Ao desenvolver atividades e experimentos investigativos, o professor precisa saber o que cada pessoa, de maneira individual, conclui de uma observação, o que vai depender diretamente do seu conhecimento prévio (HANSON, 1958; CHALMERS, 1993 apud BORGES, 2002).

Em geral, somente as aulas teóricas expositivas não são suficientes para se aprender Química, pois elas, de forma individual, priorizam o ato de memorizar conceitos e fórmulas pelos estudantes. É primordial que se introduza articulações

entre teoria-prática e vice-versa, buscando um ensino mais integrado. Para isso, o docente pode recorrer a diferentes estratégias e recursos didáticos, com o objetivo de propiciar um ensino aprendizagem de Química mais interessante, motivador e contextualizado com a realidade dos alunos. No ensino de Química as atividades experimentais são fundamentais, visto que se trata de uma Ciência da Natureza, requer dos alunos ações de observação, registro, coleta, análise e discussão dos dados sobre diversos fenômenos químicos (FARIAS; BAZAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

Segundo Messeder e Oliveira (2012), no ensino dos conceitos de ácidos e bases é possível perceber muitas dificuldades quanto à identificação das funções inorgânicas, nomenclaturas e o uso delas no cotidiano. Para eles isso ocorre porque o ensino destes e de outros conteúdos se baseiam apenas em memorização de nomenclaturas e classificações, priorizando a preparação para provas. É possível perceber esse mesmo tipo de ensino também nas aulas práticas, em que muitos professores baseiam a experimentação em aulas realizadas num laboratório completo e tecnológico, entretanto, a importância de uma aula investigativa está na oportunidade dada ao aluno de pensar, se expressar e tomar decisões.

Um dos pontos negativos desse tipo de aula prática tradicional é o grande tempo dedicado à organização de equipamentos, coleta de dados e cálculos, com a intenção de alcançar o resultado ou resposta já estabelecida pelo professor, inibindo a análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada, pois não resta tempo para esse objetivo (BORGES, 2002).

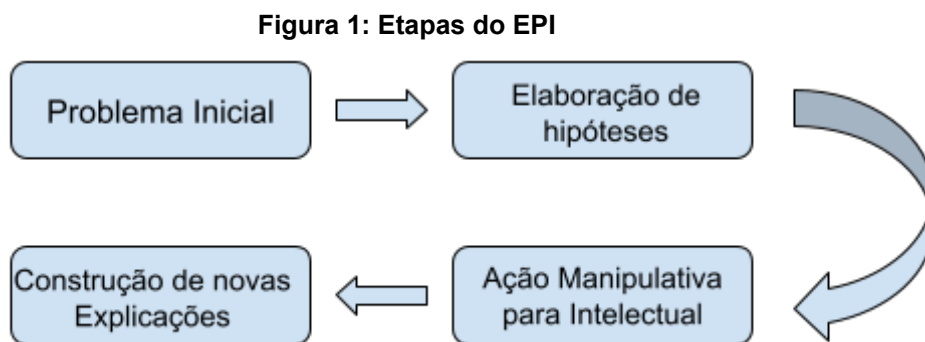
As aulas práticas desempenham um papel fundamental no ensino de Ciências e Química, pois a partir delas é que o conhecimento adquire seu contexto. Se não há aulas práticas e contextualização, reduzimos o aprendizado ao abstrato, em que só há definições, leis e fórmulas (BORGES, 2002). Entretanto, a experimentação baseada na investigação pode ser trabalhada em escolas que não possuem laboratórios de Química, pois uma de suas finalidades é que as práticas desenvolvam a capacidade crítica, criativa e investigativa dos estudantes (BENTLIN, 2010).

Segundo Carvalho (2018), o ensino por investigação é caracterizado pelas condições criadas pelo professor, visando proporcionar aos alunos evidenciar seus argumentos, entenderem o conteúdo e o conhecimento que está sendo

construído, apresentar clareza na ideia que está sendo proposta, em especial, pensar, valorizando a estrutura do conhecimento.

Segundo Baptista (2010) o EPI prioriza o questionamento, a elaboração de hipóteses, a identificação de evidências, as explicações com base nas evidências encontradas, a resolução de problemas e a comunicação dos resultados. Essas características e etapas podem ser consideradas e avaliadas no momento de avaliar a qualidade do aprendizado do aluno.

Em linhas gerais, o EPI envolve quatro etapas fundamentais: O problema inicial apresentado para a construção do conhecimento, elaboração e/ou testagem de hipóteses, a passagem da ação manipulativa para a intelectual na resolução do problema, a tomada de consciência, e a construção das explicações (CARVALHO, 2011).



Fonte: Adaptado de Carvalho (2011)

O ponto principal no ensino por investigação é a elaboração do problema, pois este deve levar o aluno a elaborar sua hipótese, baseando-se em seus conhecimentos prévios, e em conjunto com os seus pares conseguir construir uma ideia mais pertinente até que alcance a resolução do problema proposto. Para que haja construção do conhecimento é necessário permitir que os estudantes vivenciem etapas e características do ensino por investigação (CARVALHO, 2018).

Para Sasseron (2018), o problema deve ter um caráter atraente, pois não é interessante e recompensador para o aluno responder a uma pergunta que já se espera a resposta. De acordo com Carvalho (2018), um bom problema deve oferecer condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido, possibilitar a elaboração de hipóteses, permitir que os alunos relacionem o que aprenderam na sua realidade.

No contexto das atividades experimentais é essencial que eles possam construir uma linguagem científica, e além de tudo, conseguirem relacionar as ações manipulativas com as ações intelectuais. Em outras palavras, é preciso transformar o trabalho realizado na experimentação em novas hipóteses que contribuam para a construção do conceito estudado e resolução do problema.

De acordo com Carvalho (2018), é necessário que haja um ambiente, em sala de aulas, confortável para que os estudantes possam se sentir à vontade para compartilhar suas ideias sem medo de errar, o que se pode chamar de liberdade intelectual. O grau de liberdade é a confiança que o professor deposita no aluno diante da sua capacidade de organizar seus conhecimentos até que haja a reconstrução de um conceito prévio, ou até mesmo a construção de um novo aprendizado por meio de uma participação direta dele. Nesse ambiente, o professor atua como um mediador, e não mais como um sujeito que apenas compartilha seu conhecimento, enquanto o aluno somente aprende o que é compartilhado.

No ensino por investigação o aluno se posiciona de forma ativa, e o professor passa a ser um guia para construção das ideias do grupo, sabendo discutir certos aspectos levantados, esclarecer dúvidas que possam surgir, e poder ajudá-los a concluir a resolução do problema, e a tomada de consciência do que foi aprendido (CARVALHO, 2018). O processo de discussão e construção mútua do conhecimento e das explicações, em sala de aula, abre portas para que os alunos, entre si, construam saberes de maneira coletiva e talvez mais rápida do que individualmente.

Em síntese, o EPI surge com o objetivo de desenvolver habilidades nos alunos para construir seu próprio conhecimento, seja por meio de experiências mútuas e/ou hipóteses levantadas e construídas, durante o processo de aprendizagem.

3.1.1 O papel do professor no ensino por investigação

Sasseron (2013) nos faz refletir sobre o papel do professor diante do contexto atual. Isso implica diretamente na forma em que o docente deve abordar determinados temas e conteúdos na sala de aula, com vistas a um objetivo: que o aluno possa aproveitar o conhecimento científico na sua vida social e a sua vivência na construção do seu conhecimento científico.

Para Sasseron (2013), no EPI é papel do professor guiar os estudantes durante o levantamento das hipóteses propostas, auxiliando na elaboração das soluções e testando cada uma delas por meio de interações e relações de troca em que o próprio professor também deve participar em conjunto com a turma.

Em sala de aula, não é fácil guiar uma discussão interativa. Essa tarefa demanda habilidades do professor, pois além de saber bem o que se deve perguntar, é necessário ouvir bastante os alunos e buscar entender cada resposta elaborada e hipótese criada. Para fazer boas perguntas, além do domínio do conteúdo, é necessária muita atenção às falas e gestos que os alunos externam, assim, serão bem exploradas cada citação feita por cada um. A partir de então, o professor deve saber colocar pensamentos em destaque, confrontar hipóteses ou simplesmente concretizar uma ideia quando o objetivo for alcançado (SASSERON, 2013).

Ainda sobre as indagações, é importante que o professor saiba lidar com alguns tipos de questões apresentadas de maneira incoerente, para que o aluno não se sinta excluído, mas seja encorajado a fazer novas colocações de forma mais pertinente (CARVALHO, 2021). Para isso, Sasseron (2013) afirma ser necessário que o professor deixe clara a importância da participação de cada estudante, a fim de contribuir coletivamente para a construção de ideais, que aos poucos serão aperfeiçoadas até que se chegue à resolução final do problema (SASSERON, 2013).

Um aspecto fundamental no EPI é a elaboração do problema pelo professor para os alunos resolverem. Essa tarefa requer bastante atenção, pois é a partir da exposição e resolução do problema que o professor transfere ao aluno a função de construir seu raciocínio sozinho. Isto é diferente do ensino por transmissão-recepção, no qual o professor guia o entendimento do conteúdo, e os estudantes apenas são receptores de informações fornecidas, acompanhando o que o docente quer propor.

No ensino por investigação o professor passa a tarefa de raciocínio para o aluno, sendo sua ação voltada para orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2021).

3.1.2 O papel do estudante no ensino por investigação

Para o aluno, o ensino por investigação possibilita seu protagonismo e autonomia no seu processo de aprendizagem. Por meio dele, o estudante pode planejar atividades e defender seus pontos de vista junto com professores e seus pares (MOURÃO; SALES, 2018).

É evidente a participação dos alunos no EPI, como sujeitos ativos e responsáveis pela construção do conhecimento. Todos os alunos são fundamentais para o desenvolvimento desse tipo de atividade, porque os conhecimentos a serem aprendidos partem de relações em que o aluno está presente, tais como: aluno-aluno, aluno-professor e professor-aluno (SASSERON, 2018).

O EPI baseia-se no raciocínio e justificativas dos estudantes. Isso ocorre porque já existe um conhecimento prévio e cada um deles irá contribuir com a sua experiência pessoal. Desse modo eles são motivados a se engajar no conteúdo da aula, pois percebem que o desenvolvimento do conhecimento vai depender de sua interação.

Em síntese, é papel dos estudantes no EPI investigar, analisar, interagir e a partir disso, construir pensamentos formados por meio de indagações que o professor deverá fazer durante a aula. Um dos pontos principais quanto ao papel do aluno nesta abordagem de ensino é que eles precisam estar conscientes do que está sendo investigado, e por que. É dessa forma, que eles podem se apropriar dos conceitos e conteúdos trabalhados. É primordial a atenção dos alunos diante do objetivo das atividades de uma SDI, a fim de que suas respostas possam estar coerentes com o problema proposto (SASSERON, 2018).

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)

Zabala (1998) entende a estratégia sequência didática investigativa (SDI) como um conjunto ordenado e articulado de atividades que formam unidades didáticas, que tomam por base o ensino por investigação.

No modelo de uma sequência didática com base no ensino por investigação é necessário que sejam introduzidas algumas características. Segundo Sasseron (2013), deve-se envolver um problema, trabalhar com dados, informações e conhecimentos já existentes, levantamento de hipóteses, reconhecimento de

variáveis e o controle delas, o estabelecimento de relações entre informações e a construção de uma explicação.

A sequência didática investigativa surge com o intuito de melhorar a mediação do professor nas aulas, de fazer com que os alunos adquiram um conhecimento mais significativo, e de enfatizar o objetivo que cada atividade tem em todo processo de aprendizagem. Ela permite ao professor ter uma visualização mais sistemática de cada aluno/grupo de uma turma, e conhecer o grau de apropriação, os obstáculos e as dificuldades de cada aluno no processo de resolução de problemas. Também pode mostrar até onde os alunos sabem dialogar, trabalhar em equipe, fazer uma pesquisa ou utilizar um instrumento. Atividades bem estruturadas, planejadas segundo as necessidades e motivos dos alunos, e que estejam em consonância com os objetivos de aprendizagem a serem alcançados, podem levar a processos interativos que resultem em uma aprendizagem que faça sentido para os alunos (NASCIMENTO; AMARAL, 2012; ZABALA, 1998).

No planejamento de uma sequência didática investigativa, o professor deve considerar alguns pontos: 1) É necessário que ele planeje de maneira flexível as atividades e ajuste-as à necessidade e vivência dos estudantes, de modo que essas atividades se tornem significativas; 2) A atividade deve ser adequada ao nível de desenvolvimento cognitivo do estudante com objetivos alcançáveis; 3) É primordial que o professor os ajude a encontrar sentido no que estão desenvolvendo; 4) Estabeleça um ambiente baseado no respeito mútuo e sentimento de confiança; 5) Promova canais de comunicação; 6) Potencialize a autonomia dos alunos de maneira progressiva, e avalie os alunos de maneira justa; 7) Considerar elementos do ensino por investigação sua estruturação (ZABALA, 1998).

Durante o planejamento da SDI é necessário considerar todos os fatores contribuintes para o desenvolvimento do aprendizado, desde os materiais didáticos que serão utilizados, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que irão guiar a investigação.

No desenvolvimento de uma sequência didática investigativa, um ponto importante são as interações entre aluno-aluno e aluno-professor, aluno-conhecimento, na sala de aula, pois a troca de informações contribui para a resolução de problemas e levantamento de hipóteses para a construção do conhecimento. O gerenciamento da aula, como o incentivo, a participação do aluno e a mediação do professor são fundamentais para o processo de resolução de

problemas (SASSERON, 2013). A coletividade também viabiliza um espaço para o diálogo e para a consolidação de práticas cotidianas, potencializando papéis e avanços cognitivos a cada um (NASCIMENTO; AMARAL, 2012).

3.3 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA (EI)

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017), o ensino de Ciências deve ocorrer a partir de situações investigativas, conduzidas a partir de quatro elementos principais: 1) A definição do problema a partir da visualização do mundo e da vivência dos alunos; 2) Levantamento de hipóteses baseados nos conhecimentos prévios objetivando a reconstrução desses; 3) Análise de dados de modo que os alunos possam aprimorar seus conhecimentos científicos gradualmente; 4) Realização de algumas atividades como experimentos, leituras e observações para que eles desenvolvam soluções para problemas cotidianos através dos conhecimentos científicos adquiridos (BRASIL, 2017).

As atividades experimentais são uma forma de auxiliar os alunos diante das dificuldades, e do desinteresse pelos estudos das Ciências da Natureza, o que pode estar relacionado com o fato de eles não conseguirem relacionar o que se aprende na escola com experiências do seu cotidiano.

A experimentação investigativa se torna relevante no ensino de Química porque é por meio dela que o aluno pode desenvolver a sua criatividade, explorar seu pensamento crítico e reconstruir seu conhecimento prévio, buscando um novo olhar para novas perspectivas diante de certo conteúdo.

Esta metodologia de ensino também é utilizada na sala de aula como forma de investigar fenômenos químicos, fazendo o aluno buscar respostas por meio da observação de alguns fatores experimentais, apresentados pelos professores, desenvolvendo em cada um deles o interesse em construir conhecimento, resolver problemas e aprender a partir de sua vivência no cotidiano (GONÇALVES e GOI, 2018).

Oliveira (2010) apresenta algumas contribuições do ensino por meio da experimentação investigativa, e uma delas é a de motivar e despertar a atenção dos alunos. Sem dúvida muitos deles são atraídos por essa ferramenta, porém, a aplicação de uma atividade experimental não é suficiente para que toda a turma esteja envolvida e os alunos aprendam Química. Dessa forma, é necessário que o

professor utilize de algumas estratégias, como o envolvimento direto dos alunos em cada etapa da atividade, o registro escrito de cada um deles, referente ao experimento trabalhado, e fazer questionamentos no decorrer da aula para que os alunos estejam conscientes do que está ocorrendo.

Outro ponto fundamental é o desenvolvimento da capacidade de se trabalhar em equipe, em que algumas habilidades são desenvolvidas, como a responsabilidade individual com o grupo, o compartilhamento de ideias, o respeito com a opinião do outro, o planejamento de atividades junto com a equipe, a divisão de tarefas, e o estímulo ao diálogo para a construção do conhecimento.

O desenvolvimento da tomada de decisão é uma grande contribuição da atividade por meio da investigação, pois, geralmente, a passividade cognitiva dos alunos é evidente, quando se trata do estudo de Química. Os estudantes estão acostumados a terem um estilo de aula, no qual eles somente são receptores de informações trazidas pelo professor, mas poucas vezes são estimulados a se comportarem como sujeitos ativos, comunicando suas ideias (OLIVEIRA, 2010).

O desenvolver do raciocínio lógico também é de extrema importância para a formação dos alunos na experimentação investigativa, pois eles precisam elaborar explicações adequadas para os dados obtidos nesta atividade, relacionar fenômenos observados ao conhecimento teórico. Tais habilidades não são consideradas no ensino tradicional, no qual somente o professor apresenta as informações sobre os fatos, e fala sobre conceitos já estabelecidos (OLIVEIRA, 2010).

As etapas da atividade experimental investigativa baseiam-se na proposição de um problema inicial pelo professor, que pode ser apresentado com a manipulação de um experimento, sendo a base do problema proposto, seguida de uma discussão de conhecimentos prévios e dúvidas relacionadas ao conceito/tema, finalizando com uma nova construção de aprendizados para a resolução do problema (OLIVEIRA; SOARES, 2010).

No desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa é importante destacar dois pontos: 1) A condução do experimento; 2) A forma de avaliação. Quanto à condução do experimento é necessário que o professor esteja sempre atento a cada um dos alunos de maneira que a atenção deles mantenha-se voltada a cada passo da atividade desenvolvida. O ideal é que, constantemente, sejam feitas indagações de concordância que norteiam o professor, deixando claro se os alunos estão ou não compreendendo o experimento realizado. Essas perguntas

devem ser feitas intencionalmente para obterem respostas, pois muitas vezes os professores costumam utilizar perguntas de forma espontânea, sem se atentar ao fato de que apenas expressar perguntas como “tudo bem?” “Está certo?”, não é suficiente (SASSERON, 2018).

Na avaliação de uma atividade experimental investigativa faz-se necessário observar todo o processo de construção desenvolvido pelos alunos para que os conhecimentos prévios se aproximem mais de uma linguagem científica. Não deve ser considerado apenas um conhecimento como produto acabado, como normalmente é ensinado aos alunos a partir das leis, teorias e conceitos, mas além desses aspectos, todo o processo que contribuiu para a construção do conhecimento, e como ele pode ser aplicado nos contextos sociais (CARVALHO, 2021).

3.3.1 Papel do Professor e dos Estudantes na Experimentação Investigativa

Para que as aulas experimentais sejam motivadoras para os alunos e despertem seu interesse pela investigação de fenômenos científicos e fatores cotidianos, o papel do professor é essencial, pois é necessário que ele possa motivar e incentivar os estudantes na construção do conhecimento. Se na abordagem dos conteúdos o professor abre espaço para perguntas, debates e construção do conhecimento, o processo de ensino e aprendizagem dos alunos pode tornar-se mais eficiente (GONÇALVES; GOI, 2018).

Então, é importante que o docente conduza os alunos a refletir sobre as hipóteses elaboradas, propondo que eles resolvam problemas iniciando com as respostas baseadas em seus conhecimentos da experiência e em seus conhecimentos científicos já adquiridos (OLIVEIRA; SOARES, 2010).

Quanto aos alunos, é relevante que eles desenvolvam a liberdade de se posicionar e elaborar hipóteses, discutir os conceitos estudados, testar cada uma das hipóteses apresentadas e, se necessário, reformulá-las. Os seus conhecimentos prévios são a base para o início da experimentação investigativa, e por meio dele que o aluno desempenha seu papel, compartilhando seus pensamentos com os colegas e professor, discutindo, e interagindo com o que foi colocado por outros alunos, aprendendo a se contrapor ou melhorar as informações pesquisadas ou

compartilhadas, de forma a identificar solução mais adequada ao problema investigado (OLIVEIRA; SOARES, 2010).

3.4 ÁCIDOS E BASES

Os ácidos são compostos muito comuns no nosso dia a dia, e é possível perceber a presença deles, por exemplo, nas frutas cítricas como a laranja e o limão que contém o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), o ácido muriático que é muito utilizado para limpezas mais pesadas contendo em sua composição o ácido clorídrico (HCl), e até no nosso corpo é possível perceber a ação de um ácido que é responsável pela nossa digestão, também ácido clorídrico.

Segundo a definição de Arrhenius, um ácido é definido como um composto que, em solução aquosa, se ioniza produzindo íons hidrônio, enquanto uma base de Arrhenius, como um composto que produz íons hidróxido em água, essas propriedades são comuns a esses compostos (ATKINS; JONES, 2007).

Em 1923, o dinamarquês Johannes Bronsted propôs que um ácido pode ser definido como um doador de prótons, e uma base como uma receptora de prótons. Logo após, a mesma definição foi proposta por Thomas Lowry, sendo assim, a teoria ficou conhecida como teoria de Bronsted-Lowry de ácidos e bases. A definição de Bronsted também inclui o íon, como o caso do hidrogenocarbonato (HCO_3^-), como uma possibilidade de ácido, pois presentes em água, alguns deles também podem agir como um doador de prótons (ATKINS; JONES, 2007).

A aplicação das substâncias, ácidos e bases, nas indústrias também é muito comum. O ácido sulfúrico, por exemplo, é bastante utilizado na fabricação de fertilizantes, filmes, fibras, medicamentos, corantes e tintas. O ácido clorídrico é um dos constituintes na fabricação dos refrigerantes e da água gaseificada, e o ácido bórico é utilizado como inseticida para matar baratas, formigas e pulgas (REIS, 2010).

Quanto às bases, Arrhenius define-as como uma substância química capaz de se dissociar em água, liberando íons, mesmo em pequenas porcentagens, dos quais o único ânion é o hidróxido (OH^-). Dizemos que esses compostos sofrem dissociação, devido ao ânion hidróxido que é liberado, pois trata-se de um ânion já presente na molécula (REIS, 2010).

As bases também são compostos bastante comuns no nosso dia a dia, e estão presentes em muitas substâncias, como o hidróxido de sódio (NaOH), conhecido comumente como soda cáustica, que é utilizado para limpezas de cozinhas e desentupir pias. O hidróxido de amônio (NH₄OH), é bastante encontrado no amoníaco; O leite de magnésia, que contém hidróxido de magnésio (Mg(OH)₂), que é bastante utilizado para combater a azia estomacal. (REIS, 2010).

As substâncias com propriedades alcalinas são bastante utilizadas nas indústrias químicas. O hidróxido de sódio, por exemplo, é utilizado na produção de tecidos, sabões e detergentes. Alguns alimentos do nosso dia a dia também possuem características básicas ou alcalinas, como as frutas cajus, bananas verdes e caquis verdes (REIS, 2010). A seguir, são apresentadas na Figura 2 algumas propriedades das substâncias ácidas e básicas.

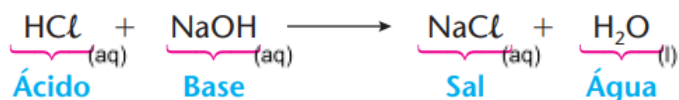
Figura 2: Propriedades dos ácidos e bases

	Ácidos	Bases
Quanto à solubilidade em água	A maior parte é solúvel.	A maior parte é insolúvel (só os hidróxidos alcalinos e o NH ₄ OH são solúveis).
Quanto à estrutura	São moleculares.	Os hidróxidos alcalinos e os alcalino-terrosos são iônicos; os demais são moleculares.
Quanto à condutividade elétrica	Só conduzem a corrente elétrica em solução aquosa.	Conduzem a corrente elétrica em solução aquosa; os hidróxidos alcalinos, sendo iônicos, também conduzem a corrente elétrica quando fundidos.

Fonte: Adaptado de Feltre (2004)

Diante da Figura 2 podemos perceber algumas propriedades que diferenciam os ácidos e bases. Quimicamente, eles são substâncias com características opostas, e essa afirmação pode ser confirmada quando misturamos um composto ao outro, pois se pode observar que suas propriedades são neutralizadas simultaneamente, por exemplo, o valor do pH. Por essa razão, chamamos esse processo de reação de neutralização, que terá como produto a molécula de água e um sal em meio aquoso.

A equação química que representa a reação de neutralização (Figura 3) tem como reagentes o ácido clorídrico (HCl) e o hidróxido de sódio (NaOH) em meio aquoso, formando os produtos NaCl (cloreto de sódio) e uma molécula de água. (ATKINS; JONES, 2007).

Figura 3: Reação de neutralização em meio aquoso

Fonte: Adaptado de Feltre (2004)

Cada substância apresenta um nível de acidez ou basicidade, e para medir esses níveis utilizamos uma grandeza química denominada pH, que apresenta uma escala que varia de zero a 14, sendo o número 7 a indicação de uma substância com característica neutra. Todos os valores que estiverem abaixo do número 7 são denominados de substâncias ácidas, e todas que estiverem acima de 7 são substâncias básicas. Na prática, o pH é determinado de diversas maneiras, por meio de aparelhos elétricos ou digitais (pHâmetros), fitas de pH, e indicadores ácido-base, que mudam de cor de acordo com o nível de acidez ou basicidade do meio analisado (ATKINS; JONES, 2007).

Compreendemos que a abordagem dos conceitos de ácidos e bases, e reação de neutralização por meio da experimentação investigativa pode possibilitar ao estudante a oportunidade de vivenciar etapas do processo de investigação, como por exemplo, a reflexão e discussão, elaboração e/ou confronto de hipóteses e conclusões, comunicação de resultados, resolução de problemas, troca de ideias e trabalho em grupo.

Por se tratar de conceitos mais abstratos, a utilização desta estratégia didática, numa SDI, pode auxiliar na compreensão das características e propriedades das funções, ácido e base, reações que as envolvem, e na sua relação com acontecimentos cotidianos.

4 METODOLOGIA

Neste trabalho, a abordagem de pesquisa para tratar os dados é de natureza qualitativa. O objetivo da pesquisa é analisar uma sequência didática investigativa para a abordagem dos conceitos de ácido-base em aulas de Química do Ensino Médio. A pesquisa foi realizada por meio do desenvolvimento de uma sequência didática investigativa (SDI) em aulas de Química do 3º ano do Ensino Médio. As etapas da pesquisa envolveram: 1) Elaboração da SDI; 2) Aplicação da SDI; 3) Análise dos dados da SDI.

4.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A sequência foi desenvolvida em quatro aulas de 50 minutos, numa turma de 3º ano do Ensino Médio, como forma de apresentar um conteúdo que deveria lhes ser ensinado nos anos anteriores, mas devido a Pandemia da COVID-19 não foi possível que a professora abordasse. A Escola Técnica Estadual onde a sequência foi desenvolvida localiza-se na cidade de Camaragibe-PE, e a turma participante foi composta por 30 alunos do curso técnico em Logística.

4.2 ETAPA 1: ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA

A sequência foi elaborada com a inserção de algumas etapas do EPI, propostas por Carvalho (2011). Primeiramente foi apresentado um problema para que a partir de conhecimentos já existentes, os alunos pudessem levantar suas hipóteses (SILVA, SÁ e BATINGA, 2019).

Logo após foi desenvolvida uma aula expositiva dialogada para discutir o conteúdo e ajudar na construção dos conceitos químicos. Em seguida foi realizado um experimento investigativo para que os alunos pudessem testar hipóteses e reconhecer as variáveis do problema. Após isso o problema foi retomado com o objetivo de os alunos elaborarem novas explicações para a sua resolução.

A sequência foi pensada considerando o nível da turma, para estabelecer um ambiente confortável e de respeito mútuo, buscando criar um canal de comunicação, e potencialize a autonomia dos estudantes e propiciar sentido para a aprendizagem

(SILVA, SÁ e BATINGA, 2019). O Quadro 5 apresenta uma síntese das atividades, objetivos e etapas do ensino por investigação.

Quadro 4 : Síntese das atividades da sequência didática

AULA	ATIVIDADE	OBJETIVO DE ENSINO	ETAPAS DO EPI
1	Apresentação do problema inicial	Analisar as concepções prévias dos estudantes	Resolução inicial do problema. Elaboração de hipóteses
2	Aula expositiva dialogada	Trabalhar os conceitos de ácidos e bases, suas diferentes funções e reações entre si	Introdução e problematização dos conteúdos
3	Atividade Experimental	Discutir experimentalmente o que ocorre durante a ação do anti ácido no estômago	Tomada de consciência. Testagem de hipóteses, Passagem da ação manipulativa para a intelectual
4	Retomada ao problema inicial	Reconstruir a resolução do problema	Construção de novas explicações para o problema

Fonte: elaborado pelo autor

4.3 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA

A seguir, apresentamos de forma detalhada os momentos e aulas que constituíram a sequência didática e seu desenvolvimento. Cada aula contou com a duração de 50 minutos. A coleta de dados foi feita durante a realização das atividades da sequência, por meio da observação das participações e produções dos alunos.

Aula 1: Resolução inicial do Problema. Durante essa aula foi apresentado aos alunos da turma dois vídeos, referentes a dois comerciais de antiácidos, para que eles fossem desafiados a refletirem na função desenvolvida pelo medicamento apresentado por meio de seus conhecimentos prévios e experiências cotidianas. Vídeo 1: “Novo Leite de Magnésia ENO!” (<https://www.youtube.com/watch?v=xbHj4yntTVQ>) e vídeo 2: “Sal de Fruta ENO: Food Fight [COMPLETO]” (<https://www.youtube.com/watch?v=TPwpyqRCF4k>).

Logo após, o problema (P), apresentado no Quadro 6, foi proposto, com o intuito de direcioná-los ao conteúdo que foi estudado e de pensar em estratégias para sua resolução.

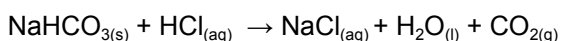
Quadro 5: Problema Proposto

Problema (P): Muitas pessoas, no nosso dia a dia, sofrem com problemas de digestão, nos quais o sintoma mais conhecido é a azia, e alguns medicamentos são indicados para o alívio dessa sensação de queimação. Por que esses medicamentos trazem alívio? Qual a função química dos medicamentos? Qual a causa da sensação de azia estomacal?

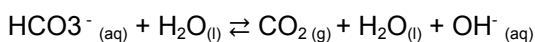
Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 6: Espelho de possível resposta ao problema

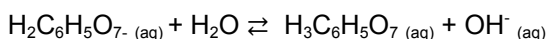
Resposta (R): Os medicamentos usados para o combate à azia contêm substâncias como, por exemplo, o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), que atua como antiácido, neutralizando a acidez elevada do meio estomacal, ou seja, o pH deste meio encontra-se bem abaixo de 7. Podemos representar esse processo químico através da equação abaixo que trata da reação do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e o ácido clorídrico (HCl), formando cloreto de sódio (NaCl), água (H_2O) e gás carbônico (CO_2):



É importante destacar que sais de bases ou ácidos fracos que participam desse tipo de reação, sofrem hidrólise, dessa maneira, no experimento realizado durante a atividade podemos perceber que o bicarbonato de sódio trata-se desse tipo de sal. Podemos representar essa hidrólise por meio da reação abaixo:



Destacamos também, abaixo, a hidrólise do ácido cítrico, presente no limão, que também participa da reação realizada no experimento da aula prática.



São compostos que tornam o meio estomacal com caráter básico após reação com ácidos.

A queimação e desconforto da azia são resultado de um valor de pH bem abaixo de 7, que representa a acidez do meio estomacal.

Fonte: elaborado pelo autor

Após a apresentação do problema e dos vídeos, os alunos foram divididos em 6 grupos, e juntos, responderam ao problema e contribuíram com algumas hipóteses que foram sendo levantadas, baseadas em seus conhecimentos prévios, sem nenhuma consulta a qualquer material didático. O desenvolvimento dessa atividade foi por meio da resposta do problema numa folha e logo após foi realizada uma “tempestade de ideias” na qual os alunos se posicionaram apresentando suas respostas à situação proposta e cada uma dessas falas foi escrita no quadro de

maneira que todos pudesse interligar o seu conhecimento prévio ao dos colegas, construindo novas hipóteses. Esse primeiro momento objetivou analisar as concepções prévias dos estudantes sobre os conteúdos associados à temática trabalhada e buscou problematizar o conteúdo de ácidos e bases, fazendo-os identificar alguns pontos que deverão ser tratados e reconstruídos no decorrer das atividades. Além de proporcionar a experiência de interagir com os demais alunos da turma construindo o conhecimento de forma mútua e cooperativa. O instrumento de coleta de dados utilizado nessa aula foi a resposta de cada grupo registrada em uma folha, e a participação e interação entre os alunos na atividade de construção da “tempestade de ideias”.

Aula 2: Aula expositiva dialogada. Nesse momento, foi desenvolvida uma aula expositiva com o conteúdo de funções inorgânicas, no qual foram trabalhados os conceitos de ácidos e bases, suas diferentes funções e reações entre si. Para esse momento, foi utilizado como recurso didático uma apresentação de slides no powerpoint, projetados pelo datashow.

Ao final das aulas, foi disponibilizado um tempo para perguntas e comentários feitos pelos alunos sobre o conteúdo. Como objetivo dessa aula pode-se destacar a construção científica dos conceitos citados durante o primeiro momento, ou seja, a possibilidade de reconstrução dos conhecimentos e ideias prévias de cada aluno. A participação dos estudantes diante de suas falas e posicionamentos foi o instrumento de coleta de dados nesta aula. A figura abaixo representa o slide utilizado nesse momento da sequência.

Figura 4: Aula expositiva dialogada




Fonte: elaborado pelo autor

Aula 3: Atividade Experimental. A atividade experimental foi elaborada com o objetivo de explicar, de maneira contextualizada, o tema de ácidos e bases, levando em consideração a vivência da turma em outros âmbitos. Nesse momento, os 6 grupos de 5 alunos se reuniram para realização de um experimento, que auxiliou na resolução do problema proposto. Foram escolhidos como reagentes para esta reação de neutralização o ácido cítrico, contido no limão, e o sal ácido de hidrólise básica, bicarbonato de sódio, visando o baixo custo destes e a possibilidade de manipular esses materiais em sala de aula. Esse tipo de atividade visou simular experimentalmente o que ocorre durante a ação do antiácido no meio estomacal.

A figura 5, abaixo apresentada, trata-se do roteiro experimental utilizado durante a aula, ele contém o problema, o passo a passo para a realização do experimento e a retomada ao problema inicial, para que o estudantes pudessem reconstruir suas idéias no decorrer da atividade. Durante o momento de leitura desse roteiro a professora esteve disponível para esclarecer dúvidas dos estudantes. Os instrumentos de coleta de dados utilizados nesse momento foram o registro de observação da participação dos alunos e a nova resposta ao problema, durante a execução da atividade.

Figura 5: Roteiro Experimental

ATIVIDADE EXPERIMENTAL	 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Graduanda: Brenda Miranda Alunos:	

ATENÇÃO: Todos os alunos deverão utilizar luvas de procedimento, bata, calça jeans e sapatos fechados na aula prática em laboratório.

Problema: Muitas pessoas, no nosso dia a dia, sofrem com problemas de digestão, onde o sintoma mais conhecido é a azia. Alguns medicamentos são indicados para o alívio dessa sensação de queimação. Por que esses medicamentos trazem alívio? Qual a função química deles? Qual a causa da sensação de azia?

1. Proponha uma possível resposta para resolver o problema utilizando os conhecimentos que você já possui sobre o tema.

2. PLANO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

2.1 Materiais, vidrarias e reagentes utilizados:

<ul style="list-style-type: none"> - Limão - Bicarbonato de sódio - Balão de festa 	<ul style="list-style-type: none"> - Garrafa pet - Colher - Copo
---	---

2.2 Procedimento metodológico:

1. Coloque 1 colher de bicarbonato no balão com a ajuda do funil
2. Esprema 1 limão no copo
3. Transfira o sumo do limão para a garrafa
4. Prenda o balão na boca da garrafa, ainda sem deixar que as substâncias se misturem.
5. Erga o balão deixando com que as substâncias de misturem
6. Anote os resultados observados.

3. Proponha uma possível resposta para resolver o problema após a realização da atividade experimental proposta, com base na articulação de suas concepções iniciais, do que foi observado durante o experimento e do que foi apresentado na aula expositiva.

Fonte: Elaborado pelo autor

Aula 4: Retomada ao problema inicial. No quarto e último momento, o problema (P) inicial foi retomado com a possibilidade de haver uma reconstrução dos conhecimentos prévios, com a previsão de novas explicações mais próximas do conhecimento científico. Esse momento, as respostas do roteiro da atividade experimental, entregues pelos alunos, foram utilizados como dados de análise para avaliar o possível avanço observado na compreensão dos conceitos trabalhados durante a aplicação da sequência didática investigativa.

4.4 ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)

Para atender ao primeiro objetivo de pesquisa foram elaboradas categorias para análise dos dados, com base no conhecimento químico abordado por meio da SDI. A seguir apresentamos no quadro 8 estas categorias e suas respectivas descrições.

Quadro 7: Categorias de análise das respostas dos alunos aos problemas propostos

	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
P	Resposta Satisfatória (RS)	Consideramos uma resposta satisfatória quando o grupo explicou com base nos conhecimentos científicos escolares a ação dos medicamentos apresentados e como eles agem, Seu comportamento básico (função como base), e a reação de neutralização que ocorre na ingestão desse medicamento quando entra em contato com a acidez ($\text{pH} < 7$) do estômago, sendo esta a causa da azia.
	Resposta Pouco Satisfatória (RPS)	Consideramos uma resposta pouco satisfatória quando o grupo faz relação do problema com o tema de ácidos e bases, neutralização do pH e função dos medicamentos apresentados, porém não explica completamente os fatores determinantes dos sintomas de azia.
	Resposta Insatisfatória (RI)	Consideramos uma resposta insatisfatória quando o grupo não faz relação alguma do problema com temas como a acidez do estômago, ação básica do medicamento ($\text{pH} > 7$), ou neutralização do pH estomacal
	Não Respondeu (NR)	Classificamos como “não respondeu” quando o grupo deixou a questão em branco, sem resposta.

Adaptado de Silva, Sá e Batinga (2019)

Visando atender o segundo objetivo de pesquisa, foram adotados os seguintes critérios para o desenvolvimento das atividades da sequência:

- a) A construção do conhecimento por meio da SDI, que permite o aluno buscar respostas a problemas pela observação macroscópica;
- b) Análise da construção do conhecimento abordado no experimento apresentado e em outras atividades da SDI (GONÇALVES; GOI, 2018);
- c) Possível alcance da aprendizagem a partir do diálogo coletivo, baseada nas interações entre aluno-aluno e aluno-professor (NASCIMENTO; AMARAL, 2012);

d) Possíveis indícios de aprendizagem dos alunos durante todas as atividades da sequência, com vistas à passagem da ação manipulativa para a intelectual, e na resolução do problema com a construção de novas explicações ao término da sequência (CARVALHO, 2011).

Para o segundo objetivo de pesquisa também foram definidas algumas categorias para análise das respostas dos estudantes na resolução do problema (P), na participação e ações nas atividades desenvolvidas na sequência como: levantamento de hipóteses, “tempestade de ideias”, participação na aula expositiva dialogada, participação na atividade experimental e na resolução de questões norteadoras dos problemas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS: REFERE-SE AO PRIMEIRO OBJETIVO DE PESQUISA

A análise desse primeiro momento baseia-se na mobilização do conceito prévio, proposto por Peruzzi e Fofonka (2014), tornando essas respostas ponto inicial para a construção dessa aprendizagem, pois por meio delas os alunos poderão desenvolver a pesquisa para o desenvolvimento cognitivo.

O ponto chave para o ensino por investigação se tornar eficiente é a importância dada ao conhecimento inicial do aluno, porque o que ele vai concluir com a observação de alguma atividade ou experimento realizado posteriormente depende diretamente do que ela já sabe sobre o assunto (HANSON, 1958; CHALMERS, 1993 apud BORGES, 2002).

P: Muitas pessoas, no nosso dia a dia, sofrem com problemas de digestão, no qual o sintoma mais conhecido é a azia, sendo alguns medicamentos indicados para o alívio dessa sensação de queimação.

Questionamento 1: “Por que esses medicamentos trazem a sensação de alívio?”

O objetivo desse questionamento é que os alunos pudessem relacionar o alívio causado por esse medicamento à ação de neutralização da acidez presente no estômago, já que se trata de um antiácido. De acordo com análise das respostas dos grupos a esse questionamento, percebemos que 3 grupos (G1, G3 e G4) desenvolveram uma resposta que pode ser considerada satisfatória, pois relacionaram o uso do antiácido à regularização ou neutralização do pH.

Outros 2 grupos (G2 e G6) apresentaram respostas categorizadas como pouco satisfatórias, pois argumentam o seguinte, G2: “*Eles tem o efeito antiácido*” e G6: “*Tira a sensação de mal estar que é causada pela queimação*”, apresentando respostas parciais, não citando fatores determinantes como pH, acidez ou basicidade. Um grupo (G5) respondeu de maneira insatisfatória, pois não fez nenhuma relação da ação do medicamento com o enunciado do problema. Eles

fizeram a seguinte afirmação: *“O medicamento auxilia a enzima amilase a quebrar os alimentos mal digeridos.”*

Questionamento 2: *“Qual a função química dos medicamentos?”*

O objetivo desse segundo questionamento é que os estudantes identificassem a função básica do medicamento responsável pela neutralização de um meio ácido. Com base na análise das respostas sobre o 2º questionamento é possível notar que 4 (G1, G2, G4 e G6) dentre os 6 grupos apresentaram respostas pouco satisfatórias, uma vez que não relacionaram a resposta com o caráter básico do medicamento.

Esses grupos responderam o seguinte, G1: *“Função inorgânica”*; G6: *“Função química de regular o pH”*; G2: *“Função de neutralizar o pH do suco gástrico”*, G4: *“São sais básicos”*. Um dos grupos não respondeu a pergunta (G5), e um grupo (G3) apresentou resposta satisfatória, relacionada com o enunciado do problema, por exemplo, à função básica do medicamento, G3: *“É básica”*.

Questionamento 3: *“Qual a causa da sensação de azia estomacal?”*

O objetivo para esse questionamento seria que os alunos justificassem a causa da sensação da azia, se baseando na elevada acidez do meio estomacal. Entretanto, as respostas apresentadas pelos estudantes para o 3º questionamento indicam que a maioria dos grupos respondeu de forma insatisfatória, pois não explicaram os fatores que causam a sensação de queimação, do ponto de vista da Química.

Os grupos responderam: G5: *“Pois, os alimentos não são triturados corretamente.”*; G6: *“Consumo exagerado de alimentos gordurosos que o intestino demora a digerir”*; G1: *“Má alimentação gerando gases inapropriados para o estômago”* e G3: *“Falta de equilíbrio do estômago devido à desordem nos hábitos alimentares”*. Já os outros dois grupos de alunos (G2 e G4) responderam ao questionamento 3 de maneira satisfatória, G2: *“elevada acidez do estômago”* e G4: *“elevação da acidez do estômago”*.

Quadro 8: Síntese da análise das questões a partir das concepções prévias

QUESTÃO	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Por que esses medicamentos trazem a sensação de alívio?	RS	RPS	RS	RS	RI	RPS
Qual a função química dos medicamentos?	RPS	RPS	RS	RP	NR	RPS
Qual a causa da sensação de azia estomacal?	RI	RS	RI	RS	RI	RI

Fonte: elaborado pelo autor

5.2 ANÁLISE DAS AÇÕES E RESPOSTAS DOS ALUNOS NAS ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: REFERE-SE AO SEGUNDO OBJETIVO DE PESQUISA

As atividades desenvolvidas pelos estudantes durante a realização da sequência didática foram estruturadas com base em elementos do ensino investigativo, de acordo com Carvalho (2011), Carvalho (2018), Sasseron (2018), Nascimento e Amaral (2012), Baptista (2010) e Sasseron (2013) são eles:

- a) Um problema inicial que é apresentado para a construção do conhecimento (Problema P), busca-se a passagem da ação manipulativa (em caso de realização de atividade experimental ou de interação com objetos concretos) para a intelectual na resolução do problema por meio de um processo de reconstrução dos conhecimentos prévios dos alunos,
- b) A tomada de consciência dos conhecimentos prévios a partir do levantamento/elaboração de hipóteses com a aprovação ou rejeição destas, a partir da testagem e/ou confronto de hipóteses,
- c) A construção de novas explicações através do conhecimento científico escolar aprendido.

Na primeira aula da sequência didática foram apresentados dois vídeos referentes à ação de um antiácido no estômago e logo depois foram levantados os questionamentos referentes ao problema proposto. A utilização da contextualização da atividade com os sintomas da azia baseia-se no que é proposto por Zabala (1998), quando afirma que é necessário se planejar atividades flexíveis à vivência dos alunos, para que esse aprendizado se torne mais significativo. Nesse momento, a professora incentivou o questionamento e o levantamento de hipóteses, que ajudaram no desenvolvimento da “tempestade de ideias” pelos estudantes. Em

seguida, houve a discussão dos integrantes dos grupos para elaborar uma resposta inicial do problema proposto, sendo quando cada um dos grupos relatou situações do seu cotidiano.

Esses aspectos corroboram com Carvalho (2018) quando afirma que devem ser oferecidas condições que proporcionem aos alunos elaborar seus argumentos, buscando o entendimento do conteúdo trabalhado e a construção do conhecimento. Essa atividade muito enriquecedora contribui para a construção coletiva do conhecimento. Foi possível notar que muitas informações fornecidas na exibição dos vídeos, durante o levantamento de hipóteses pelos estudantes, contribuíram para esclarecer algumas questões relativas à primeira resposta ao problema.

No segundo momento foi realizada uma aula expositiva dialogada, tratando dos conceitos de ácidos e bases, suas características, suas diferenças e reações entre essas substâncias. O objetivo desse momento foi introduzir a linguagem científica como mediadora da reconstrução dos conhecimentos prévios dos estudantes, o que segundo Sasseron (2013) pode ser um espaço de introdução a enculturação científica na escola. Nessa atividade os grupos foram bastante participativos, alguns deles relataram experiências relacionadas ao conteúdo abordado, fizeram colocações e esclareceram dúvidas relativas ao tema apresentado.

Na terceira aula foi realizada uma atividade experimental com o objetivo de desenvolver a criatividade dos estudantes e permitir que eles reconstruam seu conhecimento prévio, baseando-se na investigação, como propõe Gonçalves e Goi (2018).

Esse tipo de atividade, como leituras e observações de experimentos, faz o aluno buscar respostas para os problemas cotidianos a partir dos conhecimentos adquiridos, o que segundo a BNCC (BRASIL, 2017), deve ser primordial no ensino de Ciências, pois se trata de uma Ciência da Natureza, o que requer dos alunos ações de registro, coleta de dados, análise e discussão diante dos diversos fenômenos químicos (FARIAS, BAZAGLIA e ZIMMERMANN, 2009).

O experimento trata de uma reação de neutralização entre o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), presente no limão, e o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). Nessa ocasião, os alunos, em grupos, manipularam os materiais disponíveis e fizeram a leitura do roteiro experimental. Os materiais usados foram garrafa pet, balão, funil, espátula, limão e bicarbonato de sódio. Os alunos espremeram o suco do limão e transferiram

para a garrafa, e com o auxílio do funil adicionaram uma colher de bicarbonato no balão. Após isso, eles anexaram o balão na boca da garrafa e misturaram as duas substâncias.

Em todo momento da atividade experimental, o problema foi retomado para que os estudantes estivessem sempre focados no objetivo da atividade, que foi o de observar e analisar o fenômeno químico ocorrido, e elaborar respostas para a resolução do problema. Esses aspectos vivenciados pelos estudantes convergem com o que afirma Carvalho (2018), quando menciona que a experimentação pode propiciar o levantamento de hipóteses, o reconhecimento de conceitos científicos, a explicação dos fenômenos envolvidos, relacionando o que eles aprenderam com o mundo real.

Todos os grupos realizaram o mesmo experimento, ao mesmo tempo, registraram, analisaram o que estava acontecendo do ponto de vista macroscópico e responderam algumas questões propostas pelo professor, foram elas: “O que ocorreu quando as duas substâncias entraram em contato?”; “Por que o balão encheu após o contato das duas substâncias?”; “Qual a função química dos reagentes utilizados na reação?”; “Que tipo de reação ocorreu entre o limão e o bicarbonato?”; “Qual a relação do experimento relacionado com o problema apresentado?”.

A partir da observação e análise da reação de neutralização os estudantes foram incentivados pela professora a formular uma resposta consensual, que representasse as ideias levantadas por cada grupo. Concordando com Nascimento e Amaral (2012), entendemos que este tipo de atividade é fundamental, pois a discussão na coletividade abre espaço para o diálogo, e promove trocas que podem favorecer avanços cognitivos para todos os estudantes.

Na aula 4, logo após a realização do experimento, a professora trouxe alguns questionamentos, no roteiro experimental, pois segundo Oliveira (2010), para que a proposta de trabalhar essa sequência estimulem os estudantes, é necessário que algumas estratégias sejam utilizadas para que a atenção esteja voltada à atividade. Alguns pontos importantes, por exemplo, são os registros escritos referentes ao experimento e até mesmo alguns questionamentos que possam desenvolver o pensamento crítico.

Questionamento 1: “O que ocorreu quando as duas substâncias entraram em contato?”

Dos grupos, 3 (G1, G5 e G6) apresentaram uma resposta satisfatória e disseram que visualizaram uma reação entre o bicarbonato e o sumo do limão, já os outros 3 (G2, G3 e G4) relataram de maneira pouco satisfatória o ocorrido com as seguintes afirmações: G2: *“Espumou”*; G3: *“Criou bolhas”*; G4: *“Esfriou a garrafa”* que diretamente tratam de evidências de uma reação química.

Questionamento 2: “Por que o balão encheu após o contato das duas substâncias?”

Quatro grupos (G3, G4, G5 e G6) responderam que o motivo do balão encher foi resultado da reação ocorrida que liberou um gás, resposta considerada satisfatória. Já os outros dois grupos (G1 e G2) não responderam.

Questionamento 3: “Qual a função química dos reagentes utilizados na reação?”

Somente 2 grupos responderam à pergunta de maneira satisfatória, G3: *“O limão é o ácido e o bicarbonato é a base.”* G4: *“O limão é uma substância ácida e o bicarbonato é um sal de caráter básico.”* Os demais grupos (G1, G2, G5 e G6) responderam de maneira pouco satisfatória que o limão seria o ácido, mas não sabiam a função inorgânica do bicarbonato na reação.

Questionamento 4: “Que tipo de reação ocorreu entre o limão e o bicarbonato?”

Todos os grupos responderam, de maneira satisfatória, que tratava-se de uma reação de neutralização.

Questionamento 5: “Qual a relação do experimento relacionado com o problema apresentado?”

O grupo G1 respondeu ao questionamento de maneira insatisfatória, relacionando o experimento apresentado com a causa da azia: *“É essa reação que ocorre no nosso corpo que causa a azia, e a queimação é por causa do gás liberado.”*

Os outros 5 grupos (G4, G2, G3, G5 e G6) responderam de maneira satisfatória e fizeram relação do experimento com o que ocorre no estômago quando ingerimos o antiácido, comparando a função do bicarbonato na reação com a do antiácido no estômago. O grupo G5 fez uma relação bastante coerente comparando cada agente da reação com partes do problema proposto, explicando até mesmo o fato do gás contido no balão: *“Acontece da mesma forma no nosso estômago. O antiácido neutraliza a acidez do estômago assim como o bicarbonato faz com o limão, e*

o gás que foi liberado e ficou na bola, é liberado do estômago e nós colocamos para fora como um “arroto”.

Estes questionamentos promoveram interações entres os alunos e o professor, puderam exercitar a sua criatividade, e a professora pode guiá-los ao levantamento das hipóteses, voltadas a elaboração de uma solução para o problema. Isso concorda com o que afirma Bachelard (1993), quando diz que o conhecimento se desenvolve a partir de respostas a problemas diversos.

A participação, ações, interações e respostas dos estudantes na atividade de experimentação da sequência corroboram com contribuições citadas por Gonçalves e Goi (2018) sobre o papel da experimentação investigativa. Para os autores, este tipo de experimentação se torna relevante no ensino de Ciências, porque é por meio dela que o aluno busca alcançar novas perspectivas diante de um problema, podendo contribuir para o desenvolvimento da criatividade, exploração do pensamento crítico e reconstrução do seu conhecimento prévio.

Consideramos que a aula expositiva dialogada, o experimento, juntamente com a discussão e respostas aos questionamentos propostos pela professora, foi possível notar o quanto é significativo possibilitar que os alunos construam seu próprio conhecimento de maneira a se tornar protagonista do processo de ensino e aprendizagem de Química.

Quadro 9: Síntese da análise das questões do roteiro experimental

QUESTÃO	G1	G2	G3	G4	G5	G6
O que ocorreu quando as duas substâncias entraram em contato?	RS	RPS	RPS	RPS	RS	RS
Por que o balão encheu após o contato das duas substâncias?	NR	NR	RS	RS	RS	RS
Qual a função química dos reagentes utilizados na reação?	RPS	RPS	RS	RS	RPS	RPS
Que tipo de reação ocorreu entre o limão e o bicarbonato?	RS	RS	RS	RS	RS	RS
Qual a relação do experimento relacionado com o problema apresentado?	RI	RS	RS	RS	RS	RS

Fonte: elaborado pelo autor

5.3 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NA RETOMADA DO PROBLEMA: REFERE-SE AO SEGUNDO OBJETIVO DE PESQUISA

A sequência didática investigativa prevê uma reapresentação do problema (P) para uma nova resolução pelos estudantes, com o objetivo de analisar possíveis modificações e avanços com relação ao conhecimento sobre ácido-base e compreensão e resolução do problema. Nesse método de ensino, é necessário que haja o estímulo aos conflitos cognitivos para que os estudantes busquem alternativas diante de situações que apresentem dúvidas, o que possibilita a relação de suas ideias iniciais com seus novos conhecimentos (ZABALA, 1998).

Questionamento 1: “Por que esses medicamentos trazem a sensação de alívio?”

Os seis grupos apresentaram uma resposta satisfatória, relacionando a ação dos medicamentos com a reação de neutralização que visa minimizar a acidez do líquido estomacal. Os grupos escreveram as seguintes afirmações, G1: *“Ajudam a neutralizar o pH do ácido do estômago”*; G2: *“Os medicamentos agem na acidez do suco gástrico”*; G3: *“Porque eles neutralizam os ácidos estomacais”*; G6: *“Neutraliza a acidez do estômago”*; G5: *“Regulariza o pH do ácido do estômago”*; G4: *“Porque neutralizam o ácido que causa a azia”*.

Questionamento 2: “Qual a função química dos medicamentos?”

5 grupos (G2, G3, G4, G5 e G6) responderam a essa pergunta de maneira satisfatória, empregando ao medicamento apresentado a função química da substância ácida de hidrólise básica. As respostas foram as seguintes, G4: *“Função de neutralizar o ácido por meio da utilização de uma base”*; G5: *“Função química básica”*; G6: *“Funciona como base, regulando o pH”*; G2: *“Função inorgânica base.”* G3: *“É básica”*. Apenas um dos grupos (G1), representando a menor parte dos alunos, apresentou uma resposta pouco satisfatória, pois citaram os dois tipos de função, não especificando de qual delas pertencia à classe química do medicamento e sua função. A resposta do grupo foi: *“Ácido e base”*.

Questionamento 3: “Qual a causa da sensação de azia estomacal?”

Um dos grupos (G1) respondeu a essa pergunta de maneira insatisfatória, pois relacionaram a causa da sensação de azia aos gases presentes no meio estomacal. Entretanto, 5 grupos (G2, G3, G4, G5 e G6) responderam ao questionamento de forma satisfatória, apresentando questões relacionadas à acidez elevada do estômago, G2: “Elevado nível de acidez, gerando queimor”; G3: “Falta de equilíbrio do pH do estômago”; G4: “Aumento de ácido no estômago”; G5: “Aumento da concentração de ácido no estômago.” G6: “pH do estômago desregulado”.

Quadro 10: Síntese da análise das questões na retomada do problema

QUESTÃO	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Por que esses medicamentos trazem a sensação de alívio?	RS	RS	RS	RS	RS	RS
Qual a função química dos medicamentos?	RPS	RS	RS	RS	RS	RS
Qual a causa da sensação de azia estomacal?	RI	RS	RS	RS	RS	RS

Fonte: elaborado pelo autor

A análise das respostas apresentadas não deve focar somente em verificar se os alunos aprenderam os conteúdos, mas a profundidade com que aprenderam e reconstruíram seus conhecimentos anteriores. Como propõe Baptista (2010), nessa metodologia de ensino o professor deve focar em todos os passos dados, desde o questionamento até a comunicação dos resultados.

Diante das respostas dos estudantes, acima apresentadas, percebeu-se que as justificativas, em sua maioria, se mostraram mais embasadas no conhecimento químico formal, quando comparadas com as respostas iniciais do problema, em que eles apresentaram uma linguagem mais casual (senso comum) ligada aos seus conhecimentos prévios baseados em vivências do cotidiano.

As análises dos posicionamentos prévios comparados aos finais, desenvolvidos após a experimentação proposta, apresentam mudanças evidentes também quando avaliamos a linguagem dos alunos diante dos conceitos químicos, reações químicas, e explicações elaboradas para o problema baseadas nos conhecimentos adquiridos.

Dessa maneira, podemos concluir que as atividades da sequência vivenciadas proporcionaram aos estudantes uma maior e melhor compreensão do conteúdo químico relativo às funções inorgânicas ácido e base.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática investigativa pôde propiciar a participação efetiva dos estudantes durante todo o processo, atuando como protagonistas na construção do seu próprio conhecimento. Um dos pontos cruciais para a eficiência dessa ferramenta foram as interações estabelecidas entre alunos-alunos e alunos-professora, no processo de construção do conhecimento químico de forma coletiva.

Os estudantes participaram da experimentação investigativa por meio de ações direcionadas ao levantamento de hipóteses, mobilização de conhecimentos prévios, troca de ideias entre os grupos, e a turma, trabalho em grupos e resolução do problema. Todos esses elementos se enquadram em características do ensino por investigação, conforme Sasseron (2018), Carvalho (2018) e Nascimento e Amaral (2012).

Na análise das respostas ao problema, no início da sequência, foi possível perceber que os discentes apresentaram dificuldades em relacionar conhecimentos químicos com a resolução dos questionamentos sobre o tema Ázia, entretanto, a análise das produções e ações em cada passo da atividade da sequência investigativa indica que suas respostas, na retomada ao problema, foram mais embasadas no conhecimento adquirido sobre os conceitos de ácidos e bases.

Dessa forma, podemos perceber que a abordagem de uma temática do cotidiano, a partir de aspectos do ensino por investigação, propiciou aos estudantes uma melhor compreensão sobre os conceitos químicos ácido-base e reação de neutralização. Assim, conclui-se que a sequência didática investigativa mostrou-se uma estratégia eficiente, pois permitiu a contextualização, o desenvolvimento de habilidades investigativas e a construção do conhecimento químico pelos alunos.

Com esse resultado, os objetivos futuros são que essa sequência seja aprimorada e melhor organizada para novas aplicações em sala de aula e continuar com os estudos envolvendo sequência didática investigativa e ácidos e bases em nível mestrado.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

BACHELARD, Gaston. La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance. Vrin, 1993.

BALDAQUIM, Matheus Junior et al. A experimentação investigativa no ensino de química: construindo uma torre de líquidos. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 19-36, 2018.

BAPTISTA, M. L. M. Concepção e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 295 f. 2010. **Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa**, Lisboa, 2010.

BENTLIN, Fabrina Regia Stumm. Resolução de problemas como prática de ensino sobre funções inorgânicas para alunos da EJA. 2010.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (2017). Base Nacional Comum Curricular, Brasília: Secretaria da Educação Básica.

CARNEIRO, Mateus Guimarães; BALDAQUIM, Matheus Junior; LEAL, Luana Pires Vida. Analisando a temática experimentação no ensino de química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 205-223, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas-(SEI). **O uno e o diverso na educação**, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.

DA COSTA BOCATO, Débora Cristina Curto. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA: PERSPECTIVAS E POSSIBILIDADES. In: **Colloquium Humanarum. ISSN: 1809-8207**. 2014. p. 01-12.

FARIAS, Cristiane Sampaio; BASAGLIA, Andréia Montani; ZIMMERMANN, Alberto. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. In: **I CONGRESSO**. 2009.

FELTRE, R. Química: volume 1. 6. **Ed. São Paulo: Moderna**, 2004.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. A experimentação investigativa no ensino de Ciências na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 (esp), p. 207-221, 2018.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GUIMARÃES, Lucas Peres et al. Ensino de Ciências e experimentação: reconhecendo obstáculos e possibilidades das atividades investigativas em uma formação continuada. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 1164-1174, 2018.

HOFSTEIN, A.P. e LUNETTA, V. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, p. 28-54, 2003.

LEAL, Rodrigo Rozado; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina; PEDROSO, Giovanni Bressiani. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS. 2019.

MONTEIRO, Paula Cavalcante et al. ÁCIDOS E BASES NO COTIDIANO: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO INVESTIGATIVO PARA O ENSINO MÉDIO. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 1, p. 227-241, 2019.

LOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

NASCIMENTO, J. M. de; AMARAL, E. M. O Papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos químicos. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012.

NERI, Elisete Siqueira; MARQUES, Fabielle Castelan; SOUZA, Tércio da Silva de. Sequência didática sistematizada nos três momentos pedagógicos para o ensino de ciências com articulação na nova base nacional comum curricular. **Revista Prática Docente (RPD)**, 2020.

OLIVEIRA, M.V.N.M.; MESSEDER, J.C. Cara a Cara com as Funções Inorgânicas”: Uma Proposta Lúdica para o Ensino de Química. In: **52º Congresso Brasileiro de Química**. Recife 14 à 18 de outubro de 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae, Canoas**, v.12, n.1, p. 139- 153, Jan. /jun. 2010

OLIVEIRA, N. de; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 15, p. 01-12, 2010.

PERUZZI, Sarah Luchese; FOFONKA, Luciana. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: A visão dos professores das Ciências da Natureza. **Educação Ambiental em Ação**, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1754>>. Acesso em: 27 de Maio de 2022.

REIS, M. Química: Meio Ambiente, Cidadania e Tecnologia: volume 2. 1. **Ed. São Paulo: FTD**, 2010.

SALGADO SILVA, Rafael et al. Por que o branco parece estar aceso? Experimentação investigativa a partir da teoria da atividade. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5395-5400, 2017.

SANTOS, Tâmara NP et al. Aprendizagem ativo-colaborativo-interativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

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**, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino por investigação: pressupostos e práticas. **São Paulo, sd (Apostila de Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Módulo**

7. Capítulo 12. p. 116-124). 2018 Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf> Acesso em: 18 de Maio de 2022.

SILVA, Elizete Terezinha.; SÁ, Roberto Araújo.; BATINGA, Veronica Tavares Santos. A resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 169-188, mai./ago. 2019.

ZABALA, Antônio. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed. 1998.