



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

FRANCISCO IDELBRANDO LIMA RODRIGUES

**O EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO RECURSO DIDÁTICO NO
ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS E DE ÁCIDOS E BASES NO 9º ANO DO
ENSINO FUNDAMENTAL: UM ESTUDO DE CASO**

FORTALEZA

2023

FRANCISCO IDELBRANDO LIMA RODRIGUES

O EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO
DE REAÇÕES QUÍMICAS E DE ÁCIDOS E BASES NO 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Isaías Batista de Lima.
Coorientadora: Profa. Dra. Gisele Simone Lopes.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R613e Rodrigues, Francisco Idelbrando Lima.
O experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental : um estudo de caso / Francisco Idelbrando Lima Rodrigues. – 2023.
154 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Isaías Batista de Lima.

Coorientação: Profª. Dra. Gisele Simone Lopes.

1. Ensino de química. 2. Experimentação em química. 3. Material de baixo custo. I. Título.

CDD 370.7

FRANCISCO IDELBRANDO LIMA RODRIGUES

O EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE
REAÇÕES QUÍMICAS E DE ÁCIDOS E BASES NO 9º ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 03/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Isaías Batista de Lima (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Profa. Dra. Gisele Simone Lopes (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Pablyana Leila Rodrigues da Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Luisa Célia Melo Pacheco
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

À Deus, artífice de tudo que é.

À minha família, base de tudo que sou.

AGRADECIMENTOS

À Santíssima Trindade, graças vos dou por sempre me conduzir da melhor forma e derramar suas bênçãos sobre mim e minha família.

À minha família, por ser a base e a referência que tenho para caminhar a cada dia e progredir sempre.

Ao meu orientar professor Isaías Batista de Lima e a minha coorientadora professora Gisele Simone Lopes, pelo tempo e dedicação em indicar os caminhos, orientações para o desenvolvimento desta dissertação e acompanhar sempre o passo a passo da produção deste texto.

À professora Célia Melo, grande amiga que cultivei desde o tempo de CECITEC em Tauá, pelas conversas que desenvolveram o pensamento crítico e pelo estímulo para a vida acadêmica.

Aos meus colegas, professores e a UFC, por me acolherem tão bem nas viagens que fiz a Fortaleza para assistir as aulas do mestrado.

Aos alunos que fizeram parte desta pesquisa e a escola distrital em que a desenvolvi, pela receptividade, confiança e carinho com que me trataram.

“A ciência nada mais é que o senso comum refinado e disciplinado” (Myrdal, 1969).

RESUMO

A experimentação no ensino de química é um recurso didático fundamental, promovendo debates por meio de problemas reais, contextualizando e articulando processos de investigação, contribuindo para despertar o interesse dos discentes, trazendo melhorias para o aprendizado dessa ciência. Entretanto muitas escolas não dispõem de um laboratório e/ou reagentes e equipamento, para a realização de aulas práticas. Assim o uso da experimentação com material de baixo custo, para além da superação das dificuldades de estrutura e material, pode favorecer a compreensão de conceitos, leis e teorias, dando ao aluno um maior entendimento dos conteúdos escolares e a percepção de que a ciência está em todos os lugares. O objetivo geral desse trabalho foi analisar a utilização de experimentos de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz-CE. A pesquisa foi observacional, exploratória e descritiva, tendo como dimensão mais ampla um delineamento bibliográfico e estudo de caso, com abordagem qualitativa para análise dos dados. Os resultados da pesquisa coletados pelo Questionário de Percepção dos Alunos mostraram que para a turma de 9º ano estudada, 72% dos alunos ficaram muito satisfeitos quanto as aulas experimentais, gerando maior estímulo para aprendizagem dos conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases. Esse mesmo padrão de resposta ocorreu com 79% dos discentes que consideraram que os experimentos os tornaram mais curiosos para aprender química. A experimentação estimulou uma expressiva interação da turma, o que levou 87% dos alunos a estarem muito satisfeitos sobre a participação nas atividades em classe. Por fim, alcançou-se um percentual de 93% de “muito satisfeito” quando os alunos estudados optaram pela preferência de aulas de ciências com experimentos, assim como da aceitação da metodologia utilizada nas aulas. Considerou-se que a realização dos experimentos com material de baixo custo, superou a falta de estrutura e material que a escola distrital apresentava, e que o potencial desse material é grande e de fácil acesso, permitindo maior frequência de realização dos experimentos, bem como um baixo impacto ambiental. Também foi possível observar que além do ganho no sentido do aprendizado dos conteúdos, houve maior envolvimento e motivação dos estudantes, pelo qual podemos concluir que a metodologia utilizada resultou em uma aprendizagem prática, construtiva e com aplicação do conhecimento em contextos do mundo cotidiano.

Palavras-chave: ensino de química; experimentação em química; material de baixo custo.

ABSTRACT

Experimentation in chemistry teaching is a fundamental didactic resource, promoting debates through real problems, contextualizing and articulating research processes, contributing to awakening the interest of students, bringing improvements to the learning of this science. However, many schools do not have a laboratory and/or reagents and equipment to carry out practical classes. Thus, the use of experimentation with low-cost material, in addition to overcoming structural and material difficulties, can favor the understanding of concepts, laws and theories, giving the student a greater understanding of school content and the perception that science is everywhere. The general objective of this work was to analyze the use of low-cost experiments as a teaching resource in teaching chemical reactions and acids and bases in the 9th year of elementary school in a district school in the city of Arneiroz-CE. The research was observational, exploratory and descriptive, with the broadest dimension being a bibliographical design and case study, with a qualitative approach to data analysis. The research results collected by the Student Perception Questionnaire showed that for the 9th grade class studied, 72% of students were very satisfied with the experimental classes, generating greater stimulus for learning the contents of chemical reactions and acids and bases. This same response pattern occurred with 79% of students who considered that the experiments made them more curious about learning chemistry. The experiment stimulated significant class interaction, which led to 87% of students being very satisfied with their participation in class activities. Finally, a “very satisfied” percentage of 93% was achieved when the students studied chose to prefer science classes with experiments, as well as accepting the methodology used in classes. It was considered that carrying out the experiments with low-cost material overcame the lack of structure and material that the district school had, and that the potential of this material is great and easily accessible, allowing greater frequency of carrying out the experiments, as well as a low environmental impact. It was also possible to observe that in addition to the gain in learning the content, there was greater involvement and motivation of students, which means we can conclude that the methodology used resulted in practical, constructive learning and application of knowledge in contexts of the everyday world.

Keywords: chemistry teaching; experimentation in chemistry; low cost material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Representação de uma reação química.....	42
Figura 2	–	Representação genérica de uma reação de síntese.....	43
Figura 3	–	Representação genérica de uma reação de decomposição.....	43
Figura 4	–	Reação de precipitação entre o nitrato de chumbo e o iodeto de potássio.....	44
Figura 5	–	Sistema fechado com queima de vela e nível de água.....	45
Figura 6	–	Reação química em sistema fechado.....	46
Figura 7	–	Conservação da massa em sistema fechado.....	47
Figura 8	–	Escala de pH.....	51
Figura 9	–	Valores de pH usando como indicador o repolho roxo.....	53
Figura 10	–	Localização do município de Arneiroz no mapa territorial do Ceará.....	58
Figura 11	–	Renda das famílias dos alunos que estudam na Escola distrital.....	60
Figura 12	–	Denominação religiosa das famílias dos alunos.....	61
Figura 13	–	Material de baixo custo da prática de combustão da vela.....	68
Figura 14	–	Equipe Lavoisier realizando o procedimento 1 da prática de combustão da vela.....	70
Figura 15	–	Equipe Proust realizando o procedimento 2 da prática de combustão da vela.....	71
Figura 16	–	Equipe Arrhenius realizando o procedimento 3 da prática de combustão da vela.....	72
Figura 17	–	Resposta do item (d) do procedimento 3 da prática de combustão da vela.....	79
Figura 18	–	Material de baixo custo utilizado na prática descobrindo reações químicas... 81	
Figura 19	–	Procedimento 1 envolvendo reação orgânica com a enzima catalase: (a) Alunos preenchendo a FOE2 e cortando os pedaços de batata; (b) Primeiro pedaço de batata em contato com a água oxigenada; (c) 5 pedaços de batata em contato com a água oxigenada decorrido um certo tempo; (d) 10	

	pedaços de batata em contato com a água oxigenada decorrido um certo tempo.....	82
Figura 20	– Procedimento 2 envolvendo reação de oxirredução com zinco e cobre: (a) Alunos fazendo a leitura da FOE2 e organizando o material; (b) Circuito mantado com LED aceso.....	84
Figura 21	– Procedimento 3 envolvendo reação de equilíbrio: (a) Alunos fazendo a leitura da FOE2 e organizando o material; (b) Mudança de cor no sistema causada pela fenoftaleína 1%; (c) Aluno soprando gás carbônico no sistema (d) Sistema com uma coloração rosa mais fraca.....	86
Figura 22	– Material de baixo custo utilizado na prática de indicador natural de pH.....	94
Figura 23	– Realização da prática de indicador natural de pH: (a) Equipe Lavoisier realizando o procedimento; (b) Equipe Proust realizando o procedimento; (c) Equipe Arrhenius realizando o procedimento; (d) Amostras da Equipe Arrhenius.....	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Média geral das turmas referente ao 1º e 2º período no intervalo de 2017 – 2019 considerando os conteúdos químicos dentro do componente de ciências.....	59
Gráfico 2	– Respostas da turma para a pergunta 1.....	102
Gráfico 3	– Respostas da turma para a pergunta 2.....	103
Gráfico 4	– Respostas da turma para a pergunta 3.....	104
Gráfico 5	– Respostas da turma para a pergunta 4.....	105
Gráfico 6	– Respostas da turma para a pergunta 5.....	106
Gráfico 7	– Respostas da turma para a pergunta 6.....	107
Gráfico 8	– Respostas da turma para a pergunta 7.....	108
Gráfico 9	– Respostas da turma para a pergunta 8.....	109
Gráfico 10	– Respostas da turma para a pergunta 9.....	110
Gráfico 11	– Respostas da turma para a pergunta 10.....	111
Gráfico 12	– Respostas da turma para a pergunta 11.....	111
Gráfico 13	– Respostas da turma para a pergunta 12.....	112
Gráfico 14	– Respostas da turma para a pergunta 13.....	113
Gráfico 15	– Respostas da turma para a pergunta 14.....	114
Gráfico 16	– Respostas da turma para a pergunta 15.....	115
Gráfico 17	– Respostas da turma para a pergunta 16.....	115
Gráfico 18	– Respostas da turma para a pergunta 17.....	116
Gráfico 19	– Respostas da turma para a pergunta 18.....	117
Gráfico 20	– Respostas da turma para a pergunta 19.....	118
Gráfico 21	– Respostas da turma para a pergunta 20.....	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Relação das habilidades de química referentes ao 9º ano do ensino fundamental.....	27
Quadro 2	–	Vários experimentos e a lei de Proust.....	47
Quadro 3	–	Indicadores ácido-base.....	52
Quadro 4	–	Relação de equipamentos e bens de consumo nas famílias.....	60
Quadro 5	–	O interesse dos alunos e famílias sobre temas socioculturais.....	61
Quadro 6	–	Sequência didática adaptada para esta pesquisa.....	64
Quadro 7	–	Descrição dos instrumentos de pesquisa que foram utilizados.....	66
Quadro 8	–	Descrição do que acontece em cada procedimento da prática de combustão da vela.....	69
Quadro 9	–	Respostas de cada equipe para o item (a) dos procedimentos da prática de combustão da vela.....	76
Quadro 10	–	Respostas de cada equipe para o item (b) dos procedimentos da prática de combustão da vela.....	77
Quadro 11	–	Respostas de cada equipe para o item (c) dos procedimentos 1 e 2 da prática de combustão da vela.....	78
Quadro 12	–	Descrição do que acontece em cada procedimento da prática descobrindo reações químicas.....	81
Quadro 13	–	Respostas de cada equipe para o item (a) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas.....	89
Quadro 14	–	Respostas de cada equipe para o item (b) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas.....	90
Quadro 15	–	Respostas de cada equipe para o item (c) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas.....	91
Quadro 16	–	Respostas de cada equipe para a questão 1 da prática de indicador natural de pH.....	98

Quadro 17 – Respostas de cada equipe para a questão 2 da prática de indicador natural de pH.....	99
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO.....	21
2.1	Dos Jesuítas à LDB de 1996.....	21
2.2	A química no ensino fundamental.....	24
2.3	Práticas frequentes no ensino de química.....	29
3	O EXPERIMENTO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	32
3.1	Química: uma ciência experimental.....	32
3.2	A abordagem problematizadora de Paulo Freire na experimentação em química.....	36
3.3	A abordagem construtivista de Vygostky na experimentação em química.....	38
4	O USO DIDÁTICO DO EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO NA QUÍMICA DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	41
4.1	Experimentação de baixo custo envolvendo reações químicas.....	41
4.2	Experimentação de baixo custo envolvendo ácidos e bases.....	50
5	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	55
5.1	Caracterização da pesquisa.....	55
5.2	Local da pesquisa e critérios de escolha.....	56
5.3	A rede municipal de ensino de Arneiroz, a escola investigada e os sujeitos da pesquisa.....	57
5.4	Objetos de conhecimento.....	62
5.5	Etapas da pesquisa.....	62
5.6	Técnica da pesquisa.....	65
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
6.1	Reação de combustão da vela.....	67
6.1.1	Ficha de Observação Experimental 1.....	68
6.1.2	Questionário Experimental 1.....	75
6.2	Descobrimos reações químicas.....	80
6.2.1	Ficha de Observação Experimental 2.....	80

6.2.2	Questionário Experimental 2.....	87
6.3	Indicador natural de pH.....	93
6.3.1	Ficha de Observação Experimental 3.....	93
6.3.2	Questionário Experimental 3.....	97
6.4	Questionário de Percepção dos Alunos.....	101
6.4.1	Discutindo o Questionário de Percepção dos Alunos.....	101
7	PRODUTO EDUCACIONAL.....	121
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
	REFERÊNCIAS.....	124
	APÊNDICE A – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 1: REAÇÃO DE COMBUSTÃO DA VELA.....	128
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 1: REAÇÃO DE COMBUSTÃO DA VELA.....	132
	APÊNDICE C – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 2: DESCOBRINDO REAÇÕES QUÍMICAS.....	134
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 2: DESCOBRINDO REAÇÕES QUÍMICAS.....	140
	APÊNDICE E – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 3: INDICADOR NATURAL DE pH.....	142
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 3: INDICADOR NATURAL DE pH.....	145
	APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DOS ALUNOS COM O USO DE MATERIAL DE BAIXO CUSTO.....	147
	APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO.....	151
	ANEXO A – MODELO DE OBSERVAÇÃO DAS AULAS.....	152

1 INTRODUÇÃO

O atual ensino formal de química apresenta forte influência da abordagem tradicional de transmissão do conhecimento, no qual o professor detentor do saber ensina apenas com aulas expositivas sem se preocupar com a percepção e “visualização” dos conteúdos por parte dos alunos, bem como se o conhecimento pode ser relevante ou não para vivência diária. Quando o que o professor ensina pode ser problematizado e gera discussão, o aluno sente-se atraído diante daquilo que pode fazer diferença em sua vida (Taha *et al.*, 2016).

A química tem como objeto de estudo a matéria, suas propriedades, transformações e a energia envolvida nesses processos, apresentando uma linguagem própria (Russel, 1996). O conhecimento químico apresenta três dimensões de representação, esse entendimento já está consolidado há décadas na literatura: dimensão macroscópica ou fenomenológica, microscópica ou teórica e simbólica. O nível macroscópico trata dos fenômenos e processos químicos que podemos observar visivelmente, que podemos manipular concretamente e perceber pelos nossos sentidos. A dimensão microscópica trata do movimento e arranjos de moléculas, átomos e partículas, já o nível simbólico envolve a parte de nomenclatura, símbolos, fórmulas, equações químicas e estruturas (Pauletti *et al.*, 2014).

Sendo a química uma linguagem, que também é expressão da linguagem da ciência e da natureza no geral, é imprescindível que cada aluno tenha a capacidade para compreendê-la, fazendo uma leitura de mundo pelas habilidades que a alfabetização científica lhe possibilita (Chassot, 2003).

O ensino e a aprendizagem de química pela experimentação na educação básica e principalmente na parte inicial desta, que é o ensino fundamental, faz-se estratégia riquíssima para criação de situações reais, em que o conhecimento encontra uma aplicabilidade, e ainda podem ser explorados os questionamentos levantados pela prática. Essa abordagem experimental representa metodologia de ensino que muda o papel do aluno para agente ativo na construção do conhecimento coletivo (Novaes *et al.*, 2013).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental propõe que o componente de ciências seja provocador, instigante, desenvolvido pela problematização e experimentação. A nova perspectiva para o processo de ensino e aprendizagem tem como foco o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, inserindo-os na sociedade da tecnologia e da informação. A parte de química contemplada na unidade temática de matéria e energia exige dos alunos um aumento progressivo na habilidade de abstrair

conceitos, analisar fenômenos e identificar transformações físicas, químicas, biológicas e sociais (Brasil, 2017).

O desenvolvimento das atividades de química no ensino fundamental deve-se nortear por estratégias de ensino, baseadas na investigação e experimentação, partindo do cotidiano do aluno. Ao longo dessa etapa de ensino muitos alunos criam um bloqueio com os conteúdos desse componente curricular, prejudicando sua compreensão de mundo e sua capacidade de agir nos processos que nele ocorrem, os principais fatores que contribuem para esse cenário são o grau de complexidade de conceitos científicos, a falta de representação de fenômenos microscópicos e dinâmicos, falta de materiais e estrutura de laboratório para experimentação e professores sem capacitação para aulas práticas (Gonçalves; Goi, 2020). Sendo assim, o objeto de estudo desta pesquisa é a relação de influência da experimentação com material de baixo custo como recurso didático positivo na prática de ensino de química no ensino fundamental.

Portanto, este é o contexto paradigmático que orienta o presente estudo, calcado na seguinte questão de pesquisa: Como a experimentação, usando materiais de baixo custo, pode potencializar o ensino de química no ensino fundamental? E de forma particular, como pode influenciar no ensino dos conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases para os alunos do 9º ano de uma escola distrital em Arneiroz-CE?

Neste sentido, o caminho da pesquisa que se tomou tem como objetivo geral analisar o experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz, no estado do Ceará. Dando consequência a pesquisa tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Contextualizar a organização do conhecimento químico e as práticas frequentes de ensino de química na parte dos anos finais do ensino fundamental;
- Compreender a experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem problematizadora e construtivista;
- Mostrar o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas e ácidos e bases;
- Produzir e aplicar o produto educacional.

O contexto desta pesquisa partiu da hipótese de que a experimentação, usando materiais de baixo custo, potencializará melhoria da qualidade do ensino em química no ensino fundamental.

A metodologia da pesquisa foi caracterizada com o uso dos métodos dedutivo e indutivo, operando desde a pesquisa teórica quanto ao campo empírico da mesma, marcada pelos procedimentos da observação, com vistas a melhor análise dos dados da pesquisa. A análise qualitativa dos dados foi o procedimento que orientou o tratamento dos achados da pesquisa, que atendeu aos objetivos exploratório e descritivo da referida análise, dados estes coletados por meio de uma pesquisa bibliográfica, marcada por um estudo de caso, cujas técnicas de pesquisa foram o uso de fichas de observações experimentais, questionários experimentais e questionário de percepção dos alunos.

A presente dissertação está estruturada em 8 capítulos. O capítulo 1, à guisa desta *Introdução*, consiste na breve contextualização e apresentação da pesquisa e sua estrutura.

O Capítulo 2, intitulado *O ensino de química no ensino fundamental: uma contextualização*, traz os acontecimentos ao longo da história do Brasil a cerca do ensino de ciências e de química, desde a chegada dos jesuítas até a LDB de 1996, a nova organização do ensino de química trazida pela BNCC de 2017 para o ensino fundamental e às práticas frequentes de ensino utilizadas pelos professores no ensino de química.

O Capítulo 3, sob o título *O experimento como recurso didático no ensino de química*, trata do surgimento da experimentação como ferramenta para o método científico e depois como recurso didático para o ensino de química, os tipos de experimentos e suas finalidades, o questionamento avaliativo da prática experimental e os fatores que dificultam essa atividade nas escolas. Em seguida aborda a teoria da educação problematizadora de Paulo Freire e seus conceitos utilizados na experimentação em química e a teoria construtivista de Vygostky e os principais conceitos utilizados na experimentação em química.

O Capítulo 4, com o título *O uso didático do experimento de baixo custo na química do ensino fundamental*, aborda as vantagens do uso da experimentação de baixo custo e os níveis do conhecimento químico, além de aprofundar o entendimento do conhecimento teórico de reações químicas para alunos do 9º ano do fundamental e indicar ideias de experimentos com material de baixo custo envolvendo reações químicas. No mesmo capítulo, damos continuidade falando sobre a teoria de ácidos e bases de Arrhenius, bem como a ideia da escala de pH e indicadores de caráter ácido-base e apresentando ideias de como desenvolver a prática experimental com material de baixo custo envolvendo esse assunto.

O Capítulo 5, constando *Metodologia da pesquisa*, buscou fazer uma apresentação da metodologia que orientou a pesquisa, em seus procedimentos metodológicos,

técnico, local da pesquisa e etapas.

O Capítulo 6, intitulado *Resultados e discussões*, tratou de apresentar os resultados da pesquisa analisando cada um dos instrumentos de coleta de dados da aplicação dos experimentos com material de baixo custo e o questionário de avaliação do ensino, além de promover uma discussão sobre as questões que levantaram a problemática da pesquisa.

O Capítulo 7, sob o título *Produto educacional*, consiste numa apresentação do guia experimental contendo o conjunto de práticas que foram aplicadas na pesquisa, tendo o objetivo de ser um material didático de apoio na experimentação ao professor de química que atua no ensino fundamental, cujo resultado da pesquisa se apresentou promissor por promover uma melhor compreensão do conteúdo, motivando, envolvendo, estimulando a curiosidade e a criticidade dos alunos nas equipes de trabalho.

O Capítulo 8, intitulado de *Considerações finais*, trata de expor a influência que os dados coletados revelam sobre o uso de experimentos com material de baixo custo como recurso didático. Mostra também o cenário favorável ao ensino de química pela construção do conhecimento pela experimentação, pela sistemática em equipe e pela contextualização de mundo. Também no presente capítulo se levanta a necessidade de estudos futuros, onde o uso dos experimentos com material de baixo custo possam explorar outros conteúdos de ensino, diferentes dos que foram abordados na presente pesquisa, além de metodologias que integrem a experimentação como recurso didático aliado a outra técnica de ensino, à exemplo de formulários e questionários que permitam a livre produção do aluno.

2 O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO

Neste capítulo desenvolve-se os acontecimentos ao longo da história do Brasil a cerca do ensino de ciências e de química, desde a chegada dos Jesuítas até a institucionalização do conhecimento químico para os alunos do ensino fundamental, apoiados pelos estudos de Lima (2013), Castro *et al.*, (2019) e pelos documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Nacional de Educação (CNE).

Amplia-se a contextualização do ensino de química, analisando a nova organização curricular implementada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017 para o ensino fundamental e o que expõe o Documento Curricular Referencial do Ceará (DCRC) de 2019 alinhado a BNCC, dando ênfase ao componente curricular de ciências da natureza nas habilidades referentes a unidade temática de matéria e energia do 9º ano, por apresentar esta os objetos específicos da química.

Conclui-se apresentando as práticas frequentes no ensino de química na etapa do ensino fundamental, abordando o fluxo do conhecimento escolar segundo Chassot (2003), as práticas convencionais de acordo com Castro *et al.*, (2019), Silva *et al.*, (2019) e a educação problematizadora em Paulo Freire pelo estudo de Silva (2010). Discorre-se sobre as práticas alinhadas à BNCC e o estudo de Ribeiro e Ramos (2012) sobre práticas interativas fundamentadas na teoria sociocultural de Vygotsky. Também foram apresentadas as práticas direcionadas ao uso da experimentação no ensino de química e as que empregam material de baixo custo, baseado em estudos recentes de Messeder *et al.*, (2018) e Gonçalves e Goi (2020).

2.1 Dos Jesuítas à LDB de 1996

Os historiadores apontam o surgimento da química como disciplina científica distinta no final do século XVIII, nesse mesmo período uma importante obra do químico francês Lavoisier (1743 – 1794) intitulada “Tratado elementar de Química” publicada em 1789 trouxe descobertas sobre a natureza dos elementos químicos e a conservação da massa durante as reações químicas, lançando base para criação de novas teorias, logrando-o reconhecimento como pai da química moderna (Carnevalle, 2018).

Com as descobertas e explorações de novas terras pelas navegações a partir do século XV, a Europa passou por um período de agitação e produção de novos conhecimentos,

fenômeno histórico sem precedentes chamado de revolução científica (séculos XVI a XVIII). No Brasil, a prática da ciência de forma organizada e acessível ao público em geral foi um processo demorado, caracterizado por uma lenta institucionalização da ciência no país (Lima, 2013).

No período do Brasil colônial, que durou do descobrimento em 1500 até a independência da coroa de Portugal em 1822, o ensino de ciências no país não avançou, devido a dependência política, cultural e econômica de Portugal e o desinteresse dos portugueses aos avanços tecnológicos e econômicos da Europa ocorridos durante os séculos XVII e XVIII (Lima, 2013).

O ensino no Brasil teve início com a chegada dos Jesuítas em 1549, implantando uma educação formal que seguia o mesmo modelo das escolas de Portugal dirigidas por esses religiosos, ou seja, um ensino de formação humanista dedicado à formação de uma elite letrada. Em 1759, a educação brasileira tinha apenas 33 instituições escolares incluindo colégios, seminários e internatos, sendo que nesse mesmo ano o Marquês de Pombal, ministro do rei de Portugal, expulsou da metrópole e de suas colônias os Jesuítas (Lima, 2013; Castro *et al.*, 2019).

Após a reforma pombalina que ocorreu de 1750 a 1777, tanto no Brasil como em Portugal, houve um impulso para o nascimento do ensino de ciências experimentais, muitos brasileiros objetivando uma carreira científica ou médica, ingressaram na Universidade de Coimbra em Portugal. Apenas em 1772 o Vice-Rei Marquês de Lavradio cria no Rio de Janeiro a Academia Científica para o estudo das ciências, tendo uma seção dedicada ao estudo da química (Lima, 2013).

Com a invasão de Portugal por Napoleão e a fuga da corte real portuguesa para o Brasil em 1807, vários eventos importantes ocorreram para a estruturação das atividades relacionadas às ciências. Destaca-se em 1808 a criação do Colégio Médico-Cirúrgico da Bahia em Salvador por D. João VI não sendo o primeiro do país, em 1810 a criação da Academia Real Militar e o curso de engenharia com a disciplina de química fazendo parte do currículo, o que representava naquele momento o primeiro curso regular de química no Brasil e em 1812 a criação no Rio de Janeiro do Gabinete de química e do Laboratório de química aplicada, fechando o último em 1819 (Lima, 2013).

No período do Brasil Imperial que foi da independência da coroa de Portugal em 1822 até a proclamação da república em 1889, o imperador que mais contribuiu para o avanço das ciências, tecnologias, industrialização e crescimento econômico foi D. Pedro II que governou entre 1831 e 1889. O imperador se detinha ao estudo da química, influência de

seus professores José Bonifácio e Alexandre Vandelli, era assíduo nas aulas, exames e encontros científicos e tinha um laboratório particular de química, onde realizava experimentos e estudava obras importantes de químicos europeus como Dalton e Laurent (Lima, 2013).

Em 1837 a transformação do seminário de São Joaquim deu origem ao Imperial Colégio D. Pedro II no Rio de Janeiro, servindo de modelo para a implantação de outros estabelecimentos de ensino, estruturando assim o ensino secundário brasileiro, tendo em seu currículo várias disciplinas científicas (Lima, 2013).

Durante o período imperial o ensino de química foi ministrado à título de disciplina da grade curricular de cursos superiores como medicina, engenharia e farmácia, em 1887 os conhecimentos de química e ciências naturais começaram a ser exigidos nos exames de acesso a esses cursos superiores, impulsionando uma popularização que não se tinha visto antes na história brasileira (Castro *et al.*, 2019).

Com a proclamação da República em 1889 o Brasil entra no período republicano, nesse momento destaca-se a primeira escola brasileira para formação de profissionais para a indústria química, o Instituto de Química do Rio de Janeiro criado em 1918, que instituiu o primeiro curso oficial de química no Brasil sob duas modalidades, uma de caráter científico, destinada à formação de profissionais em química e outra de curta duração destinada ao conhecimento científico de natureza química para pessoas leigas. Embora esses cursos tenham sido extintos em 1921, foram base para ideias que levaram a criação de novos cursos de química posteriormente (Lima, 2013).

Com a reforma educacional Francisco Campos a partir de 1931 a química passa a ser disciplina regular no ensino secundário brasileiro, o objetivo era desenvolver no aluno conhecimentos científicos, mostrar sua relação com o cotidiano e despertar o interesse pela ciência. A inclusão do ensino de ciências de forma progressiva para o ensino primário ocorre por volta de 1970, a partir daí a disciplina de ciências passa a fazer parte do currículo (Castro *et al.*, 2019).

A visão do ensino de química apontada pela reforma Francisco Campos foi perdendo força ao longo dos anos e com a reforma da educação pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692 de 1971, houve a criação do ensino médio profissionalizante e a prática do ensino de química estritamente técnico-científico (Lima, 2013).

Ocorreu também na década de 1970 o surgimento das primeiras equipes que se dedicaram à pesquisa sobre o ensino de ciências, consolidando muitos trabalhos em 1990, apresentando constatações fundamentais de diagnóstico e proposição de alternativas para a

educação brasileira frente às novas exigências curriculares (Castro *et al.*, 2019).

Outra grande reforma da educação ocorreu com a promulgação da terceira Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9.394 de 1996, regulamentando o sistema educacional brasileiro desde a educação básica até a superior, apontando a necessidade de diretrizes, parâmetros nacionais e de uma base comum para o currículo das escolas (Lima, 2013).

Em 1997 foi elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o ensino fundamental, estabelecendo as orientações curriculares para as diferentes áreas de conhecimento, incluindo o ensino de química nessa etapa, orientando os professores e as escolas na elaboração dos currículos escolares e na prática pedagógica (Brasil, 1997).

O Conselho Nacional de Educação (CNE) por meio da resolução CNE/CEB nº 7 de 2010, estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o ensino fundamental de nove anos, normatizando e organizando o funcionamento do ensino nessa etapa, incluindo o ensino de ciências, com o objetivo de orientar a elaboração dos currículos das escolas, estabelecendo as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos alunos (Brasil, 2010).

Na atualidade o ensino de química é ministrado desde os primeiros anos do ensino fundamental, apresentando uma organização curricular e diretrizes recentes trazidas pela Base Comum Curricular (BNCC) de 2017 (Brasil, 2017), garantindo uma institucionalização abrangente do ensino de química, indo desde o momento em que a criança inicia sua vida escolar até os cursos superiores que tem relação direta com essa disciplina em seus programas.

No tópico seguinte mostra-se a organização atual do ensino de química dentro do componente curricular de ciências do 9º ano do ensino fundamental.

2.2 A química no ensino fundamental

Com a homologação da BNCC em 2017 para o ensino fundamental os conteúdos de ciências da natureza e de química ganharam uma nova organização curricular.

A BNCC já estava prevista na Constituição Federal de 1988, na LDB nº 9.394 de 1996 e no Plano Nacional de Educação (PNE), Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Sua construção foi resultado de um trabalho coletivo que se deu durante uma linha de tempo, e representa o documento referencial comum obrigatório para elaboração dos currículos e propostas pedagógicas da educação básica de todas as redes de ensino do país (Brasil, 2017).

O texto oficial homologado define a BNCC como:

[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), e está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) (Brasil, 2017, p.7).

O foco da BNCC é o ensino por competências, tendências das avaliações internacionais como Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Laboratório Latino-americano de Avaliação da Qualidade da Educação para a América Latina (LLECE), criado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). A orientação pedagógica por competências indica o que o aluno deve saber, considerando conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, e o saber fazer, considerando a mobilização desses elementos (Brasil, 2017).

Outro foco também é o compromisso com a educação integral visando a formação do desenvolvimento humano global, entendido como complexo e não linear das dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica. Uma atenção especial é dada a superação do conhecimento disciplinar fechado pelo interdisciplinar com aplicação na vida real dos educandos (Brasil, 2017).

A BNCC é o documento de referência em todo o território nacional que define as aprendizagens essenciais para cada etapa da educação básica, sendo ponto de partida para a construção dos currículos das redes de ensino e de cada componente curricular, essa parte comum será ampliada pela parte diversificada, considerando a regionalidade de cada local, por fim tudo isso se junta dando vida às propostas pedagógicas de cada escola (Nova Escola, 2022).

Nos anos finais do ensino fundamental a química, presente no componente de ciências da natureza, demanda um aumento progressivo na habilidade de abstrair conceitos, analisar fenômenos e identificar transformações físicas e químicas, além da habilidade de prever o impacto das decisões e atitudes tomadas pelo aluno. O componente de ciências está organizado em três unidades temáticas que se repetem ao longo do ensino fundamental: matéria e energia; vida e evolução; terra e universo. Na unidade de matéria e energia, temos

contempladas as habilidades que trabalham os conteúdos químicos, é estudado o uso sustentável de diferentes formas de recursos materiais e energéticos, bem como à análise dos diferentes materiais e tipos de energias, utilizados na vida moderna, bem como suas transformações, observando a manutenção dos recursos naturais e o equilíbrio ambiental. Na unidade de vida e evolução os alunos são levados a se compreenderem como parte da biosfera, é estudado os seres vivos e suas relações com o meio ambiente, o conceito de saúde e bem estar é construído, bem como os processos evolutivos da vida, compreensão do potencial antrópico de modificação do meio, dando ênfase as decisões que promovem equilíbrio ambiental e de manutenção da saúde. Na unidade de terra e universo é ampliado o estudo da astronomia e dos processos de formação do universo, do Sistema Solar, da Terra e outros corpos celestes, é desenvolvido o pensamento espacial e a compreensão dos fenômenos que ocorrem na esfera terrestre, considerando o desenvolvimento socioambiental e sustentável (Ceará, 2019).

A organização do conhecimento nas três unidades temáticas permite o ensino de química ao longo da etapa do fundamental, com um maior aprofundamento e complexidade dos conceitos nos anos finais, essa mudança é extremamente positiva, se comparada a antes, onde o ensino de química ficava restrito apenas ao 9º ano. A proposta para o ensino de química são atividades interdisciplinares, baseadas na investigação e experimentação onde o professor é o agente central na escolha do quê e como ensinar (Ceará, 2019).

Do total das 66 habilidades de ciências da natureza no fundamental II, 24 são de química, distribuídas da seguinte forma: 4 habilidades no 6º ano; 6 habilidades no 7º ano; 6 habilidades no 8º ano e 7 habilidades no 9º ano. O Documento Curricular Referencial do Ceará, que está alinhado a BNCC, especifica o que deve ser trabalhado a fim de desenvolver cada habilidade (Ceará, 2019). A seguir no Quadro 1 encontramos essas informações referentes ao 9º ano do fundamental.

Quadro 1 - Relação das habilidades de química referentes ao 9º ano do ensino fundamental

9º ANO		
Unidade temática: Matéria e Energia		
Habilidade	Objeto de conhecimento	Objetos específicos
(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceitos fundamentais de química: propriedades gerais e específicas da matéria; - Classificação periódica dos elementos; - Distribuição eletrônica; - Ligações químicas; - Estados físicos da matéria; - Mudanças de estados físicos da matéria.
(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reações químicas; - Conservação das massas em uma reação química.
(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura atômica; - Elementos químicos; - Modelos de átomos e moléculas para explicar características macroscópicas mensuráveis; - Os modelos atômicos de Rutherford e Bohr.
(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> - O caráter policromático da luz branca; - Cores primárias (azul, verde e vermelho) no sistema de percepção e nos aparelhos e equipamentos; - Composição da Luz (experimento - disco de Newton); - A reflexão difusa da luz e a cor de um corpo.
(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Som e Ondas; - Propagação do som; - Qualidades do som; - Modelo ondulatório; - Fenômenos ondulatórios; - Reflexão e refração;

		- Tecnologias de comunicação.
(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas fotocélulas etc.	- Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde.	- Usos tecnológicos das radiações; - Características das radiações; - Radiação – propagação de energia, espectro de radiações e usos cotidianos; - Luz, radiação visível, luz e cor, cor-pigmento; - Cores e temperatura; - Aplicações das radiações; - Ondas eletromagnéticas e sistemas de informação e comunicação.
(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc).	- Aspectos quantitativos das transformações químicas; - Estrutura da matéria; - Radiações e suas aplicações na saúde.	- Radiações e seus usos em medicina, agricultura, indústria e artes (radiografia, gamagrafia e tomografia); - Efeitos biológicos das radiações.

Fonte: Ceará, 2019.

Cada habilidade refere-se a uma ação do conhecimento que será executado, e esse conhecimento está especificado pelos objetos do conhecimento, que são os conteúdos de ensino e os objetos específicos são os conteúdos em uma forma detalhada. O conjunto das habilidades formam as competências específicas de áreas, e a relação entre as habilidades podem ser intracomponente, dentro da disciplina, ou intercomponente, entre disciplinas, em uma condição de interdisciplinaridade (Ceará, 2019).

Embora se tenha mostrado como é a organização proposta para o ensino de química para o 9º ano do ensino fundamental, a prática desse ensino em sala de aula dar-se por um conjunto de metodologias escolhidas por cada professor, muitas dessas práticas frequentes se afasta da proposta trazida pela BNCC, outras convergem para a proposta do currículo oficial, o que se aborda no tópico seguinte.

2.3 Práticas frequentes no ensino de química

Para Chassot (2003) o fluxo do conhecimento escolar mudou, antes esse fluxo era de dentro da escola para a comunidade, agora com a globalização e os meios digitais é o mundo que invade a escola, os alunos trazem consigo uma variedade de informações atuais surpreendendo os professores, esses mesmos alunos mostram-se mais exigentes com as aulas de química, onde pouco parece interessar. Neste sentido Chassot defende uma reconversão sobre um papel atuante no trabalho com o conhecimento científico que será estudado, onde a escola deve se transformar em um polo de disseminação de informações privilegiadas para chegar de forma efetiva na realidade dos estudantes.

O ensino de tendência tradicional tem como característica principal a transmissão massiva de conteúdos, professor e aluno com papéis rígidos, sendo o professor o detentor do saber e o aluno o receptor desse saber. O que caracteriza a eficiência do professor é a quantidade de conteúdos repassados até o final do ano letivo, sendo o aluno perfeito aquele que sabe de cor o que recebeu ao longo desse período (Chassot, 2003).

No ensino de química, a tendência tradicional é expressão de práticas na forma de aulas expositivas onde o professor usa apenas o quadro, fala, escreve, pede para o aluno copiar, repassando os conteúdos que ganham uma visão de conhecimento pronto e dogmático, verdade descoberta e inquestionável (Castro *et al.*, 2019).

A ação mecânica de memorizar símbolos químicos, fórmulas moleculares, nomes de substâncias, reações, dentre outros processos representa fator que determina dependendo da ênfase dada em sala de aula a aversão dos alunos à química, levando a cenários em que mesmo depois de finalizarem a educação básica, não encontram proximidade e aplicação da ciência na sua realidade (Silva *et al.*, 2019).

Essa forma de ensino pautada no depósito de conteúdos, sem nenhuma preocupação com o contexto social em que os alunos vivem, em que o conhecimento apenas é depositado, sucessivas vezes, o educador Paulo Freire deu o nome de educação bancária. O contrário dessa prática de ensino é o que Paulo Freire chama de educação problematizadora, o conhecimento intencionado de algo, que terá aplicação direta na vida e na realidade de quem aprende. Esse conhecimento exige diálogo, pois ninguém conhece sozinho, e assim passa a existir o processo de intercomunicação e intersubjetividade entre os sujeitos (Silva, 2010).

O repasse de conhecimento químico que se faz conteúdo distante da realidade histórica e social dos alunos, repetidas vezes mostra-se prática de ensino sem sentido aquele que aprende, promovendo desgosto e desmotivação, reforçando a ideia de o estudo de ciência

é algo difícil e incompreensível (Castro *et al.*, 2019).

As práticas de ensino alinhadas com a BNCC para o ensino fundamental utilizam como abordagem a contextualização para o ensino de química, o uso do cotidiano para aproximar o conhecimento científico do aluno, tornando o abstrato e teórico palpável e prático (Brasil, 2017).

Outra abordagem também alinhada a BNCC é a interdisciplinaridade dos objetos de conhecimento, promovendo unificação de saberes entre as áreas das ciências e dando uma visão ao aluno de que no mundo natural tudo se relaciona. Ideia desenvolvida pelo crescente entendimento das potencialidades de cada área do conhecimento (Silva *et al.*, 2019).

É frequente na sala de aula uma prática de ensino de química unidirecional, onde o professor transmite o conhecimento de forma unilateral pela exposição de informações, sem qualquer discussão, participação dos alunos ou atividade colaborativa. Por outro lado existe uma tendência crescente para práticas de ensino mais construtivas e interativas, seja em duplas, trios ou outras formações em grupo, fundamentadas pelas contribuições do psicólogo e filósofo russo Vygotsky em seus estudos sobre a relação entre o desenvolvimento cognitivo e a interação social (Ribeiro; Ramos, 2012). Para Vygotsky o aluno como qualquer pessoa é um ser social, que aprende com os outros indivíduos, construindo seu conhecimento individual, sendo assim a aprendizagem ocorre principalmente através da interação com os outros alunos, com as outras pessoas (Ribeiro; Ramos, 2012).

Essas atividades interativas são positivas no sentido de que produzem um confronto saudável de diferentes ideias, elevando a qualidade do pensamento conjunto do grupo, motiva seus membros na medida em que todos obtêm o conhecimento que buscam nas ajudas e explicações dos seus demais componentes (Ribeiro; Ramos, 2012).

Muitas práticas no ensino de química utilizam como ferramenta a experimentação, por ser um recurso didático que permite contextualizar o conhecimento científico e aproximá-lo à realidade tecnológica e social do aluno. O caráter problematizador e a função pedagógica da experimentação fazem do aluno um ser pensante e ativo nas ações de observar, propor, questionar e relacionar as informações com as quais trata (Messeder *et al.*, 2018; Gonçalves; Goi, 2020). No campo da experimentação em química destacam-se as práticas que empregam material de baixo custo, uma vez que independe de infraestrutura básica de laboratório e material de difícil aquisição e valor elevado. Isso viabiliza a experimentação como recurso didático em sala de aula, tornando concreto o que o aluno vê e lê nos livros de ciências (Gonçalves; Goi, 2020).

Em resumo verificamos que a prática do ensino de química atualmente reúne uma

variedade de metodologias e técnicas de ensino, e que embora sejam frequentes tendências tradicionais que reforçam a ação de memorizar, exposição verbal de conteúdos e transmissão unidirecional do conhecimento, são adotadas também práticas que promovem a contextualização, interdisciplinaridade, interação, além da experimentação com material de baixo custo.

No capítulo seguinte aborda-se o experimento como recurso didático no ensino de química, o que implica entender como começou a experimentação em química e em especial no contexto escolar, quais os tipos de experimentos, quais elementos deve-se considerar para um bom planejamento da prática experimental em sala de aula e em que consiste a abordagem experimental em uma visão problematizadora e colaborativa segundo o pensamento de Paulo Freire e Vygostky, respectivamente.

3 O EXPERIMENTO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

Neste capítulo discorre-se sobre o surgimento da experimentação como ferramenta para o método científico e como recurso didático para o ensino de química, apoiados pelos trabalhos de Machado *et al.*, (2018); Leite (2018); Lima (2018); Messeder *et al.*, (2018) e Gonçalves e Goi (2020). Aprofunda-se no estudo de Taha *et al.*, (2016) sobre os tipos de experimentos e suas finalidades, e ver-se os fatores que dificultam nas escolas a realização das atividades práticas, tendo como referência autores como Santana *et al.*, (2019); Ferreira *et al.*, (2017); Gonçalves e Goi (2020); Messeder *et al.*, (2018); Valadares (2001); Novaes *et al.*, (2013) e Brasil (2020). Também se fala de pontos para o questionamento avaliativo da experimentação apoiados no estudo de Ferreira *et al.*, (2017).

Em seguida aborda-se a teoria da educação problematizadora de Paulo Freire e seus conceitos utilizados na experimentação em química, tomando como referência autores como o próprio Paulo Freire (1987) em sua obra *Pedagogia do Oprimido*; Silva (2010); Francisco JR *et al.*, (2008) e Delizoicov (1983 e 2001). Amplia-se a discussão para a abordagem construtivista de Vygostky e os principais conceitos utilizados na experimentação em química, tomando como referência autores como Moreira (1999); Miranda (2005) e Ribeiro e Ramos (2012).

3.1 Química: uma ciência experimental

A química é uma ciência de natureza experimental, sendo precisamente sua aplicação prática o que leva a uma melhor compreensão de seus diferentes níveis de conhecimento. Essa abordagem experimental contextualiza e ampara discussões que agregam valor as teorias, fenômenos e conceitos estudados, e sendo adequadamente planejada é forte fator para apropriação do conhecimento químico, motivação e interesse dos alunos (Machado *et al.*, 2018).

A experimentação começou a ser utilizada como ferramenta para observação desde o período de Francis Bacon (1561-1626) com o método indutivista, uma abordagem para a investigação científica que se concentrou em coletar evidências empíricas e inferir leis gerais a partir dessas observações. Isso porque Bacon acreditava que o conhecimento científico deveria ser construído por meio de um processo passo a passo, em que os cientistas deveriam observar a natureza, fazer hipóteses baseadas nessas observações, testar essas hipóteses por meio de experimentos e em seguida generalizar os resultados obtidos,

validando ou refutando as hipóteses levantadas (Leite, 2018).

Ao longo do tempo consolidou-se o papel da experimentação para comprovação de fatos e teorias, exemplo disso é o método hipotético-dedutivo do austríaco Karl Popper (1902-1994), que se baseia na ideia de que o conhecimento científico é obtido por meio da formulação de hipóteses, seguida de tentativas de refutá-las por meio de experimentos e observações (Leite, 2018).

Nesse sentido o foco da experimentação era a necessidade de explicar teorias, comprová-las ou refutá-las, sendo instrumento de descoberta do conhecimento e encultramento do discurso científico (Leite, 2018).

Ao longo do tempo a experimentação ganhou outros enfoques, nos processos de ensino e de aprendizagem de química e é muito utilizada como estratégia didática, para promover debates por meio da criação de problemas reais, contextualizar e articular processos de investigação (Lima, 2018). O caráter investigativo e a função pedagógica da experimentação permitem ao aluno observar, propor, questionar e relacionar informações, alterando sua posição de apenas receptor do conhecimento definido (Messeder *et al.*, 2018; Gonçalves; Goi, 2020).

Deve-se ter o cuidado para que a atividade experimental nas aulas de química seja bem estruturada, de modo que não caia em seu desenvolvimento na realização de roteiros rígidos, sem espaço para argumentação (Gonçalves; Goi, 2020). Nesse sentido os mesmos autores consideram primordial uma atividade prática que surja de uma pergunta norteadora, pois terá potencial para gerar conhecimento e aplicá-lo a vários contextos de sentido para o aluno.

A experimentação para ser eficaz além de seguir uma linha científica ou educativa, deve contemplar as diferentes aprendizagens que pode estimular os alunos de uma sala, para isso existem diferentes abordagens práticas, pois devemos considerar também que cada professor quando opta por um experimento tem objetivos definidos. São quatro os tipos de experimentos nesse sentido, experimento show, ilustrativo, investigativo e problematizador (Taha *et al.*, 2016).

O experimento show tem a função de atrair a atenção dos alunos para o ensino de química e despertar o interesse pela experimentação, trata-se de uma ferramenta para motivar os alunos no estudo dos conteúdos. Quanto a aprendizagem que pode ser gerada, não existe uma preocupação sobre isso durante a realização da prática, competindo ao professor identificar o interesse dos alunos e os direcionar para uma discussão sobre os eventos que acontecem na atividade experimental, gerando significado para a aprendizagem

do aluno (Taha *et al.*, 2016).

O experimento ilustrativo é o mais comum nas escolas, foca em demonstrar conceitos e comprovar teorias, tendo como função reforçar o aprendizado dos conceitos (Taha *et al.*, 2016). Uma crítica a esse tipo de experimentação é que quando a ilustração foca tão somente na comprovação de teorias, limitando o ensino apenas a simples validação do que já é esperado pelo aluno, um movimento no outro sentido seria o de construir um novo conhecimento, diante não do que já foi consolidado à séculos, mas de problemas reais que desafiam o aluno hoje. Faz-se crítica também na forma de conduzir a experimentação apenas pela demonstração, em uma proposta onde o aluno fica preso a observar, anotar e escrever em relatórios (Lima, 2018).

O experimento investigativo pressupõe que o aluno tenha conhecimentos prévios de certos assuntos, pois a atividade exige coletar dados, fazer interpretações, analisar, observar e compilar resultados. Motivam os alunos na medida em que esses devem percorrer um caminho para solucionar a situação proposta, produzindo novos conhecimentos. Nessa atividade experimental o professor fica como mediador da prática que deve ser concretizada pelo próprio aluno (Taha *et al.*, 2016).

O experimento problematizador estar ligado à educação problematizadora de Paulo Freire, deve investigar uma curiosidade mais ampla dos alunos, despertando nesses a criticidade, segue uma sequência estruturada em três etapas, problematização inicial, organização do conhecimento e sistematização do conhecimento, onde a escrita é um processo fundamental (Taha *et al.*, 2016).

Na primeira etapa da prática problematizadora o professor deve apresentar para os alunos o conhecimento teórico de tal forma que permita a esses levantar problemas através de questionamentos, em seguida na segunda etapa o aluno vai através de registros fazer uma organização do seu conhecimento para na etapa três analisar e interpretar com criticidade os resultados da experimentação. Ao longo da prática o professor irá problematizar junto dos alunos suas observações, sem fornecer explicações e conceitos já prontos, é importante o professor conduzir a atividade fazendo-os conhecer que para interpretar os resultados do experimento é necessário usar de outros caminhos e conhecimentos (Taha *et al.*, 2016).

Os dados atuais sobre os recursos relacionados à infraestrutura disponível nas escolas da educação básica foram levantados pelo Censo Escolar de 2019, onde se identificou que apenas 3,6% das 78.794 escolas públicas de ensino fundamental dispõem de estrutura de laboratório de ciências (Brasil, 2020). Nessas escolas geralmente não se desenvolvem atividades experimentais, pela falta de estrutura e de material (Santana *et al.*, 2019).

Diversos são os fatores identificados pelos estudos, que dificultam a realização da experimentação nas aulas de química, os mais citados são: falta de laboratório adequado; falta de materiais para as práticas; falta da quantidade de aulas; pouco tempo do professor para preparar as práticas; número elevado de alunos por turma; falta de roteiros prático-experimentais; falta de formações que capacitem os professores para práticas de laboratório (Ferreira *et al.*, 2017; Gonçalves; Goi, 2020). É importante salientar que esses fatores dificultam a experimentação, mas não a inviabiliza, outras estratégias podem ser colocadas em ação. Segundo Valadares (2001) quanto mais simples for o experimento, mas instrutivo e atraente se mostrará, podendo nesse caso ser feito no espaço da sala de aula, ou em outra estrutura que não seja o laboratório de ciências, e por materiais alternativos e de baixo custo (Messeder *et al.*, 2018).

A compreensão de que aulas práticas só devem acontecer se a escola dispuser de laboratório de química ou ciências deve ser expandida, podendo ocorrer experimentos em qualquer espaço de presença do aluno, na biblioteca, no refeitório, na cozinha, no pátio, na sala de aula, todos esses ambientes são eficientes para as atividades experimentais (Novaes *et al.*, 2013).

Grande importância é dada ao livro didático, pelos professores, alunos e pais, por ser instrumento que organiza e propõe uma sequência dos conteúdos para estudo durante os anos da etapa de ensino, em alguns casos esse é o único recurso que orienta todo o processo de ensino, o que não é recomendado. Cada coleção do livro didático traz para o professor uma forma de trabalhar a experimentação, em certos casos o docente dispõe apenas da proposta do livro, não tendo acesso a outra fonte de saber sistematizado, em toda situação é importante considerar pontos para um bom planejamento do experimento (Ferreira *et al.*, 2017).

Ferreira *et al.*, (2017) trazem uma série de pontos no formato de questionamento avaliativo para esse planejamento, que são: a) Quantas são as atividades experimentais? b) O experimento necessita de um laboratório para execução? c) Os materiais e equipamentos a serem utilizados são acessíveis? d) São fornecidos cuidados para a prática de atividades perigosas? e) A atividade apresenta um questionamento inicial, condição inicial da atividade investigativa? f) Ao final é retomada a pergunta inicial para discussão? g) O procedimento experimental dá liberdade à construção pelo aluno ou é um roteiro experimental fechado? h) A atividade tem relação com a vida cotidiana dos alunos?

Todos esses questionamentos devem ser levados em consideração na escolha da atividade prática, pois cada escola apresenta uma condição específica que permite ou não a experimentação, a depender do que o professor se propõe a realizar com os alunos, e a

dependem do que pode ser adaptado na prática para sua realização (Ferreira *et al.*, 2017).

No tópico seguinte explica-se a abordagem problematizadora de Paulo Freire, principais conceitos e aplicação na experimentação em química.

3.2 A abordagem problematizadora de Paulo Freire na experimentação em química

Paulo Freire em sua obra *Pedagogia do Oprimido* tece uma crítica ao modelo existente de currículo e aponta como deve ser a forma de educação que deve contrapor-se ao presente método de ensino que recebe o nome de educação bancária (Silva, 2010).

Segundo Freire (1987) a educação bancária apresenta uma narrativa onde o educador é o sujeito que conduz os educandos em um processo caracterizado pela memorização mecânica dos conteúdos, o educador vai depositando os conteúdos e os educandos vão recebendo os conteúdos, de forma que quanto mais depósitos o educador faz tanto melhor será esse educador, do mesmo modo, quanto mais docilmente os educandos receberem os depósitos, melhores serão.

A educação passa a ser um ato de depositar, onde o educador em vez de comunicar-se faz comunicados que os educandos devem receber passivamente, memorizá-los e repeti-los. Essa concepção bancária de educação também se caracteriza pela falta de criatividade, de transformação e construção de novo saber, considerando que o saber existe na invenção, na busca inquieta, impaciente e permanente que é feita pelos homens e entre eles no mundo e com os objetos que o fazem (Freire, 1987).

Freire conceitua uma forma de educação que apresenta uma compreensão diferente do significado de conhecer, chamada de educação problematizadora. Para ele conhecimento é sempre de alguma coisa, expressando o sentido inseparável entre o ato de conhecer e aquilo que se conhece, esse conhecimento será sempre intencional, ou seja, dirigido por alguma coisa (Silva, 2010).

Na educação problematizadora o ato de conhecer não é isolado e nem individual, pelo contrário, é um ato de intercomunicação e intersubjetividade. É na intercomunicação que os sujeitos se educam uns aos outros, intermediados pelo mundo e pelos seus objetos a serem conhecidos, é na intersubjetividade do conhecimento que o ato pedagógico torna-se ato dialógico, onde educador e educandos criam dialogicamente o conhecimento de mundo, é nisso que consiste a forma como se constroem os conteúdos programáticos seguindo a abordagem problematizadora (Silva, 2010).

No ensino de química a abordagem problematizadora aplicada à experimentação

deve ir além da experimentação investigativa, uma vez que se propõe a leitura, a escrita e a fala como partes inseparáveis da discussão conceitual dos experimentos e o aporte teórico é a educação problematizadora de Paulo freire (Francisco JR *et al.*, 2008).

Delizoicov (1983 e 2001) em estudo da concepção freireana de educação fez uma transposição das ideias da educação problematizadora para o ensino de ciências em sala de aula. O autor estruturou três momentos pedagógicos, considerando também a atividade experimental, o que cria condições para aplicar às práticas no ensino de química.

Problematização inicial: é o primeiro momento que trata de apresentar para os alunos situações reais que os mesmos presenciam, e que são compatíveis com os conteúdos a serem discutidos. O conhecimento nessa etapa é problematizado através de questionamentos, podendo ser em grupos pequenos e depois com toda a sala, ao explicitar seu saber o aluno tenta compreender a situação inicial que lhe foi apresentada, o que leva a introdução do conhecimento teórico para sua interpretação (Delizoicov, 2001).

A experimentação no primeiro momento pedagógico de Delizoicov (2001) considera de grande importante que a prática deva anteceder qualquer discussão teórica, os estudantes devem fazer seus registros escritos usando como recurso, por exemplo, uma ficha de observação experimental. Nessa ficha é fundamental constar a previsão dos materiais que serão utilizados na prática, os procedimentos, além de indagações que estimulem os alunos a anotações e reflexões sobre os resultados experimentais.

Em atividades desse tipo quando os alunos observam e tentam explicar o porquê da ocorrência dos fenômenos estudados, realiza o que Freire chama de leitura de mundo, um processo pelo qual os indivíduos compreendem e interpretam a realidade ao seu redor, considerando suas experiências, contextos sociais e culturais (Francisco JR *et al.*, 2008).

Organização do conhecimento: é o segundo momento que trata do estudo dos conhecimentos que serão necessários para que os alunos compreendam as situações propostas inicialmente. O estudo deve ser sistematizado e recorrer a recursos como problemas de lápis e papel, questionários, vídeos, entre outros, com papel formativo e construtivo para uma apropriação crítica do conhecimento (Delizoicov, 2001).

A experimentação no segundo momento pedagógico de Delizoicov (2001) deve considerar a problematização do conhecimento científico partindo dos registros escritos dos alunos, a coleta de registros por questionário é uma forma eficiente para o exercício da escrita. O professor a partir dos registros próprios dos alunos conduz a aula indagando-os sobre a validade das hipóteses levantadas, de forma que os estudantes reconheçam sua plausibilidade na explicação dos resultados, podendo o professor solicitar que a turma

reelabore suas hipóteses de forma que chegue a uma explicação completa do fenômeno problematizado. A ação de formular e reformular ideias imprime nos alunos a capacidade de se tornarem cada vez mais críticos.

Aplicação do conhecimento: é o último momento que trata da capacitação dos alunos para a utilização do conhecimento adquirido. Pode-se recorrer a uma nova análise e interpretação em cima das situações propostas inicialmente bem como abordar novos problemas abertos que envolvam os conteúdos estudados, o que estimula soluções práticas embasadas nos conhecimentos desenvolvidos (Delizoicov, 2001).

A experimentação problematizadora para Delizoicov (2001) deve ser integrada a pelo menos um dos três momentos pedagógicos vistos acima, não importando se será na problematização inicial ou na organização do conhecimento, ou até mesmo nos três momentos estruturados.

O que esses três momentos não podem deixar de considerar é a historicidade dos alunos, e por conseguinte a historicidade do conhecimento que carregam. Cada aluno carrega um conhecimento único que na abordagem problematizadora é inacabado e incompleto, características também do ser que o carrega, que recebe o nome de ser que está sendo. O professor sabendo que os alunos carregam um conhecimento incompleto, a seu exemplo também, deve conduzir o processo de aperfeiçoamento desse conhecimento (Francisco JR *et al.*, 2008).

A experimentação problematizadora, portanto está alicerçada em uma tríade de leitura-escrita-fala indicotomizável que forma um movimento espiral e incessante, em que os alunos devem fazer uma leitura do fenômeno que lhes é apresentado, escrever sobre esse fenômeno, de forma que ganhem criticidade, para em seguida falar sobre o fenômeno, saber aplicá-lo em sua realidade (Francisco JR *et al.*, 2008).

No tópico seguinte aprofunda-se o conhecimento da experimentação em química pela abordagem da compreensão construtivista de Vygostky, principais conceitos e aplicação.

3.3 A abordagem construtivista de Vygostky na experimentação em química

Vygostky considera em sua teoria sociocultural que o desenvolvimento das funções superiores, que incluem pensamento, linguagem, comportamento consciente ocorre através do contexto social, histórico e cultural da pessoa. O desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais, mediada por instrumentos e signos. O foco dessa abordagem cognitivista não é nem o indivíduo nem o contexto em que está, mas a

interação social entre essas duas coisas (Moreira, 1999).

A interação social para promover a aprendizagem do aluno deve ocorrer dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que é a distância entre o nível de desenvolvimento real do aluno, o que ele já tem capacidade de fazer sozinho, e o seu nível de desenvolvimento potencial, o que pode fazer com orientação ou em colaboração com colegas mais capazes (Moreira, 1999).

Tomemos como exemplo um caso comum de mediação envolvendo vários alunos, esse processo dificilmente será homogêneo, caracterizando diferentes formas de aprender por aluno, resultado de diferentes repercussões de uma mesma mediação (Miranda, 2005).

Na teoria de Vygostky desenvolvimento e aprendizado são dois conceitos diferentes, onde o primeiro é interdependente do segundo, o ser que aprende terá condições para se desenvolver, e não o contrário. As condições para aprender ocorrem quando as atividades são planejadas a partir do nível de desenvolvimento real do aluno, referenciadas pelo nível de desenvolvimento potencial do aluno, o professor será o mediador de tudo que se pode adquirir, não fazendo sentido o docente dedicar muito tempo com assuntos que já foram apropriados (Miranda, 2005; Moreira, 1999).

O professor desde a ação de planejar sua prática pedagógica deve ter em mente que é o principal mediador da cultura socialmente valorizada, situando-se entre seu aluno e o conhecimento escolar. A tarefa é levar o aluno a se apropriar desse conhecimento culturalmente desenvolvido e compartilhado ao longo do tempo, daí a centralidade da função do professor. A mediação que o professor exerce tem duas características, primeiro não é uma transmissão passiva de conteúdos e não ocorre independente do nível de desenvolvimento real do aluno (Miranda, 2005).

Ribeiro e Ramos (2012) em seu estudo sobre “Aprendizagem química em grupos colaborativos” mostram um aumento na aquisição de conteúdos pelos alunos quando o professor promove alterações no cenário da sala de aula priorizando o trabalho colaborativo em duplas, trios ou pequenos grupos.

Aplicando as ideias constatadas pelos pesquisadores acima em relação a prática experimental em química usando grupos colaborativos, à luz da teoria de Vygostky, existe uma promoção da superação do individualismo dos alunos e a participação de um membro mais experiente em um grupo faz com que os componentes do grupo sejam capazes de promover, nessa relação, seu próprio desenvolvimento. Isso acontece também quando temos um grupo formado por pares em um mesmo nível de proficiência, em relação ao tema investigado.

Nos experimentos que envolvem elementos construtivistas o objetivo não é uma homogeneização do pensamento e do conhecimento dos sujeitos participantes, mas o desenvolvimento da capacidade argumentativa e crítica de cada sujeito pela mediação no grupo. Duas perspectivas são observadas nos trabalhos com grupos colaborativos, a do desenvolvimento, baseada nas ideias de Vygostky, onde a interação social entre os alunos melhora a aprendizagem, existindo uma produção de conflitos cognitivos e pensamento de alta qualidade, e a motivacional, uma vez que todos os componentes do grupo podem obter o conhecimento buscado (Ribeiro; Ramos, 2012).

O trabalho nos grupos colaborativos não contém nenhum tipo de hierarquia entre os alunos, de forma que cada um desempenhando sua função de forma conjunta em um esforço coordenado consiga concluir a realização da atividade. A montagem do grupo deve ser heterogênia, alunos com diferentes níveis de conhecimento, isso promoverá um novo tipo de relação entre os pares, aproximando os pensamentos e permitindo o crescimento dos alunos com mais dificuldade. Uma mudança no interesse das aulas pode ser identificada, uma vez que se abre espaço para um envolvimento ativo nas atividades. Diante de todo o cenário o professor estar como mediador entre os grupos, intervindo sempre que solicitado ou quando os alunos se afastarem da atividade proposta (Ribeiro; Ramos, 2012).

Embora tenhamos aprofundado o conhecimento sobre a experimentação em química, muito do que pode ser aplicado nas escolas deve ser adaptado, aja visto o conjunto de fatores, a realidade de cada um, que dificulta essa prática, portanto, no capítulo seguinte mostra-se o que são considerados experimentos de baixo custo e sua aplicação aos conceitos de reações químicas e de ácidos e bases para alunos do 9º ano do ensino fundamental.

4 O USO DIDÁTICO DO EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO NA QUÍMICA DO ENSINO FUNDAMENTAL

Neste capítulo abordam-se as vantagens do uso da experimentação de baixo custo aplicada a reações químicas e ácidos e bases e os níveis do conhecimento químico tomando como referência os trabalhos de Francisco JR *et al.*, (2008), Taha *et al.*, (2016); Brasil (2017); Tarnowski (2017); Leite (2018); Messeder *et al.*, (2018); Andrade e Teixeira (2019); Gomes *et al.*, (2019); Gonçalves e Goi (2020) e Pauletti *et al.*, (2014). Discorre-se sobre o conhecimento teórico de reações químicas que é apresentado para os alunos do 9º ano do fundamental tomando como base a obra didática de Carnevalle (2018) e apresentam-se várias ideias de experimentos com material de baixo custo envolvendo reações químicas tomando como base, e sempre que necessário, fazendo adaptações, dos estudos de Silva e Stradiotto (1999); Feltre (2004); Rodrigues *et al.*, (2016); Marques e Lima (2019) e Fogaça (2022b).

Dando continuidade aborda-se a teoria de ácidos e bases de Arrhenius, bem como a ideia da escala de pH e indicadores de caráter ácido-base tomando como referência a obra didática de Carnevalle (2018) e o estudo de Silva, Andrade e Viana (2019), novamente apresentam-se ideias de como desenvolver a experimentação com material de baixo custo envolvendo o assunto, tendo como suporte os estudos de Tarnowski (2017).

4.1 Experimentação de baixo custo envolvendo reações químicas

O uso do experimento de baixo custo, para além da superação das dificuldades de estrutura e material, promove a contextualização de conceitos, leis e teorias, dando ao aluno uma visão abrangente da compreensão dos conteúdos escolares e a percepção de que a ciência está em todos os lugares. As principais características desse tipo de experimento são: simplicidade, material barato e de fácil aquisição. No ensino de química o uso de materiais do cotidiano dos alunos pela manipulação do concreto facilita ainda mais a compreensão dos fenômenos estudados e sua aprendizagem (Andrade; Teixeira, 2019).

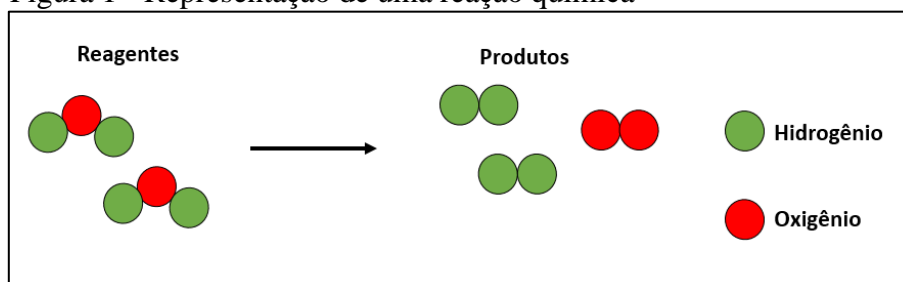
O conhecimento químico pode ser construído pela experimentação, pode se fazer fruto da vivência do discente e da disciplina escolar, isso tudo proporciona base para que o aluno acomode, organize e relacione os conceitos fundamentais que aprende, quando acontece uma aversão tão acentuada à química, muito provavelmente existe uma lacuna na experimentação, ficando teoria desconectada da prática (Maldaner, 1999 *apud* Gomes *et al.*, 2019).

O estudo das reações químicas possibilita aos alunos do 9º ano entender a representação dos três níveis do conhecimento químico: a) nível macroscópico – que trata dos fenômenos e processos químicos observáveis e perceptíveis a olho nu; b) nível simbólico – que trata da representação envolvendo fórmulas, equações químicas, símbolos e estruturas; c) nível microscópico – que trata do entendimento do movimento e arranjos de moléculas, átomos e partículas (Pauletti *et al.*, 2014).

A primeira ideia para compreensão dos fenômenos químicos é saber diferenciar uma transformação física de uma química. Exemplo de transformação física é o papel quando é picotado, rasgado ou amassado, embora mude de forma, mantém sua estrutura química sem nenhuma alteração. Quando queimamos a folha de papel temos a produção de cinza, outro tipo de material, caracterizando uma transformação química. Portanto transformação física é aquela que ocorre sem alteração da estrutura da matéria, a ligação dos átomos continua sendo a mesma, já a transformação química é aquela que ocorre alterando a estrutura da matéria, formando novas substâncias, onde a ligação dos átomos muda (Carnevalle, 2018).

Na Figura 1 temos a representação de uma reação química onde os átomos de hidrogênio e oxigênio são representados por bolinhas verdes e vermelhas, respectivamente. A reação química pode ser representada por uma equação química, onde a presença de uma seta indica a ideia de igualdade entre a quantidade de átomos e nomeia o lado dos reagentes, os que estão presentes antes da seta e no início do processo reacional e os produtos, os que estão presentes depois da seta e no final do processo reacional (Carnevalle, 2018).

Figura 1 - Representação de uma reação química



Fonte: <https://www.passeidireto.com/pergunta/68410838/represente-as-equacoes-utilizando-o-modelo-de-esferas-a-ca-co-3-s-ca-o-s-co-2-g->.

Em uma equação os reagentes e produtos devem estar representados cada um por seus símbolos e com a identificação do estado da matéria em que se encontra na reação, o coeficiente estequiométrico também deve aparecer, indicando a quantidade de átomos, moléculas e espécies químicas em questão, essa representação permite uma leitura detalhada da reação química, apontando a quantidade de espécies químicas que reagem entre si

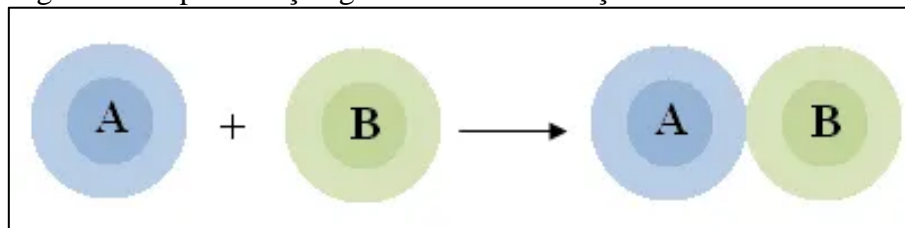
formando outras (Carnevalle, 2018).

Dependendo do critério de classificação utilizado, existem vários tipos de reações químicas, as mais comuns são (Carnevalle, 2018):

Reação de síntese – as substâncias reagem entre si formando um único produto.

Veja a ilustração da Figura 2.

Figura 2 - Representação genérica de uma reação de síntese

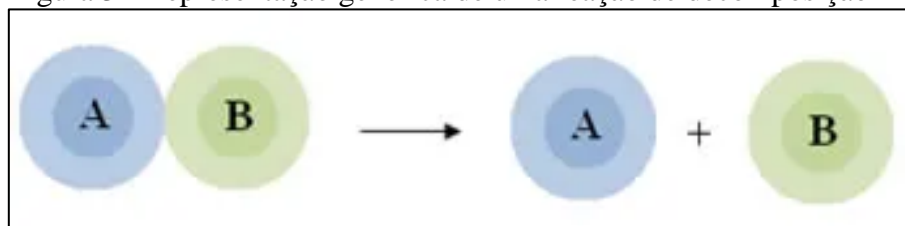


Fonte: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-inorganica/tipos-reacoes-inorganicas.htm>.

Na Figura 2 o átomo A reage com o átomo B formando a molécula AB, perfazendo um processo genérico de reação. Um exemplo real de reação de síntese se dar entre o átomo de enxofre e a molécula de gás oxigênio produzindo a molécula de gás dióxido de enxofre.

Reação de decomposição – o reagente se decompõe formando mais de um produto. Veja a ilustração da Figura 3.

Figura 3 - Representação genérica de uma reação de decomposição



Fonte: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-inorganica/tipos-reacoes-inorganicas.htm>.

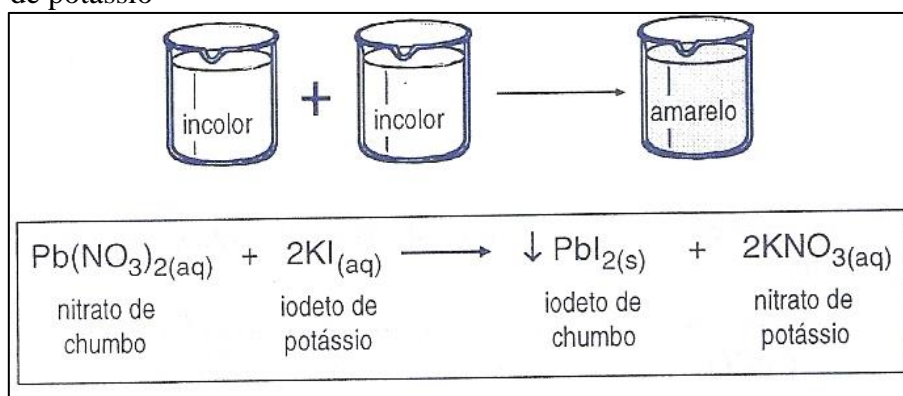
Na Figura 3 a molécula AB sofre ação de alguma variável no sistema se decompondo em átomo A e átomo B, perfazendo um processo genérico de reação. Um exemplo real de reação de decomposição é a do carbonato de cálcio, que pela ação do calor decompõem-se em óxido de cálcio e libera gás carbônico.

Reação exotérmica – quando há liberação de energia na forma de calor durante a reação. É o caso de algumas substâncias, como o hidróxido de sódio no processo de dissolução.

Reação endotérmica – quando há absorção de energia na forma de calor durante a reação. É o caso dos processos de cozimento, que absorvem o calor da chama do fogo promovendo as transformações necessárias para que o alimento fique cozido e pronto para consumo.

Reação de precipitação – quando forma um precipitado que chamamos de corpo de fundo. Veja a ilustração da Figura 4.

Figura 4 - Reação de precipitação entre o nitrato de chumbo e o iodeto de potássio



Fonte:

https://apppublico.com.br/educacao_cristais/pdf/20200616175638_9%20CIEN.pdf.

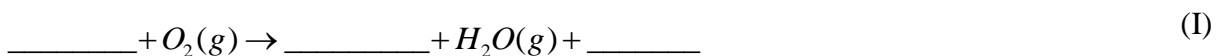
Na reação da Figura 4 os sais presentes nos reagentes são solúveis, mas quando reagem entre si há a formação de um sal insolúvel que é o iodeto de chumbo, de coloração amarelada, precipitando no fundo do recipiente, o outro sal formado é o nitrato de potássio que é solúvel.

Reação de oxirredução – quando ocorre transferência de elétrons, uma espécie química doa elétrons e a outra recebe. Esse tipo de reação é muito comum em objetos metálicos que com o tempo, sofrendo os efeitos de chuva e sol enferrujam, como carros, portões, grades, entre outros.

Reação de combustão – quando ocorre a queima de um material na presença de gás oxigênio. Um tipo de reação de oxirredução e que produz energia na forma de calor. Uma queimada, por exemplo, é um caso de uma reação de combustão em larga escala, onde o fogo é resultado de combustível, comburente e calor.

A queima da vela é um processo químico de combustão que abre espaço para discussão de outras variáveis dentro do sistema analisado. A própria combustão tem um

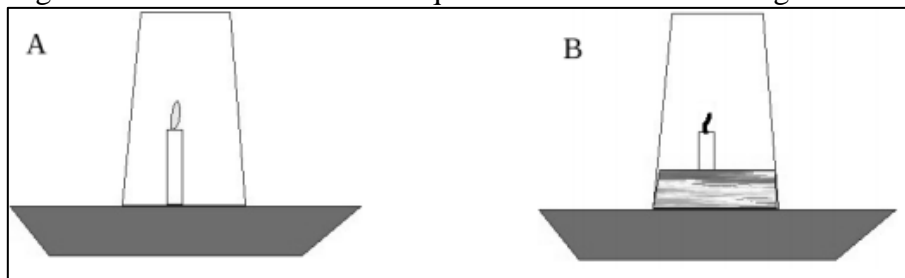
padrão reconhecido de reação¹ representado pela Equação I.



Na Equação I temos que o combustível que é a parafina da vela queima na presença de oxigênio produzindo calor, vapor de água e gás carbônico, em uma combustão que chamamos de completa. Com auxílio de um copo de vidro que possa ser colocado sobre a vela discussões podem ser tecida sobre o fato da reação de combustão cessar, alguma coisa falta, que no caso é o comburente oxigênio, indispensável para a combustão (Marques; Lima, 2019).

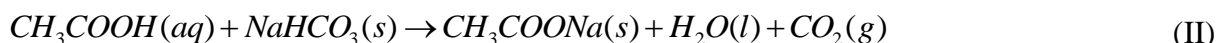
Na sequência se repetir o mesmo processo da vela anterior em um prato com o fundo cheio de água poderemos discutir o efeito de uma força física que faz o nível da água subir adentrando o copo ao apagar da chama da vela, resultado do consumo de oxigênio dentro do sistema, a exemplo da ilustração da Figura 5 (Marques; Lima, 2019).

Figura 5 - Sistema fechado com queima de vela e nível de água



Fonte: https://www.aio.com.br/questions/content/um-estudante-colocou-uma-vela-acesa-sobre-um-prato-de-tal-forma-que-ficou_1.

Em alguns casos a ocorrência de uma reação, mesmo que de forma discreta aos nossos sentidos, influência na ocorrência de outra reação química, é o caso da reação de duas substâncias comuns como o vinagre e o fermento em pó, representado pela Equação II abaixo.



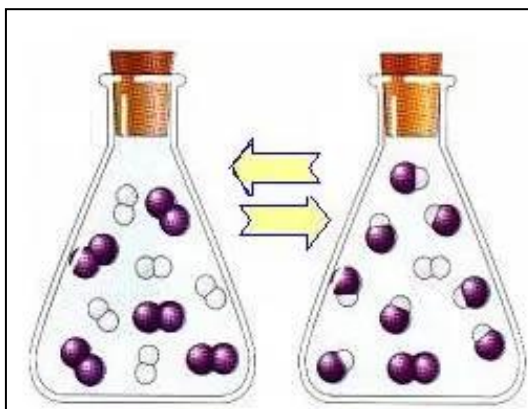
Na Equação II temos que o ácido acético (vinagre) reage com o bicarbonato de sódio (fermento em pó) formando sal, água e liberando gás carbônico, embora seja

¹ $combustível + O_2(g) \rightarrow calor + H_2O(g) + CO_2(g)$: o combustível para a situação mencionada é a parafina da vela e o calor entra na equação do lado dos reagentes como representação da energia que está sendo liberada no processo de combustão.

perceptível a liberação do gás carbônico pelas inúmeras bolhas que se formam durante a reação, pode-se captar com o auxílio de uma garrafa esse gás que está sendo formado, e inclinando-a sobre a chama de uma vela, cessa a combustão, a vela apaga (Marques; Lima, 2019). Todos esses experimentos com múltiplas possibilidades de discussão podem ser realizados no ambiente da sala de aula com material acessível e de baixo custo, promovendo uma melhor compreensão do que é uma reação química e suas ocorrências.

O entendimento das leis ponderais que tratam da massa dos reagentes e produtos em uma reação química é fundamental para a compreensão da extensão de uma reação e da quantidade de reagentes que são consumidos e produtos que são formados. Uma condição que deve ser obedecida para a aplicabilidade das leis ponderais é o fato de que o sistema deve ser fechado, evitando perda ou ganho de massa (Carnevalle, 2018), a exemplo da ilustração da Figura 6.

Figura 6 – Reação química em sistema fechado



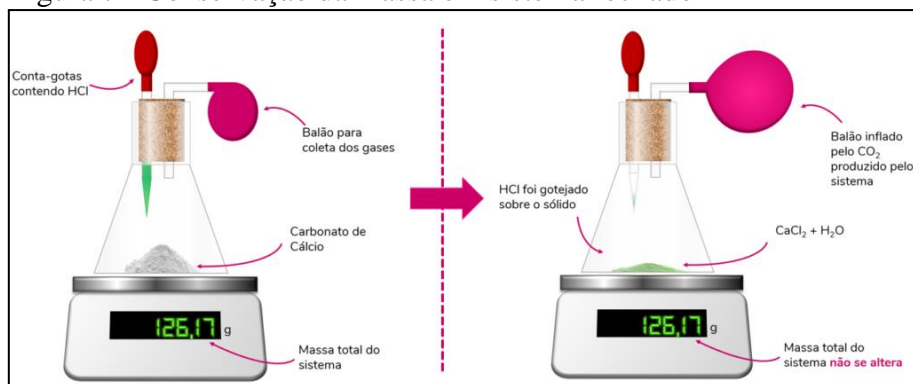
Fonte:
<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-molecular.htm>.

Na Figura 6 temos que em cada um dos erlenmeyer ocorre uma reação química. No erlenmeyer da esquerda temos 5 moléculas de coloração escura e 5 moléculas de coloração clara, no erlenmeyer da direita temos moléculas de coloração escura, clara e de ambas as cores, mesmo assim a quantidade de átomos nos dois erlenmeyeres se mantém igual, isso só é verificado porque os erlenmeyeres estão fechados com uma rolha, o que impede perda de massa do sistema (Carnevalle, 2018).

Uma das leis ponderais é a de Lavoisier, conhecida como lei da conservação das massas, cujo enunciado pode ser escrito da seguinte forma, a massa total das substâncias que participam de uma reação química permanece constante ao longo do processo (Carnevalle,

2018), vejamos a Figura 7.

Figura 7 - Conservação da massa em sistema fechado



Fonte: <https://aprovatototal.com.br/leis-ponderais-o-que-sao-e-exemplos/>.

Na Figura 7 a medida que o conta gotas libera o ácido clorídrico e este entra em contato com o carbonato de cálcio, ocorre uma reação química formando o sal cloreto de cálcio, água e gás carbônico, como o sistema está fechado o gás se acumula inflando o balão, como nenhuma substância consegue sair do sistema, embora as substâncias antes sejam diferentes das substâncias após a reação química, a massa total do sistema permanece constante pela lei de Lavoisier (Carnevalle, 2018).

Outra lei ponderal é a de Proust, conhecida como lei das proporções definidas, cujo enunciado é, a proporção em massa entre reagentes e produtos se mantém constante e definida para toda a reação química (Carnevalle, 2018), vejamos o Quadro 2.

Quadro 2 - Vários experimentos e a lei de Proust

Experimento	Hidrogênio (g)	Oxigênio(g)	Água(g)
I	10	80	90
II	2	16	18
III	1	8	9
IV	0,4	3,2	3,6

Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/quimica/lei-de-proust>.

Podemos observar no Quadro 2 que em todos os experimentos existe uma proporção definida entre as massas dos reagentes (hidrogênio e oxigênio) e do produto que é a água, essa proporção prevê que para cada 1 g de hidrogênio são necessários 8 g de oxigênio, formando 9 g de água (1 : 8 : 9). Podemos fazer outra observação quando pegamos os experimentos II e III, quando a massa de uma substância é duplicada, todas as outras massas das outras substâncias também duplicam (Carnevalle, 2018).

Como já explicado antes, uma reação química é representada por uma equação química, que se trata de uma representação a nível simbólico, na equação química uma ideia fundamental é a igualdade do número de átomos nos reagentes e produtos, dizemos então que a equação está balanceada. Quando uma equação química está desbalanceada, é necessário alterar os coeficientes estequiométricos, que são os números que ficam à frente das fórmulas dos reagentes e produtos, indicando as quantidades necessárias dos átomos nas reações, de forma que haja igualdade entre eles em ambos os membros da equação (Carnevalle, 2018).

A equação química permite conhecermos vários aspectos de uma reação química, um exemplo interessante por utilizar material de baixo custo é o caso da reação orgânica que é promovida pela enzima catalase que está presente na batata inglesa, representada pela Equação química III balanceada desse processo.



Na Equação III podemos conhecer quem são os reagentes e quem são os produtos formados, fazer uma leitura em um nível microscópico da reação, onde escreveríamos “ 2 moléculas de peróxido de hidrogênio líquido reage na presença da enzima catalase formando 2 moléculas de água líquida e liberando uma molécula de oxigênio gasoso”, essa leitura abre espaço para entender que a massa total do sistema aberto não se manterá constante, haja visto que há liberação de uma substância formada e também que haverá mudanças no processo reacional quando alteramos a quantidade de um ou mais reagentes (Fogaça, 2022b).

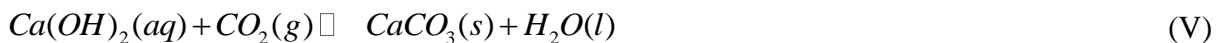
Outra equação química interessante e simples de realizar é a de oxirredução envolvendo parafusos zincados, representada pela Equação IV.



Na Equação IV podemos usar todos os artifícios para explorar a reação, a exemplo da reação anterior, sabendo que cada processo reacional por mais que seja de um mesmo tipo, classificação, apresenta especificidades, no caso em questão, produção de uma corrente elétrica que pode ser facilmente visualizada quando montado um circuito simples em uma forma de gelo usando água, sal, fios de cobre, parafusos zincados e um LED posicionado fechando o circuito (Rodrigues *et al.*, 2016).

Chama atenção o caso de reações químicas que não se processam de forma direta, atingindo uma condição de equilíbrio, onde a quantidade de reagentes e produtos não varia, e mesmo assim essas substâncias estão reagindo e se transformando o tempo todo. A menos que

não haja presença de algum fator externo o equilíbrio dessas reações não será deslocado (Feltre, 2004). Na Equação V temos o equilíbrio do cal em água.



Na Equação V executando um simples movimento de soprar por um canudo gás carbônico, estamos aumentando a concentração dessa substância nos reagentes, de forma natural a reação desloca seu equilíbrio formando mais carbonato de cálcio, o que requer um maior consumo de hidróxido de cálcio, que tem caráter básico. Fazendo uso de um indicador simples como a fenolftaleína é possível visualmente perceber a mudança de cor no sistema, resultado do deslocamento do equilíbrio da água de cal (Silva; Stradiotto, 1999).

Esses experimentos simples com materiais de baixo custo desempenham um papel significativo no processo de aprendizagem dos alunos, a citar algumas razões para seu uso no ensino de química:

O uso de materiais de baixo custo torna os experimentos mais acessíveis a um grande número de estudantes, independentemente de sua situação financeira. Isso ajuda a democratizar a educação científica e garante que mais alunos tenham a oportunidade de participar de experiências práticas (Taha *et al.*, 2016).

Experimentos práticos permitem um aprendizado prático, onde os alunos observam fenômenos químicos em ação, o que pode ser muito mais impactante do que simplesmente ler sobre eles em livros didáticos. Isso ajuda os alunos a internalizar conceitos químicos de maneira mais eficaz e a compreender como a teoria se relaciona com o mundo real (Leite, 2018).

A realização desses experimentos ajuda os alunos a desenvolver uma série de habilidades importantes, como habilidades de observação, coleta e análise de dados, resolução de problemas e trabalho em equipe. Essas habilidades são valiosas não apenas no contexto da química, mas também em outras áreas da vida e carreira (Messeder *et al.*, 2018; Gonçalves; Goi, 2020).

Outro ponto importante é a contextualização que os experimentos possibilitam, tornando a química mais tangível e relevante para os alunos, mostrando como os princípios químicos estão presentes em suas vidas cotidianas (Brasil, 2017). Isso pode aumentar o interesse e a motivação dos alunos para aprender química.

Segundo Taha *et al.*, (2016) os experimentos simples permitem que os alunos explorem e façam descobertas por conta própria. Isso promove a curiosidade e o pensamento

crítico, já que os alunos podem formular perguntas, criar hipóteses e testá-las diretamente.

Por último destacamos a sustentabilidade, o uso de materiais de baixo custo é ecologicamente mais sustentável, uma vez que reduz a produção de resíduos e o consumo de recursos. Isso contribui para uma abordagem mais responsável em relação ao meio ambiente (Tarnowski, 2017). Em resumo, experimentos simples com materiais de baixo custo desempenham um papel importante na aprendizagem dos alunos, proporcionando uma abordagem prática e acessível ao ensino de química. Eles têm o potencial de aumentar o interesse dos alunos, melhorar a compreensão dos conceitos químicos e desenvolver habilidades valiosas que serão úteis ao longo de suas vidas.

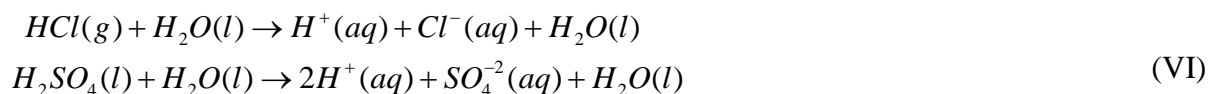
No tópico seguinte mostra-se a aplicação da prática experimental de baixo custo aplicada ao conteúdo de ácidos e bases, bem pertinente ao conhecimento dos alunos de 9º ano do ensino fundamental.

4.2 Experimentação de baixo custo envolvendo ácidos e bases

Ácidos e bases são temas que apresentam uma grande importância na vida, por estar presente em alimentos, material de limpeza, higiene, remédios e cosméticos. Uma das definições mais conhecidas no ensino fundamental é a de Arrhenius, que leva em consideração a classificação das substâncias de acordo com seu comportamento em água (Silva; Andrade; Viana, 2019).

Ácidos e bases são grupos de substâncias químicas, cada grupo químico reúne substâncias que apresentam propriedades químicas semelhantes, também chamamos de funções químicas. Para o caso dos ácidos a aplicação prática no cotidiano é ampla e variada, ácido clorídrico é utilizado para limpeza, ácido sulfúrico utilizado na indústria de tintas, refino de açúcar e produção de fertilizantes, ácido acético no vinagre, ácido carbônico na água gaseificada e refrigerantes, ácido nítrico na fabricação de explosivos e fertilizantes, e a lista estar apenas no começo (Carnevalle, 2018).

Na Equação VI temos duas reações químicas envolvendo ácidos.

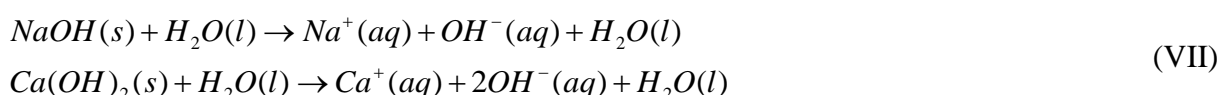


Na Equação VI percebemos que tanto o ácido clorídrico como o sulfúrico quando dissolvido em água sofrem um processo chamado ionização, formação de íons, onde necessariamente o cátion é o íon hidrogênio e quanto maior for sua presença no meio aquoso

mais forte é o ácido em questão, essa é a definição de ácido de Arrhenius (Carnevalle, 2018).

As bases também têm uma aplicação prática variada no cotidiano, exemplos são: hidróxido de sódio utilizado na fabricação de sabão e indústria de corantes, hidróxido de magnésio utilizado em medicamentos farmacêuticos como antiácidos e laxantes, hidróxido de amônio na fabricação de fertilizantes e como gás de refrigeração, hidróxido de cálcio no preparo de argamassa para construção, entre muitos outros (Carnevalle, 2018).

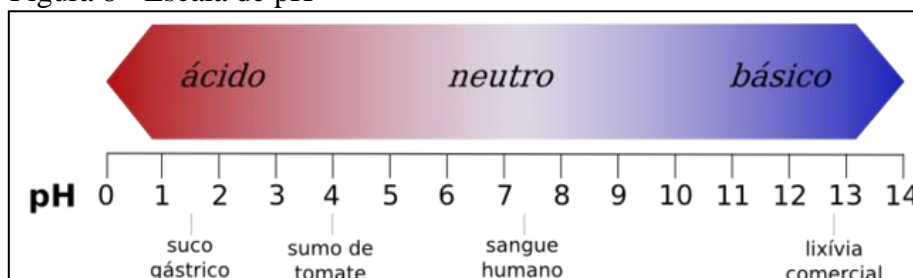
Na Equação VII temos duas reações químicas envolvendo bases.



Na Equação VII percebemos que tanto o hidróxido de sódio como o hidróxido de cálcio quando dissolvido em água sofrem um processo chamado dissociação iônica, separação de íons, onde necessariamente o ânion é a hidroxila e quanto maior for sua presença no meio aquoso mais forte é a base em questão, essa é a definição de base de Arrhenius (Carnevalle, 2018).

A escala logarítmica que determina o valor do caráter ácido-base das soluções aquosas e substâncias é a escala de pH (potencial hidrogeniônico), representada pela Figura 8.

Figura 8 - Escala de pH

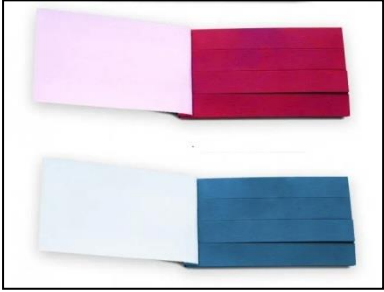




Fonte: <https://www.todamateria.com.br/o-que-e-ph/>.

A escala de pH varia de 0 – 14, sendo o extremo da esquerda muito ácido e o extremo da direita muito básico, na Figura 8 temos que quando a concentração de íons hidrogênio e hidroxila for igual, o meio ou a substância será neutra, é a condição que se aproxima o nosso sangue. Já nosso estômago o suco gástrico é ácido, tomate também tem o sumo ácido, enquanto que água sanitária é básica (Carnevalle, 2018).

O caráter ácido-base das soluções pode ser determinado por vários instrumentos, que chamamos de indicadores ácido-base, no Quadro 3 temos alguns (Carnevalle, 2018):

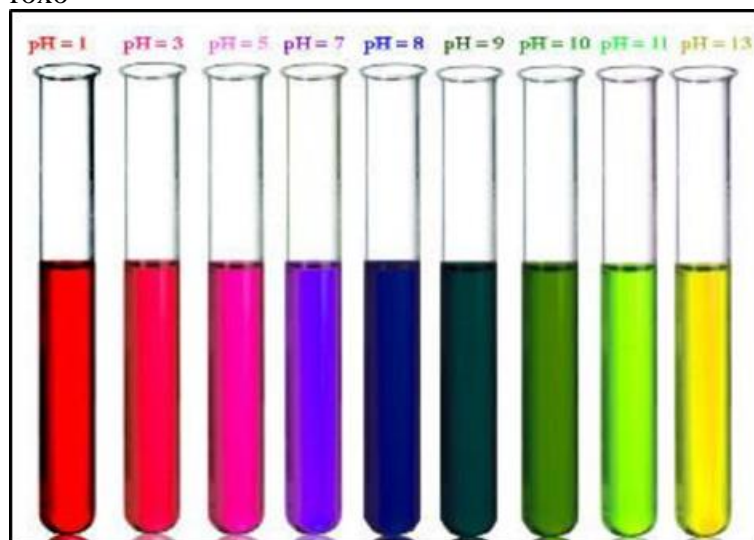
Quadro 3 – Indicadores ácido-base

Indicador ácido-base	Ilustração	Interpretação do resultado
Papel de tornassol	 <p data-bbox="547 674 1110 748">Fonte: https://qualividros.com/produto/60212/papel-tornassol-livro-com-100-tiras.</p>	<p data-bbox="1137 360 1447 577">O papel de tornassol vermelho testa a acidez, sendo ácido permanece vermelho, sendo base muda para a coloração azul.</p> <p data-bbox="1137 577 1447 792">O papel de tornassol azul testa a basicidade, sendo base permanece azul, sendo ácido muda para a coloração vermelha.</p>
Fenofltaeína	 <p data-bbox="794 1077 863 1106">Fonte:</p> <p data-bbox="547 1122 1110 1196">https://fineartamerica.com/featured/phenolphthalein-indicator-giphotostock.html.</p>	<p data-bbox="1137 804 1447 1093">A fenofltaeína em meio ácido ou neutro fica incolor, em meio básico adquire coloração rosa, que se intensifica à medida que a basicidade do meio aumenta.</p>
Azul de bromotimol	 <p data-bbox="547 1525 1110 1554">Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Halocromismo.</p>	<p data-bbox="1137 1218 1447 1615">O tubo de ensaio com o branco contém água, para melhora da comparação visual das cores. O azul de bromotimol adquire coloração amarelada em meio ácido, esverdeada em meio neutro e azulada em meio básico.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela análise da cor desses indicadores químicos se consegue chegar a valores de pH seguro sobre o caráter ácido-base das soluções. Contudo existem indicadores ácido-base naturais que são mais acessíveis e de baixo custo, como o repolho roxo, suco de uva, beterraba, entre outros (Tarnowski, 2017). Na Figura 9 temos as cores para os diferentes tipos de pH usando o indicador natural de repolho roxo.

Figura 9 - Valores de pH usando como indicador o repolho ROXO



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/308848486930206897/>.

O uso do repolho roxo, em relação aos indicadores sintéticos, é uma vantagem pela disponibilidade e abundância natural e menor impacto ambiental no descarte das amostras, cuja decomposição é favorecida no meio ambiente (Tarnowski, 2017). De forma simples é possível fazer um extrato com água do repolho roxo e testar o caráter ácido-base de várias substâncias do cotidiano, como detergente, suco de limão, café, água sanitária, água da torneira, entre outras, sempre comparando a coloração de cada amostra com a Figura 9 (Carnevalle, 2018).

A experimentação com materiais de baixo custo no ensino de ácidos e bases desempenha um papel crucial na compreensão desses conceitos químicos e oferece várias vantagens das quais podemos citar:

Segundo Taha *et al.*, (2016) o uso do material de baixo custo gera uma acessibilidade que amplia a oferta ao público dos alunos da utilização dos experimentos, como no caso do suco de repolho roxo, o que independe da situação financeira da escola ou dos alunos, democratizando o acesso à educação de qualidade em química.

Outra vantagem é a visualização da resposta, o suco de repolho roxo age como um indicador ácido-base natural, mudando de cor em resposta ao pH da solução. Isso permite que os alunos visualizem as mudanças químicas que ocorrem quando ácidos e bases interagem, tornando os conceitos abstratos mais concretos e tangíveis (Tarnowski, 2017).

De acordo com Leite (2018) é fundamental o ganho que a experiência prática produz nos alunos, que se envolvem diretamente com os conceitos de ácidos e bases. Eles podem observar as mudanças de cor e entender como diferentes substâncias afetam o pH das

soluções. Segundo o mesmo autor outra vantagem é o estímulo à curiosidade, permitindo que os alunos façam perguntas, formulem hipóteses e testem suas ideias. Isso estimula a curiosidade e o pensamento crítico, promovendo um ambiente de aprendizado ativo e participativo.

Pela aplicação do conhecimento sobre ácidos e bases no mundo real os alunos podem ver como isso é relevante em suas vidas cotidianas (Francisco JR *et al.*, 2008). Eles podem relacionar as mudanças de pH a situações reais, como a acidez do suco de frutas ou a alcalinidade de produtos de limpeza (Tarnowski, 2017).

Também para Tarnowski (2017) a ideia da sustentabilidade é importante, o uso de materiais naturais, como o suco de repolho roxo, é ecologicamente mais sustentável do que depender de indicadores químicos sintéticos. Isso ensina aos alunos a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos.

Por último destacamos segundo Gonçalves e Goi (2020) a vantagem do experimento poder ser repetido. Devido ao baixo custo dos materiais, os alunos podem repetir os experimentos várias vezes para aprimorar suas habilidades e entender melhor os conceitos. Em resumo, a experimentação com materiais de baixo custo, como o suco de repolho roxo, é essencial para o ensino de ácidos e bases, pois torna os conceitos mais acessíveis, tangíveis e envolventes. Além disso, promove o desenvolvimento de habilidades científicas, estimula a curiosidade e prepara os alunos para aplicar seu conhecimento no mundo real.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo trata do caminho metodológico que foi adotado para a pesquisa. Conta com seis tópicos, a saber: caracterização da pesquisa; local da pesquisa e critérios de escolha; a rede municipal de ensino de Arneiroz, a escola investigada e os sujeitos da pesquisa; objetos de conhecimento; etapas da pesquisa e técnica da pesquisa.

5.1 Caracterização da pesquisa

Do ponto de vista de sua natureza esta pesquisa é classificada como aplicada, pois objetivou analisar o potencial da experimentação de baixo custo envolvendo reações químicas e ácidos e bases no ensino de química de uma turma de 9º ano, o que gerou conhecimentos para aplicação prática em sala de aula, dirigidos ao entendimento de problemas específicos, como a falta de interesse pelos conteúdos químicos no ensino fundamental (Prodanov; Freitas, 2013).

Os métodos de abordagem das bases lógicas da investigação que a pesquisa adota foram o dedutivo e o indutivo, o que permitiu entender o caminho e o modo do pensamento, bem como a representação da abstração dos fenômenos e operações mentais empregados no estudo (Prodanov; Freitas, 2013). O método dedutivo possibilitou pela razão do conhecimento mais abrangente das coisas investigadas, chegar a formas de conhecimento mais particulares, já o método indutivo proporcionou pela empiria dos fatos e fenômenos que se deseja conhecer ou testar, chegar a formas de conhecimento mais abrangente (Gil, 2008).

Como método de procedimento, que foi o meio técnico da pesquisa tivemos o observacional, o que garantiu a objetividade e precisão no estudo das situações a serem conhecidas, na obtenção, processamento e validação dos dados produzidos (Gil, 2008). O método observacional analisou de forma direta a aplicação dos experimentos de baixo custo na turma pesquisada, além dos desdobramentos que a atividade prática produziu, como interação entre alunos e professor, discussões sobre o conteúdo, entre outras coisas.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema trata-se de uma pesquisa qualitativa, por envolver fichas e questionários que se propõem a levantar informações que relacionam o conhecimento químico e o que o aluno entende desse conhecimento, evocando a subjetividade do sujeito (Prodanov; Freitas, 2013).

Do ponto de vista dos objetivos a pesquisa foi exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória teve como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e

ideias sobre o que será estudado, constituindo etapa inicial para uma investigação mais ampla. No que tange a esta pesquisa foi delimitado o tema através de levantamento na literatura sobre ensino de química e experimentação de baixo custo no ensino fundamental, com destaque para o 9º ano. Enquanto que, a pesquisa descritiva envolveu o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, que foram as fichas, os questionários e a observação sistemática da aplicação dos experimentos (Gil, 2008).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos a pesquisa teve um delineamento bibliográfico e de estudo de caso. A parte bibliográfica tomou como base, livros, trabalhos acadêmicos diversos como artigo, dissertação e tese, em periódicos e plataformas científicas reconhecidas. O estudo de caso investigou de forma empírica, o seguinte fenômeno contemporâneo comum à sala de aula, o impacto da experimentação de baixo custo no ensino de química no 9º ano do ensino fundamental (Prodanov; Freitas, 2013).

5.2 Local da pesquisa e critérios de escolha

A pesquisa propôs-se realizar uma análise do efeito da experimentação com material de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola municipal, e considerando a sua viabilidade de realização prática, foram adotados os seguintes critérios de escolha para o local da pesquisa:

- (I) escola pertencente a uma rede de ensino do interior do estado e de pequeno porte, com matrículas de alunos no 9º ano do ensino fundamental;
- (II) escola localizada na zona rural do município com turma única;
- (III) apresentar resultados educacionais que apontem cenário de alerta no ensino de química no 9º ano do ensino fundamental;
- (IV) escola que não dispõe de estrutura de laboratório com equipamentos e materiais reagentes;
- (V) ter o consentimento da Secretaria Municipal de Educação (SME) e da gestão escolar permitindo a realização da pesquisa com os alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Os critérios elencados traduziram a viabilidade de realização da pesquisa, (I) restringiu o local de pesquisa para redes de ensino do interior do estado, facilitando o acesso do pesquisador, em (II) o local foi delimitado para escolas da zona rural e de turma única, buscando uma redução da quantidade de recursos pedagógicos acessíveis.

O critério (III) restringiu o local de pesquisa para escolas que merecem atenção no

ensino de química no 9º ano do ensino fundamental, isso foi evidenciado pelos resultados educacionais. Esse ponto foi importante, pois representou a possibilidade de implementação na escola de recurso pedagógico, que pela pesquisa se traduz na experimentação com material de baixo custo, que gerou resultados promissores, suporte para os professores em sua prática de ensino.

O critério (IV) evidenciou a necessidade de a pesquisa ocorrer em um local desprovido de laboratório de ciências, reforçando o objetivo do estudo em questão, o uso da experimentação com material de baixo custo, ensinando química na prática sem o aparato oferecido pela estrutura laboratorial.

O ponto (V) evidenciou que a pesquisa só ocorreu com a aceitação e consentimento da SME, que coordena a rede municipal de ensino e da gestão escolar, responsável pela direção e coordenação da escola. Da pesquisa surgiram reflexões e contribuições para se compreender o ensino de química, os sujeitos investigados, entre outras coisas, e essas informações foi disponibilizada a escola e a SME de forma que poderão usá-las em estratégias que tragam mais qualidade para a educação do município.

Com a elaboração dos critérios de escolha especificados acima procedemos a seleção dos municípios, dando prioridade para a rede municipal mais próxima do pesquisador, pela facilidade de deslocamento até o local da pesquisa. Esta avaliação nos levou à escolha da rede municipal de ensino de Arneiroz-Ceará.

5.3 A rede municipal de ensino de Arneiroz, a escola investigada e os sujeitos da pesquisa

De acordo com estudos de 2018 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o município de Arneiroz está localizado na região do Sertão dos Inhamuns, a uma distância de 384,4 km da capital Fortaleza. Pertence a área de abrangência da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação 15 (CREDE 15) em Tauá, faz limite com 7 municípios: Parambu, Aiuaba, Saboeiro, Catarina, Acopiara, Mombaça e Tauá. Arneiroz possui uma área territorial de 1.066,4 km² (IPECE, 2018) e o censo demográfico de 2010 aponta uma população de 7.650 habitantes (IBGE, 2023).

A Figura 10 abaixo mostra a localização do município de Arneiroz no mapa de divisão do território do Ceará.

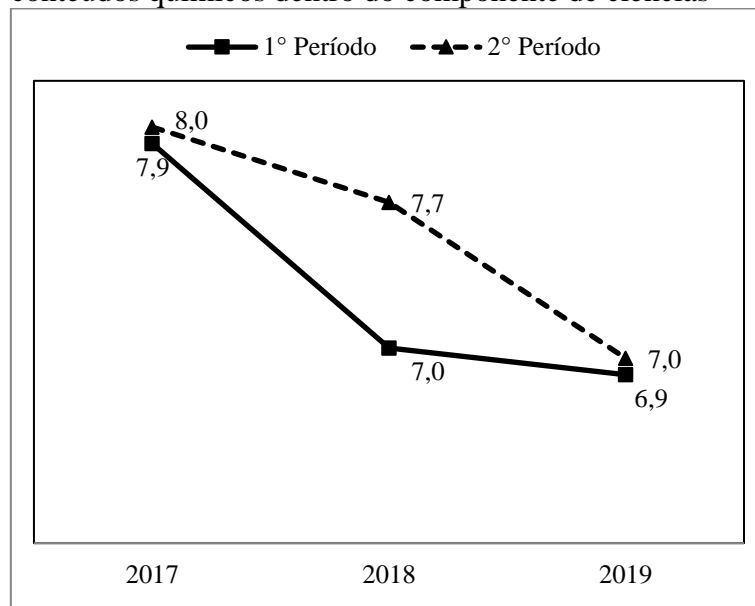
Figura 10 – Localização do município de Arneiroz no mapa territorial do Ceará



Fonte: IPECE, 2021, com adaptação.

Pela divisão administrativa de 2013 Arneiroz é dividido em sede e três distritos: Planalto, Cachoeira de Fora e Novo Horizonte (Loureiro, 2014). O município conta atualmente com 1.278 matrículas e 8 instituições municipais de ensino infantil e fundamental, sendo 2 na sede e 6 distribuídas nos distritos (Arneiroz, 2023). Chama atenção os dados internos de média das turmas no Gráfico 1 abaixo, referentes aos objetos de conhecimento da química em uma das escolas distrital da rede municipal de Arneiroz.

Gráfico 1 – Média geral das turmas referente ao 1º e 2º período no intervalo de 2017 – 2019 considerando os conteúdos químicos dentro do componente de ciências



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa escola distrital, que não dispõe de estrutura de laboratório, funciona apenas com uma turma de 9º ano e com base no Gráfico 1 temos um cenário de alerta para aprendizagem de química, aja visto a diminuição da média das turmas ao longo da série histórica analisada e um rendimento constante em termos de comparação das médias do 1º e 2º período, tempo do ano letivo em que se ensina os conteúdos de química na escola. Para os anos de 2020, 2021 e 2022 as médias das turmas não fizeram parte da série histórica por conta das alterações na modalidade de ensino e plano de curso, causadas pela pandemia de COVID-19 e ensino híbrido.

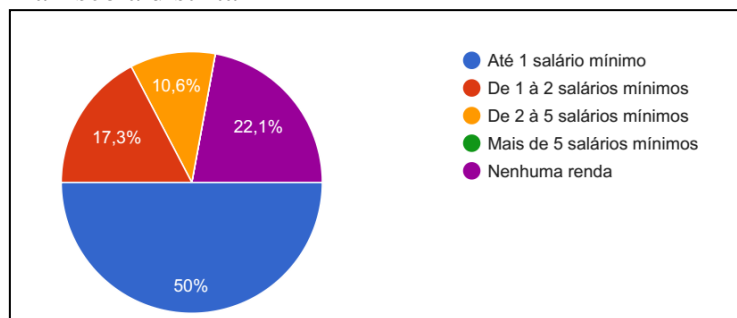
Para a escola da situação detalhada acima, chamamos de escola distrital, preservando a comunidade escolar e seu nome, escola estudada nesta pesquisa por satisfazer todos os critérios elencados para escolha do local de pesquisa.

Os sujeitos da pesquisa são os alunos de 9º ano de uma escola distrital de Arneiroz, a turma era composta por 16 alunos. A sequência didática que foi aplicada em cada aula com a turma constava de experimentos para as 3 equipes, considerando a preservação da identidade dos sujeitos investigados, o que se dar pelo anonimato destes, atribuímos um nome fictício para cada equipe. Valorizando os pesquisadores que desenvolveram o conhecimento químico envolvido nas práticas nomeamos as equipes da seguinte forma: procedimento 1 - equipe Lavoisier, procedimento 2 – equipe Proust e procedimento 3 – equipe Arrhenius,

lembrando que o nome da equipe representa o conjunto de alunos que são responsáveis por determinado procedimento, uma vez que a cada sequência didática temos uma mobilidade entre os alunos, formando equipes novas e diferentes.

De acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP) da Escola distrital (2023) na comunidade escolar a renda familiar, quando é somado o valor ganho por todos da casa, é nenhuma ou relativamente baixa, chegando até 1 salário mínimo, 10,6% apresentam renda de 2 à 5 salários mínimos, mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Renda das famílias dos alunos que estudam na Escola distrital



Fonte: Escola distrital, 2023.

Sobre equipamentos e bens de consumo adquiridos, quase todas as famílias possuem TV e geladeira, todas possuem aparelho celular, mas com uma restrição quanto ao acesso à internet e ou TV por assinatura, bem como computador, observe o Quadro 4 (Escola distrital, 2023).

Quadro 4 - Relação de equipamentos e bens de consumo nas famílias

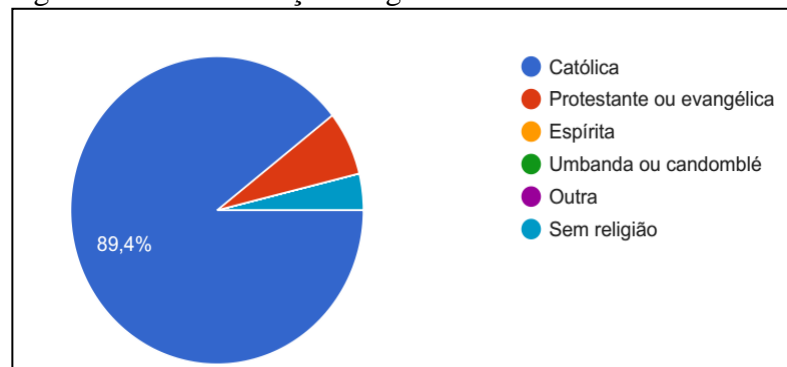
Equipamento ou bem de consumo	Famílias que possuem
TV	97,1%
Rádio	74%
Aparelho celular	100%
Computador	14,4%
Automóvel	56,7%
Máquina de lavar roupa	49%
Geladeira	99%
Acesso à internet ou TV por assinatura	47,1%

Fonte: Escola distrital, 2023.

Quanto moradia na mesma localidade em que fica a escola, 76% moram na localidade, sendo que 24% moram afastados, necessitando na maioria das vezes de transporte escolar. Dos alunos 82,7% possuem casa própria, 17,3% não vivem em casa própria, dessas moradias, 99% contam com eletricidade. Quando consideramos as casas com água corrente na torneira, o percentual cai para 85,6% (Escola distrital, 2023).

A grande maioria das famílias é católica, com menor porcentagem temos as famílias evangélicas, os sem religião são 3,8%, outras denominações não são observadas, veja na Figura 12 (Escola distrital, 2023).

Figura 12 - Denominação religiosa das famílias dos alunos



Fonte: Escola distrital, 2023.

Em relação a temas socioculturais que perpassam a vida e o modo de viver em sociedade, no Quadro 5 encontramos os percentuais de interesse de alunos e famílias.

Quadro 5 - O interesse dos alunos e famílias sobre temas socioculturais

Temas socioculturais	Interesse		
	Muito	Pouco	Não me interessa
Política	9,6%	48,1%	42,3%
Esportes	61,5%	30,8%	7,7%
Religião	58,7%	39,4%	1,9%
Meio ambiente	67,3%	31,25%	1,45%

Fonte: Escola distrital, 2023.

A escola distrital funciona no turno matutino atendendo a educação infantil (creche de 1 ano e 8 meses – 3 anos e pré-escola de 4 e 5 anos) e o ensino fundamental I (do 1º ao 4º ano). Funciona no turno vespertino atendendo ao ensino fundamental I (5º ano) e ao fundamental II (6º ao 9º ano). Na parte noturna fica a disposição de pessoal que desenvolve e participa de programas sociais. Conta atualmente com 143 matrículas, sendo 46 alunos na

educação infantil, divididos em creche e pré-escola de 4 e 5 anos, perfazendo 32% da demanda total. Em seguida vem o ensino fundamental I, com 46 alunos, correspondendo a 32% do número de alunos e o fundamental II, com 51 alunos, representando 36% do quantitativo total.

5.4 Objetos de conhecimento

O DCRC, documento alinhado a BNCC traz os objetos de conhecimento da química que devem ser estudados no 9º ano, esses estão distribuídos através de 7 habilidades (Ceará, 2019). Nos registros dos diários de classe do professor da escola distrital temos os seguintes conteúdos de química vistos no 1º e 2º bimestre: propriedades da matéria; estados da matéria; átomos e elementos químicos; ligações químicas; substâncias e misturas; reações químicas; grupos de substâncias (Escola distrital, 2023).

Pela análise dos registros dos diários de classe de 2017 a 2019 como visto no gráfico 1 são abordados no 1º e 2º bimestre os objetos de conhecimento da química, as médias das notas das turmas com o passar dos anos não cresceram, indicando alerta na aprendizagem dos conteúdos estudados.

Os objetos de conhecimento que apresentam uma boa relação com os três níveis de conhecimento químico: fenomenológico, teórico e simbólico, são os de reações químicas e grupos funcionais, com ênfase para ácidos e bases, sendo assim foram os conteúdos explorados pelos experimentais com material de baixo custo na aplicação da pesquisa com os alunos de 9º ano.

5.5 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi aplicada durante o primeiro semestre de 2023, tendo como delineamento 6 etapas, iniciando com o estudo teórico da temática, ganhando desenvoltura com a aplicação dos experimentos com material de baixo custo em sala de aula e finalizando com o texto da dissertação. A seguir temos uma pequena síntese das etapas da pesquisa:

- a. *Pesquisa bibliográfica*: estudo bibliográfico sobre práticas experimentais com material de baixo custo envolvendo reações químicas e ácidos e bases através de materiais já publicados como livros, artigos, dissertações, entre outras fontes científicas.
- b. *Turma de pesquisa*: seleção da turma com base nos critérios traçados para escolha, sob

- o resguardo do anonimato e termo de consentimento da gestão escolar.
- c. *Apresentação da pesquisa e seus objetivos*: explanação da proposta de pesquisa para os alunos da turma através de exposição oral no tempo de 1 hora aula usando recurso de multimídia.
 - d. *Experimentos com material de baixo custo*: aulas na turma de pesquisa usando como recurso didático experimentos de baixo custo envolvendo reações químicas e ácidos e bases no tempo de 6 horas aula por meio de fichas de observação e questionários experimentais.
 - e. *Questionário de Percepção dos Alunos*: coleta de dados quanto à satisfação e interesse da prática de ensino envolvendo aplicação de questionário com os alunos no tempo de 1 hora aula com material impresso.
 - f. *Produção da dissertação*: Sistematização e estruturação das informações e dados para estabelecimento de relações, análise e discussão dos resultados que formarão a dissertação.

A pesquisa bibliográfica foi realizada cumprindo as etapas imprescindíveis para sua execução conforme Prodanov e Freitas (2013): 1) escolha do tema; 2) levantamento bibliográfico preliminar; 3) formulação do problema; 4) elaboração do plano provisório do assunto; 5) busca das fontes; 6) leitura do material; 7) fichamento; 8) organização lógica do assunto; 9) redação do texto.

O tema pesquisado foi o uso de experimentos de baixo custo envolvendo reações químicas e ácidos e bases, aplicados ao ensino de química de alunos do 9º ano do ensino fundamental. Buscou-se entender o efeito da experimentação como recurso didático no ensino de química, consultando e selecionando artigos, dissertações, livros, entre outros materiais científicos em plataformas acessíveis pelo portal CAPES de periódicos e pelo banco de dissertações da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A turma de pesquisa foi selecionada cumprindo os cinco critérios de escolha na seção Local de pesquisa. Trata-se de uma turma de 9º ano que não é numerosa, em uma rede de ensino pequena, em uma escola distrital, zona rural. A escola não possui laboratório de ciências, diminuindo os recursos pedagógicos para experimentação em química.

Após o consentimento da gestão escolar e dos pais dos alunos ocorreu a apresentação do estudo e seus objetivos de pesquisa. Foi dado ênfase aos objetos de conhecimento que foram abordados: reações químicas e ácidos e bases, e o recurso que foi empregado, experimentos com material de baixo custo, além do tempo que foi demandado para essas aulas.

No uso dos experimentos com material de baixo custo a metodologia das aulas adotou sequência didática fundamentada na experimentação de baixo custo empregando uma abordagem problematizadora e construtivista dos conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases, reforçando a ideia do ensino que se preocupa no porquê do fazer e das coisas acontecerem, diferente do fazer pelo fazer e do acontecer porque tem de acontecer (Gonçalves; Goi, 2022). A sequência didática adotada tomou como base os trabalhos desenvolvidos por Gonçalves e Goi (2022) no seu estudo sobre experimentação como proposta metodológica para o ensino de química na educação básica e Souza *et al.*, (2013) com suas atividades experimentais investigativas no ensino de química. Essa abordagem das práticas objetivou o questionamento, levantamento de hipóteses, planejamento das atividades para análise do fenômeno, produção de resultados e discussão das soluções encontradas.

O tempo de cada sequência didática desenvolvida na turma foi de 2 h/a por semana no decorrer de 3 semanas. No Quadro 6 temos a representação de cada sequência didática.

Quadro 6 - Sequência didática adaptada para esta pesquisa

Etapas	Aulas
1. Exposição visual do conteúdo	Conteúdos que tenham relação com o cotidiano dos alunos, que estão na grade curricular da escola e que são objeto de conhecimento da pesquisa.
2. Divisão das equipes	Divisão da turma em 3 grupos colaborativos tendo os alunos papéis definidos ao longo da experimentação.
3. Ficha de Observação Experimental - FOE	Experimentos com materiais acessíveis do cotidiano dos alunos envolvendo reações químicas e ácidos e bases. Ficha com os materiais utilizados no experimento e com o roteiro experimental.
4. Questionário Experimental - QE	Instrumental para resposta em equipe, das conclusões encontradas ao longo do caminho traçado pelo roteiro experimental.
5. Socialização em sala de aula mediada por slides	Análise dos resultados levantados e encontrados pelos alunos envolvendo discussão com toda a sala.

Fonte: Adaptado de Gonçalves e Goi (2022) e Souza *et al.*, (2013).

A experimentação de baixo custo apontou para objetos que os alunos têm em casa e situações onde seja evocado o conhecimento químico de sua vivência, para isso recorreu-se ao pensamento de Paulo Freire. Outro ponto que recebeu destaque foi o trabalho

em equipe no momento da experimentação, impulsionando a construção e troca de conhecimento entre os alunos e entre as equipes no momento da discussão das observações e resultados das práticas. Para isso recorreu-se às ideias construtivistas de Vygotsky, onde o aluno aprende com o meio e os outros.

Ao final das atividades houve a aplicação do questionário de percepção dos alunos, sendo reservado 1h/a para avaliação da aceitação da metodologia de ensino. O questionário foi estruturado com questões objetivas seguindo a escala Likert (Gil, 2008), envolvendo perguntas simples com finalidade de identificar a aceitação e estímulo dos alunos frente a abordagem usando a experimentação de baixo custo.

A escrita do texto acadêmico começou com o estudo bibliográfico acerca da temática da pesquisa, pelos instrumentos de pesquisa foram coletadas informações com as quais se formou o escopo de resultados e discussão ao longo do texto, seguindo um cronograma de execução onde a última etapa foi a escrita desta dissertação.

5.6 Técnica da pesquisa

A pesquisa apresentou vários instrumentos de coleta de dados para análise e discussão da metodologia de ensino com a turma de pesquisa. A observação participante foi elemento fundamental para o processo do trabalho, percebendo diretamente os fatos que ocorreram na turma de estudo, por meio do contato direto com os alunos e descrição de suas respostas diante dos experimentos.

Foi desenvolvida observação sistemática, seguindo previamente modelo de observação das aulas (ANEXO A) abordando as seguintes dimensões: estratégia do trabalho docente, organização da aula, atitudes do professor, prática pedagógica do professor e exposição do assunto da aula (UFRGS, 2019), pontos indispensáveis para entendermos a dinâmica da sala de aula e o que pode potencializar ou prejudicar o ensino de química na turma de pesquisa. Todos os registros estão organizados no diário de campo que conta de parte escrita e imagens.

Outra técnica de pesquisa foram as fichas de observação experimental e os questionários, cuja aplicação e desenvolvimento ocorreram na aula pelos alunos nas equipes conforme sequência didática adaptada de Gonçalves e Goi (2022) e Souza *et al.*, (2013). As fichas de observação experimental (APÊNDICES A, C e E) são instrumento de registro das observações sistematizadas do experimento, dos fatos mais perceptíveis de modificações ocorridas no sistema a ser analisado referente aos conteúdos de reações químicas e de ácidos e

bases (Francisco JR *et al.*, 2008). Já os questionários trataram sobre o levantamento do conhecimento sobre os fenômenos observados e as inferências de hipóteses sobre as observações realizadas, contando, portanto, de questões abertas (APÊNDICES B, D e F) (Francisco JR *et al.*, 2008). Faz-se necessário identificar os saberes prévios para acessar ou ancorar os novos saberes concernentes à reações químicas e ácidos e bases, buscando o alinhamento de saberes entre os alunos, no sentido de que estes tenham os mesmos subsunsores² (Moreira, 1999) necessários ao processo de aprendizagem de um novo conteúdo.

Outro questionário, com questões fechadas seguindo o modelo de escala Likert foi aplicado (APÊNDICE G), com o objetivo de verificar qualitativamente se os alunos da turma de pesquisa gostaram e se sentiram estimulados para aprender química, notadamente com os conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases usando a experimentação de baixo custo. No Quadro 7 temos um resumo dos instrumentos que foram utilizados na pesquisa.

Quadro 7 - Descrição dos instrumentos de pesquisa que foram utilizados

Instrumento de pesquisa	Descrição
Modelo de observação das aulas (ANEXO A)	Modelo estruturado em dimensões para observar tipo de atividade de ensino, estratégias do trabalho docente, organização da aula, atitudes do professor, prática pedagógica e exposição dos assuntos da aula.
Diário de campo	Caderno formado pelo conjunto dos modelos de observação das aulas e registros escritos e fotográficos ao longo da aplicação da pesquisa.
Fichas de observação experimental (APÊNDICES A, C e E)	Para registro das observações sistematizadas dos experimentos sobre reações químicas e ácidos e bases.
Questionários dos experimentos (APÊNDICES B, D e F)	Para levantamento do conhecimento sobre os fenômenos observados e as inferências de hipóteses sobre as observações realizadas, contando, portanto, de questões abertas.
Questionário de percepção dos alunos (APÊNDICE G)	Para avaliação da aceitação e interesse pela metodologia das aulas usando experimentação de baixo custo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

²A estrutura de conhecimento anterior do aluno que será a base para compreensão de novos conhecimentos, funcionando assim como ponto para receber e ancorar o conteúdo novo, mudando a estrutura cognitiva do aluno.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados, análises e discussão dos dados coletados em sala de aula na aplicação da pesquisa envolvendo experimentação com material de baixo custo como recurso didático com alunos do 9º ano do ensino fundamental. Estes dados foram coletados ao longo do 2º bimestre do ano escolar, que teve início em 17 de abril e término em 27 de junho. A aplicação da pesquisa levou um tempo de 2 meses, compreendendo maio e junho de 2023.

Os dados, análises e discussão estão organizados da seguinte forma, os 3 primeiros tópicos tratam, cada um, das práticas experimentais desenvolvidas em grupo em cada sequência didática que ocorreu nas aulas semanais, cada tópico contém 2 subtópicos que tratam dos dados da ficha de observação experimental e do questionário experimental de cada prática. O tópico 4 aborda os dados e discussão do questionário de percepção dos alunos.

Entre os tópicos deste capítulo buscamos sempre relacionar com os objetivos do estudo, contemplando os objetivos específicos, conduzindo a discussão para uma abordagem da problemática da pesquisa, que possa responder aos questionamentos da investigação e dar outros apontamentos.

Todos os dados do capítulo tiveram como fonte os seguintes instrumentos de pesquisa: fichas de observação experimental, questionários experimentais, questionário de avaliação do ensino, além dos registros feitos pelo pesquisador mediante o modelo de observação sistemática da aula e registros fotográficos do trabalho nos grupos colaborativos.

Após os resultados e discussão, apresentamos no capítulo seguinte as considerações finais da pesquisa, retomando a trajetória teórica e metodológica do estudo, evidenciando os objetivos da pesquisa e os resultados encontrados, apontando os desafios e dificuldades durante o processo investigativo, contribuições da pesquisa para a solução da problemática criada, necessidade de continuidade de pesquisas futuras sobre a temática e desdobramentos que podem ser realizados a partir dos resultados aqui encontrados.

6.1 Reação de combustão da vela

Com bases nos dados coletados pelos instrumentos de coleta que mediaram os alunos na realização das práticas experimentais é possível perceber diferentes percepções e níveis de conhecimento sobre os conceitos e conhecimento químico discutido ao longo da aula, o que requer um olhar atento sobre o objetivo geral ao qual se propõe, que é o de

analisar o experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz-CE.

O conjunto de práticas experimentais sobre a combustão da vela, com objetivo de entender o que são reações químicas, manifestações de ocorrência e o que formam, está dividido em 2 subtópicos, que são: Ficha de Observação Experimental 1 e Questionário Experimental 1. A seguir, os dados, análises e discussão.

6.1.1 *Ficha de Observação Experimental 1*

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva de vários autores considerando as temáticas abaixo: práticas de ensino de química no 9º ano do ensino fundamental (BRASIL, 2017; CEARÁ, 2019); os níveis do conhecimento químico (Pauletti *et al.*, 2014); a experimentação como recurso didático para o ensino de química (Machado *et al.*, 2018); a experimentação com material de baixo custo e os fatores que dificultam a realização das atividades práticas nas escolas (Ferreira *et al.*, 2017; Messeder *et al.*, 2018; Gonçalves; Goi, 2020); as vantagens do uso da experimentação de baixo custo (Andrade; Teixeira, 2019); sequência didática no ensino de química (Gonçalves; Goi, 2022); educação problematizadora de Paulo Freire e seus conceitos utilizados na experimentação em química (Delizoicov, 2008; Francisco JR *et al.*, 2008) e abordagem construtivista de Vygostky com os principais conceitos utilizados na experimentação em química (Moreira, 1999; Ribeiro; Ramos, 2012).

Na Figura 13 podemos observar os materiais que foram utilizados nos 3 procedimentos da prática de combustão da vela.

Figura 13 – Material de baixo custo da prática de combustão da vela



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os materiais da Figura 13 apresentam pontos em comum, são simples, baratos e de fácil aquisição, características da experimentação com material de baixo custo. O uso da experimentação com material de baixo custo permitiu superar as dificuldades de natureza estrutural e material da escola distrital, possibilitando ao aluno uma visão de que a ciência está no seu cotidiano e unindo a compreensão da teoria com a prática concreta em sala de aula (Andrade; Teixeira, 2019). A presente análise, bem como a descrição e apresentação das práticas pelos alunos permitiu uma abordagem e melhor entendimento do objetivo específico que trata de mostrar o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas.

A ficha de observação experimental tem a função de conduzir os registros dos alunos adotando uma observação sistematizada do experimento, isto é, percebendo as modificações ocorridas no sistema a cada passo de realização do procedimento, sempre expressando a hipótese do que vai acontecer, quando o roteiro experimental pedir que o aluno faça esse registro (Francisco JR *et al.*, 2008).

No Quadro 8 abaixo temos um resumo do que acontece em cada um dos procedimentos que fazem parte da prática de reação de combustão da vela.

Quadro 8 - Descrição do que acontece em cada procedimento da prática de combustão da vela

Procedimento / Equipe	Descrição
Procedimento 1 / Lavoisier	A vela acesa apaga quando um copo é colocado sobre ela, formando um sistema fechado.
Procedimento 2 / Proust	A vela acesa dentro de um prato com água apaga quando um copo é colocado sobre ela, deslocando a subida da água para dentro do copo, formando um sistema fechado.
Procedimento 3 - Arrhenius	A vela acesa apaga quando o gás carbônico, produto da reação química entre vinagre e fermento em pó é direcionado para a chama da vela.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O procedimento 1 e 2 da prática de combustão da vela (APÊNDICE A) pediu na etapa 1 para as equipes Lavoisier e Proust começarem fixando uma vela em um prato e registrarem anotações sobre a razão do copo que cobria a vela ser de vidro. A equipe Lavoisier não fez nenhum registro nessa parte do experimento, enquanto que a equipe Proust escreveu “Coloquemos a vela no prato e a água e o copo transparente pra gente ver o que vai acontecer (Proust, 2023)”, sugerindo que para acompanhar e analisar o que iria acontecer no

sistema em questão era fundamental o tipo de material que iria cobrir a vela, no caso vidro transparente.

O experimento inicial com as equipes, desde os primeiros passos do procedimento em grupo buscou uma liberdade de aprofundamento dos assuntos e conceitos dos anos finais, que envolve um grau de complexidade a medida que se aprofunda no tema (Ceará, 2019). Poderemos perceber isso na continuação da análise das etapas do procedimento que mostraremos nesse tópico.

O experimento de combustão trata-se de uma prática simples, mas que possibilita uma riqueza de questionamentos e respostas, uma vez que está contextualizada no cotidiano dos alunos, tornando-se algo concreto (Brasil, 2017), onde todos querem ter a sua vez de manipular os materiais e produzirem observações que devem ser registradas.

A criação de uma situação real estimula uma investigação que se pauta em primeira mão na observação, para que se proponha, questione e relacione informações (Messeder *et al.*, 2018; Gonçalves; Goi, 2020). Neste sentido pela novidade da organização da prática experimental etapas que devem ser observadas, ao passarem despercebidas como no caso da equipe Lavoisier pode posteriormente gerar dificuldades de encadear as informações e fechar respostas, o que foi realizado atentamente pela equipe Proust.

Na etapa 2 do procedimento 1 pedia para os alunos levantarem hipóteses sobre o que iria acontecer quando fosse colocado o copo de vidro sobre a vela acesa, e em seguida o registro do que tinha realmente acontecido. Na Figura 14 temos o registro da prática.

Figura 14 – Equipe Lavoisier realizando o procedimento 1 da prática de combustão da vela



Fonte: Elaborado pelo autor.

A equipe Lavoisier não levantou nenhuma hipótese sobre o que iria acontecer,

mas respondeu da seguinte forma sobre o que aconteceu, “Dentro do copo ficou sem oxigênio, então a vela se apagou (Lavoisier, 2023)”. Isso evidencia a compreensão dos alunos que em uma reação de combustão em um sistema fechado existe algo que limita a reação, que no caso foi o gás oxigênio.

O procedimento 2 da mesma prática tem o objetivo de aprofundar a compreensão sobre reação química, foi solicitado da equipe Proust o mesmo que foi pedido a equipe Lavoisier, com a diferença de que a vela estava em um prato com água. Na Figura 15 temos o registro da prática.

Figura 15 – Equipe Proust realizando o procedimento 2 da prática de combustão da vela



Fonte: Elaborado pelo autor.

A equipe Proust registrou como hipótese do que iria acontecer o seguinte: “A água vai subir devido a pressão (Proust, 2023)”, e do que realmente aconteceu: “Devido ao calor o copo cola no fundo e água subiu (Proust, 2023)”. Chama atenção a hipótese que foi levantada, porque a falta de oxigênio gera uma pressão que é responsável pela subida da coluna de água, validando o que foi levantado, mas nenhum aluno faz menção seja em hipótese ou depois da prática nas anotações finais sobre o fato da vela apagar. Na anotação do que aconteceu existe um equívoco da parte dos alunos pensarem que o copo adere ao prato devido o calor, pela constatação de que o copo esquentou. E pela forma como foi escrita a observação fica entendido que o calor é responsável tanto pelo copo ter aderido ao prato como pela subida da coluna de água, o que não é condizente, o copo adere pela pressão e a água sobe pela pressão gerada com a reação de combustão que exauri no sistema fechado o gás oxigênio existente.

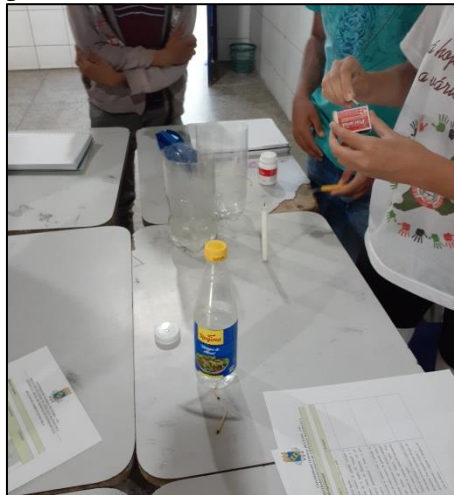
Impressionou os sentidos dos alunos o conhecimento químico macroscópico, facilmente observável e perceptível a olho nu (Pauletti *et al.*, 2014), tanto que das várias

ocorrências perceptíveis os alunos deram mais atenção a subida da coluna de água e ao fato do copo na linguagem deles colar no prato, esquecendo que tudo isso foram resultado da reação de combustão da vela, que teve fim quando o oxigênio acabou e a chama apagou.

O procedimento 3 pedia para os alunos fixarem uma vela acesa em uma superfície e registrarem o que acontece quando em um caneco de garrafa se mistura 4 dedos de vinagre e 3 colheres de fermento em pó, a equipe Arrhenius respondeu: “A solução borbulhou e começou a liberar o gás carbônico (Arrhenius, 2023)”. Em seguida pediu-se que a equipe transferisse o conteúdo do caneco atual para um vazio e tecesse anotações sobre essa etapa “Transferimos o gás carbônico para o outro caneco, sem deixar o líquido passar para o caneco (Arrhenius, 2023)”.

A etapa 4 do mesmo procedimento pedia para os alunos inclinarem o caneco vazio sobre a vela acesa, levantassem hipótese do que iria acontecer e depois as anotações do que realmente aconteceu, “Antes de inclinar nossa hipótese seria de que iria explodir fogo, porém a vela apagou. Realizamos o experimento 3 vezes para confirmar o resultado (Arrhenius, 2023)”. Na Figura 16 temos o registro da prática.

Figura 16 – Equipe Arrhenius realizando o procedimento 3 da prática de combustão da vela



Fonte: Elaborado pelo autor.

A equipe Arrhenius realizou todos os registros que a FOE1 pediu, inclusive com detalhes importantes como quando fala da liberação de gás, o tipo de gás, o conteúdo líquido do caneco com a mistura de vinagre e fermento em pó e a repetição do experimento 3 vezes para uma melhor confirmação das constatações registradas.

Reafirmamos aqui as ideias de Machado *et al.*, (2018) de que é precisamente a

natureza experimental da química em sua aplicação prática que leva a uma melhor compreensão de seus diferentes níveis de conhecimento, isso ocorre porque a exemplo do que observamos pela equipe Arrhenius, se viabiliza contextualizações e discussões ao longo das etapas do procedimento, agregando valor de sentido as teorias, conceitos e fenômenos estudados sobre reações químicas.

Também lembramos que foi fundamental a organização e planejamento da prática experimental, dividida em procedimentos, cada um aprofundando a exploração do conteúdo na inserção de novos elementos, o que se confirmou pela proposta que devia ser seguida nas etapas de cada procedimento pelas equipes, não caindo na realização de roteiros rígidos, sem espaço para argumentação (Gonçalves; Goi, 2020).

Esse planejamento adequado da prática experimental segundo Machado *et al.*, (2018) é forte fator para apropriação do conhecimento químico, motivação e interesse dos alunos, que como observado, desempenharam suas funções na realização do procedimento de forma alinhada, seja selecionando o material da prática, lendo a Ficha de Observação Experimental 1, conduzindo a experiência ou registrando as anotações, mas todos voltados com foco no que se esperava e estava prestes a acontecer diante de seus olhos.

É fundamental nesse momento discutirmos a problemática da pesquisa, que aborda dois questionamentos: como a experimentação, usando material de baixo custo, pode potencializar o ensino de química no ensino fundamental? E de forma particular, como pode influenciar no ensino dos conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases para os alunos do 9º ano de uma escola distrital em Arneiroz-CE?

Quando a prática experimental emprega material de baixo custo os fatores de natureza estrutural e material podem ser superados, dentre esses fatores Ferreira *et al.*, (2017) e Gonçalves e Goi (2020) chamam atenção para falta de laboratório adequado e falta de materiais para as práticas. Com isso se viabiliza a realização de aulas práticas, estratégia didática que envolve e permite os alunos compreenderem mais dos conteúdos com outra abordagem pedagógica dinâmica e interativa.

Outro ponto a ser citado é o fato de que os materiais de baixo custo permitem a adaptação de práticas de química com materiais do cotidiano do aluno, que bem planejadas (Machado *et al.*, 2018) impulsionam os alunos para um conhecimento prático, que na pesquisa era o conteúdo de reações químicas. Esse conhecimento traz uma nova visão para o aluno, onde a experimentação faz-se parte de um processo cheio de sentido, uma vez que é feita por muitos elementos da vivência do aluno. Isso tem a sua importância na extensão positiva do ensino dos conteúdos, uma vez que o estudo de Ferreira *et al.*, (2017) aponta que

em muitos casos o livro didático é o único recurso que orienta o processo de ensino, deixando lacunas na abordagem dos conteúdos.

A abordagem problematizadora de Paulo Freire traz para a experimentação em química, etapas a serem consideradas no decorrer do processo de ensino. A primeira delas é a problematização inicial (Delizoicov, 2001), que foi realizada pela exposição visual do conteúdo da sequência didática, antes da realização dos procedimentos pelas equipes, instigando inicialmente os alunos a reconhecerem a ocorrência de reações químicas em seu cotidiano. Algumas respostas são quando respiramos, bebemos água, cozinhamos, quando uma cerca de arame farpado enferruja, tudo evidencia fenômenos químicos.

Depois passamos para a organização do conhecimento, momento do estudo dos conceitos que os alunos deveriam compreender para aplicar na Ficha de Observação Experimental 1. Por fim passamos a etapa de aplicação do conhecimento, a utilização do conhecimento adquirido na realização do experimento de baixo custo. A prática experimental, assim como as etapas do processo problematizador, contemplou a tríade de leitura-escrita-fala. Reunindo os materiais da prática de combustão da vela e observando os procedimentos experimentais as equipes fizeram uma leitura do fenômeno que se revelava sobre suas mesas, o preenchimento da Ficha de Observação Experimental 1 foi a forma de escrever sobre o fenômeno, propondo hipóteses, registrando as constatações do sistema em reação e ganhando criticidade, para em seguida falar sobre o fenômeno, reconhecendo-o e aplicando-o em sua vivência (Francisco JR *et al.*, 2008). Tudo isso permite um melhor entendimento do objetivo específico que trata de compreender a experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem problematizadora.

Retomando a problemática da pesquisa, pode-se identificar um ganho de sentido, envolvimento e valorização dos alunos diante do conteúdo às vezes tão abstrato de reações químicas, quando o ponto de partida, a problematização inicial, está interligada com o universo vivencial do aluno. A abordagem problematizadora cria um ambiente de envolvimento onde as equipes no decorrer da experimentação conseguem desenvolver a tríade de leitura-escrita-fala, tão importante para a compreensão do contexto e sentido do conhecimento químico em sua vida, isso evidenciado pelas respostas dadas no preenchimento da Ficha de Observação Experimental 1 e do Questionário Experimental 1.

A sequência didática utilizada nas aulas com os alunos do 9º ano, adaptada de Gonçalves e Goi (2022) e Souza *et al.*, (2013) previa em um segundo momento a divisão das equipes para a realização da prática experimental, essa divisão considerou a atuação de cada aluno com uma função específica dentro da equipe, desde a separação dos materiais para a

realização do experimento até as respostas finais do questionário experimental.

O trabalho construtivo entre os membros de cada equipe, uns com maior compreensão dos conceitos vistos, outros com mais dúvidas e dificuldades, contribuiu para que todos os componentes do grupo apresentassem um desenvolvimento, isso foi evidenciado quando analisamos as hipóteses, observações e afirmações registradas na Ficha de Observação Experimental 1 por cada equipe. A heterogeneidade de conhecimento dos alunos das equipes evidenciou uma interação social em que os alunos que tinham maior dificuldade de compreensão estavam propícios a diminuição de suas ZDPs, aprendizagem mediada pelos alunos com maior compreensão do conteúdo (Moreira, 1999).

Outro ponto a ser considerado dentro do trabalho colaborativo é o aspecto motivacional, muito presente em processos onde todos os componentes do grupo obtêm o conhecimento buscado (Ribeiro; Ramos, 2012). Resultado de diálogo, questionamentos e discussão de todos que fazem parte da equipe. Dessa forma se entende melhor o objetivo específico que trata de compreender a experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem colaborativa.

Sobre a problemática da pesquisa, pode-se identificar que uma divisão das equipes onde cada aluno tem sua forma de contribuir na realização da experimentação, faz com que todos se sintam importantes no processo de ensino, criando um ambiente de maior atenção e atitudes favoráveis ao desenvolvimento e aprendizagem dos alunos. Mesmo conteúdos que os alunos relatam maior dificuldade em compreender, como o caso de reações químicas, quando a experimentação envolve trabalho em equipe, nota-se a facilidade em propor hipóteses, fazer observações e afirmações. A abordagem trazida por Vygotsky permite aplicar a ideia de que os alunos, assim como o professor podem ser mediadores do processo de ensino, gerando desenvolvimento e aprendizagem, considerando o aspecto heterogêneo dos alunos sobre o conhecimento químico.

A seguir continua-se a análise e discussão ainda sobre a prática de combustão da vela, agora trazendo os dados coletados pelo Questionário Experimental 1.

6.1.2 Questionário Experimental 1

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva teórica de Carnevalle (2018) sobre o conhecimento de reações químicas para alunos do 9º ano do ensino fundamental e Marques e Lima (2019) sobre experimentos com material de baixo custo envolvendo reações químicas.

O Questionário Experimental (QE) trata de levantar o conhecimento que os alunos conseguiram desenvolver sobre o conteúdo trabalhado e as conclusões sobre as hipóteses propostas pelas observações realizadas no decorrer dos procedimentos (Francisco JR *et al.*, 2008), esse instrumento de coleta de dados foi composto apenas de uma pergunta com várias alternativas cada uma com questionamentos abertos, para os procedimentos 1, 2 e 3 de cada experimento realizado.

A questão 1 no item (a) traz o mesmo questionamento para cada procedimento:

- a) A queima da vela é um tipo de reação química de combustão envolvendo um material combustível e um material comburente que é o oxigênio, com liberação de energia na forma de calor, vapor de água e gás carbônico. Complete a ilustração da reação química³ para esse fenômeno: _____ + $O_2(g)$ → _____ + $H_2O(g)$ + _____

No Quadro 9 podemos observar as respostas de cada equipe.

Quadro 9 – Respostas de cada equipe para o item (a)⁴ dos procedimentos da prática de combustão da vela

Equipe	Procedimento	Resposta do item (a)
Lavoisier	1	$VELA + O_2(g) \rightarrow ENER + H_2O(g) + GAS CARBÔNICO$
Proust	2	$VELA + O_2(g) \rightarrow FUMAÇA + H_2O(g) + H_2O$
Arrhenius	3	$COMBUSTIVEL + O_2(g) \rightarrow CALOR + H_2O(g) + CO_2$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Das equipes as que descreveram melhor a reação química de combustão da vela foi Lavoisier e Arrhenius, mesmo esta não mencionando o estado físico do CO_2 que é gasoso. A equipe Proust não conseguiu identificar a parte dos reagentes na equação química, colocando fumaça no lugar de energia e gás hidrogênio no lugar de gás carbônico. A reação de combustão tem um padrão reacional, no caso o combustível que é a parafina da vela queima na presença de oxigênio produzindo calor, vapor de água e gás carbônico, em uma

³ Representação de uma reação química com lacunas para os alunos preencherem com as substâncias que fazem parte do processo.

⁴ As equações químicas foram escritas de forma representativa seguindo uma abordagem qualitativa, em vez de uma representação formal química.

combustão que chamamos de completa (Marques; Lima, 2019).

O item (b) da questão 1 traz o mesmo questionamento para cada procedimento:

b) Quais os reagentes e quais os produtos na reação de combustão da vela?

No Quadro 10 podemos observar as respostas registradas.

Quadro 10 – Respostas de cada equipe para o item (b) dos procedimentos da prática de combustão da vela

Equipe	Procedimento	Resposta do item (b)
Lavoisier	1	VELA, ENERGIA
Proust	2	O oxigênio e hidrogênio → combustão
Arrhenius	3	reagentes: combustível + O ₂ (g) Produto: calor + H ₂ O(l) + CO ₂

Fonte: Elaborado pelo autor.

A equipe Lavoisier registrou as palavras vela e energia, mas não identificou se eram reagentes ou produtos, o que não satisfaz a pergunta do item (b), a equipe Proust usa uma linha de resposta usando da ferramenta de representação através de uma equação química, mas coloca termos incorretos como o hidrogênio que não participa dessa reação química e combustão que não é uma substância, mas sim um tipo de reação. A única equipe que reconheceu de forma correta quais os reagentes e produtos foi a Arrhenius. Vale observar que embora o calor apareça como um produto da reação, esta posição indica que o calor foi liberado, uma vez que ele não é uma substância química, mas energia em fluxo.

Em uma equação química, os reagentes e produtos devem estar representados cada um por seus símbolos e com a identificação do estado da matéria em que se encontram na reação, sendo que reagentes aparecem antes da seta, indicando que foram consumidos e produtos depois, indicando que foram formados, essa representação permite uma leitura detalhada da reação química, apontando a quantidade de espécies químicas que reagem entre si formando outras (Carnevalle, 2018).

O item (c) da questão 1 traz o mesmo questionamento para o procedimento 1 e 2:

c) O que fez a vela apagar quando o copo foi colocado sobre ela?

No Quadro 11 podemos observar os registros.

Quadro 11 – Respostas de cada equipe para o item (c) dos procedimentos 1 e 2 da prática de combustão da vela

Equipe	Procedimento	Resposta do item (c)
Lavoisier	1	FALTA DE OXIGÊNIO
Proust	2	A falta de oxigênio

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tanto as equipes Lavoisier como a Proust souberam reconhecer que em uma reação de combustão em um sistema fechado quando o oxigênio for consumido por completo a reação cessa. O que faz a vela apagar foi alguma coisa que faltou no sistema, no caso foi o comburente oxigênio, indispensável para a combustão (Marques; Lima, 2019).

O item (d) do procedimento 2 traz o seguinte questionamento:

- d)** Quando a vela apaga a água sobe e entra no copo. I) Por que isso acontece? II) Esse fenômeno da água entrar no copo é físico ou químico? Justifique.

A equipe Proust respondeu da seguinte forma: “Devido ao calor da fumaça, químico (Proust, 2023)”. A água subiu e entrou no copo pelo efeito de uma força física, que resultou do consumo de oxigênio dentro do sistema, essa força é chamada de pressão (Marques; Lima, 2019). É interessante notar que os alunos ao sentirem o copo quente pela liberação de calor atribuem a este, o efeito da subida da coluna de água e que a este movimento da água classifiquem como químico. Químico foi o processo da combustão, que teve a capacidade de produzir um fenômeno físico.

O item (c) do procedimento 3 traz a seguinte indagação:

- c)** Quando se mistura vinagre com fermento em pó ocorre uma reação química com liberação de gás. A ilustração para essa reação é:

$$CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3COONa(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$
 Qual a substância que é liberada na forma de gás na reação?

A equipe Arrhenius respondeu assim: “O gás carbônico (Arrhenius, 2023)”. Pela

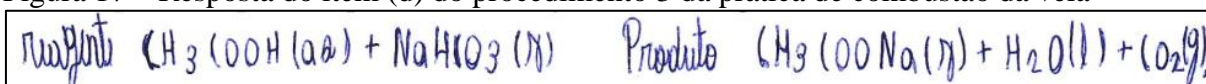
representação da equação química os alunos fizeram uma leitura que permitiu identificar os produtos que eram formados, quando perceberam o fenômeno macroscópico de liberação de gás na reação (Marques; Lima, 2019), relacionaram corretamente o gás liberado com o carbônico.

O item (d) do procedimento 3 traz a seguinte indagação:

d) Quais os reagentes e quais os produtos na reação entre vinagre e fermento em pó?

Na Figura 17 temos a resposta da equipe Arrhenius.

Figura 17 – Resposta do item (d) do procedimento 3 da prática de combustão da vela



Fonte: Elaborado pelo autor.

A equipe Arrhenius soube reconhecer corretamente reagentes e produtos da reação entre vinagre e fermento em pó. O que chama atenção é que a leitura correta de uma reação química possibilita o reconhecimento das espécies químicas que reagem entre si formando outras (Carnevalle, 2018).

O item (e) do procedimento 3 traz a seguinte pergunta:

e) O que fez a vela apagar quando a garrafa foi inclinada sobre ela?

A equipe Arrhenius responde da seguinte forma: “A liberação do gás carbônico da reação entre o vinagre e o fermento em pó (Arrhenius, 2023)”. Os alunos na realização do experimento, que inclusive foi repetido 3 vezes, para confirmar o resultado segundo a equipe, chegaram a constatação que a liberação do gás carbônico pelas inúmeras bolhas que se formam durante a reação, foi captado para dentro da garrafa utilizada, que ao ser inclinada sobre a vela a apagou (Marques; Lima, 2019).

As análises feitas até aqui sobre este tópico e o anterior nos permite entender que os resultados coletados pela aplicação da Ficha de Observação Experimental 1 e do Questionário Experimental 1 têm como origem práticas e procedimentos que reunidos formam o produto educacional desta pesquisa, o que satisfaz o objetivo específico de produzir e aplicar o produto educacional, bem como mostrar o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas.

Resgatando a problemática da pesquisa, os dados do Questionário Experimental 1 descritos, mostrados e interpretados a luz da teoria permite constatar que embora o uso da experimentação de baixo custo facilite a participação de todos os alunos em suas equipes, no sentido de que impressiona seus sentidos os fenômenos macroscópicos e a utilização dos materiais de sua vivência, a falta de compreensão da representação da reação química cria limites para respostas sobre identificação das substâncias que formam a reação, se são reagentes ou produtos e o que ocorre quando algumas das substâncias são consumidas ou formadas. O que aponta a necessidade de outras abordagens, mesmo com uso do material de baixo custo, para exploração da dificuldade de leitura de uma reação química. Quando se faz uma boa leitura da reação química várias informações são adquiridas, sendo possível resposta para os mais diferentes questionamentos, como ocorreu com a equipe Arrhenius.

6.2 Descobrindo reações químicas

O conjunto de experimentos denominados descobrindo reações químicas tem como objetivo representar e balancear corretamente uma reação química que acontece em um sistema, está dividido em 2 subtópicos, que são: Ficha de Observação Experimental 2 e Questionário Experimental 2. A seguir, os dados, análises e discussão.

6.2.1 *Ficha de Observação Experimental 2*

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva de vários autores considerando as temáticas abaixo: experimento problematizador e sua finalidade (Taha *et al.*, 2016); simplicidade da experimentação com material de baixo custo (Valadares, 2001); realização das atividades práticas (Novaes *et al.*, 2013) e experimentos com material de baixo custo envolvendo reações químicas (Feltre, 2004).

No início da aula foi exposto sobre uma mesa todo o material que foi utilizado na prática descobrindo reações químicas, mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Material de baixo custo utilizado na prática descobrindo reações químicas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Destacamos na Figura 18 a utilização de material simples, de baixo custo e de fácil aquisição, que pode ser encontrado em casa, na escola ou no comércio local, o que viabiliza a prática experimental em sala de aula e a adaptação de experimentos indicados em livros didáticos.

No Quadro 12 abaixo temos um resumo do que acontece em cada um dos procedimentos que fazem parte da prática descobrindo reações químicas.

Quadro 12 - Descrição do que acontece em cada procedimento da prática descobrindo reações químicas

Procedimento / Equipe	Descrição
Procedimento 1 / Lavoisier	Reação química orgânica com a enzima catalase da batata inglesa. A enzima catalase quebra as moléculas de peróxido de hidrogênio produzindo água e gás oxigênio na forma de pequenas bolhas.
Procedimento 2 / Proust	Reação de oxirredução envolvendo parafusos zincados e fios de cobre. O sistema usando uma forma de gelo com solução salina interliga parafusos zincados e fios de cobre, que fechado por um LED permite visualizar a passagem da corrente elétrica, precisamente na luz emitida pelo LED.
Procedimento 3 - Arrhenius	Reação de equilíbrio com água de cal. O indicador químico fenoftaleína traz uma coloração para o sistema de água de cal, que quando sobrado com gás carbônico muda de cor, devido um deslocamento do equilíbrio do sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor.

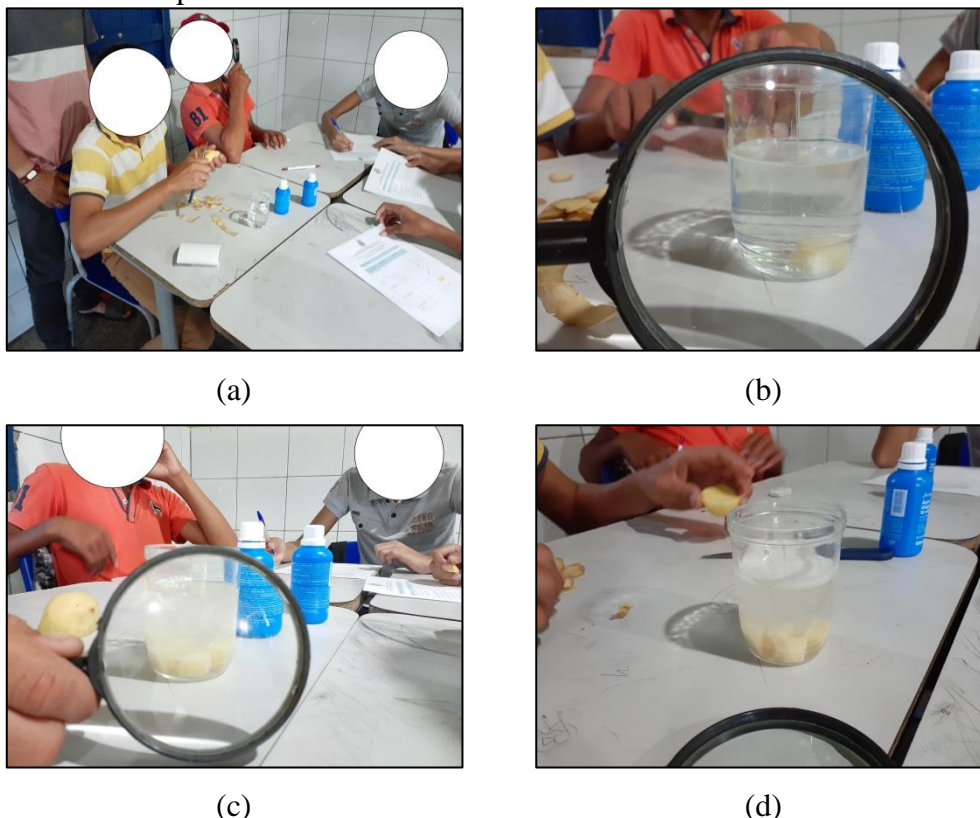
O procedimento 1 envolveu o estudo de uma reação química orgânica com a enzima catalase da batata inglesa. Na etapa 1 pedia para encher metade do copo de vidro com

água oxigenada e observar cada passo com o auxílio de uma lupa. Depois na etapa 2 foi descascada uma batata crua e cortado 5 pedaços pequenos, na parte 3 do procedimento pedia para registrar o que se esperava acontecer ao colocar os pedaços de batata em contato com a água oxigenada e o que realmente aconteceu. A equipe Lavoisier fez o seguinte registro: “Colocamos 5 pedaços e subiu o gás. Libertando essas bolinhas subindo (Lavoisier, 2023)”.

Na etapa 4 pedia para registrar agora o que ocorreria se o procedimento fosse repetido com 10 pedaços de batata crua. A equipe respondeu “Criou mais bolinhas, depois com mais 5 pedaços e ficou subindo mais bolinhas. Com várias bolhas (Lavoisier, 2023)”.

A Figura 19 traz o registro da realização do procedimento.

Figura 19 – Procedimento 1 envolvendo reação orgânica com a enzima catalase: (a) Alunos preenchendo a FOE2 e cortando os pedaços de batata; (b) Primeiro pedaço de batata em contato com a água oxigenada; (c) 5 pedaços de batata em contato com a água oxigenada decorrido um certo tempo; (d) 10 pedaços de batata em contato com a água oxigenada decorrido um certo tempo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 19 podemos acompanhar o desenvolvimento da reação química, na figura (b) percebemos que no início da reação ainda não se pode observar nenhuma alteração do sistema, mas à medida que o tempo passa na figura (c) podemos observar um sistema onde

a água oxigenada está como se fosse turva, a lupa quando focada de perto permite identificar que são minúsculas bolhas de gás que estão se formando ao redor da superfície dos pedaços de batata e emergindo da solução. Na figura (d) observamos que com o passar de certo tempo o sistema com 10 pedaços de batata forma tanto gás que vai criando uma espécie de espuma branca no copo.

A equipe Lavoisier chama atenção em seus registros que muitas bolhas são formadas e conseguem escapar do sistema, mas não consegue propor nenhuma hipótese antes do fenômeno acontecer e tampouco fazer alguma afirmação quanto ao tipo de gás que está sendo formado.

Segundo Taha *et al.*, (2016), neste contexto de sala de aula a experimentação para ser eficaz além de seguir uma linha científica ou educativa, deve contemplar as diferentes aprendizagens que pode estimular nos alunos, para isso seguiu-se uma abordagem problematizadora em Paulo Freire, despertando nos alunos uma criticidade, uma curiosidade mais ampla, onde a escrita na Ficha de Observação Experimental 2 foi um processo fundamental.

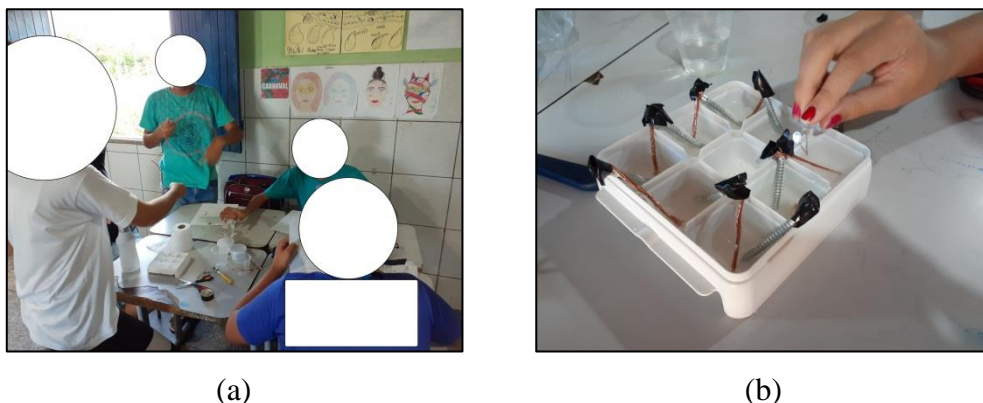
No procedimento 2 temos uma reação de oxirredução envolvendo zinco e cobre. Na etapa 1 pedia para organizar as substâncias que foram utilizadas, em copos, depois na etapa 2 explicava como deveriam ser dispostas essas substâncias em uma forma de gelo de geladeira, pedindo para os alunos registrarem o que acontecia com o sal e a água em cada célula da forma de gelo, ao que a equipe Proust respondeu “O sal se mistura com a água (Proust, 2023)”.

A etapa 3 trouxe informações sobre a forma como os parafusos de zinco e fios de cobre deveriam ser manuseados, depois na etapa 4 procedeu-se a disposição do arranjo zinco-cobre na forma de gelo, o que foi solicitado a análise da finalidade da disposição desse arranjo nas células. A equipe respondeu da seguinte forma: “Fazer um lopping entre as formas de gelo para gerar uma carga elétrica (Proust, 2023)”.

A etapa 5 do procedimento pedia para ser levantado hipóteses sobre o que poderia acontecer antes de fechar o sistema com o LED e ter atenção nas anotações sobre o que realmente aconteceu, ao passo que os alunos responderam “A luz acendeu (Proust, 2023)”.

Na Figura 20 podemos acompanhar os registros da realização do procedimento.

Figura 20 – Procedimento 2 envolvendo reação de oxirredução com zinco e cobre: (a) Alunos fazendo a leitura da FOE2 e organizando o material; (b) Circuito mantado com LED aceso



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 20 acompanhamos o desenvolvimento da reação química de oxirredução, na figura (a) percebemos os alunos realizando a compreensão do procedimento, ainda na parte de organização do material a ser manipulado, na figura (b) vemos o circuito montado já com o LED aceso, o que constata a passagem de corrente elétrica produzida por dois materiais diferentes, zinco e cobre.

O procedimento 2 dentro da prática descobrindo reações químicas causou na equipe Proust uma admiração instantânea no momento em que o LED acendeu. A surpresa do experimento era de como poucos materiais de natureza tão simples podiam gerar energia para criar luz, esse comportamento dos alunos corrobora com o pensamento de Valadares (2001) quando diz que quanto mais simples for o experimento, mais instrutivo e atraente mostra-se. A simplicidade de um experimento que possibilita uma discussão rica, segundo Novaes e colaboradores (2013), não encontra limites na falta de laboratório de química ou ciências, sendo fácil sua introdução nos espaços de presença do aluno dentro da escola.

No procedimento 3 temos uma reação de equilíbrio. Na etapa 1 pedia para se colocar água da torneira em um copo de vidro e acrescentar uma colher de cal virgem, depois perguntou-se a equipe o motivo de mexer bem o sistema. Os alunos responderam “Para diluir a cal virgem e ficar bem misturado (Arrhenius, 2023)”. Nota-se que embora a equipe tenha conseguido reconhecer o sentido da ação de mexer o sistema, que foi misturar todo o conteúdo dentro do copo, a palavra diluir não se enquadra nesse contexto, podendo ser substituída pelo termo dissolver, já que estamos falando de um sólido que aos poucos forma uma solução com a água.

Na etapa 2 do procedimento os alunos transferiram o conteúdo do copo inicial para outro, perguntou-se se ficou algum material no papel filtro: “Ficou pequena quantidade

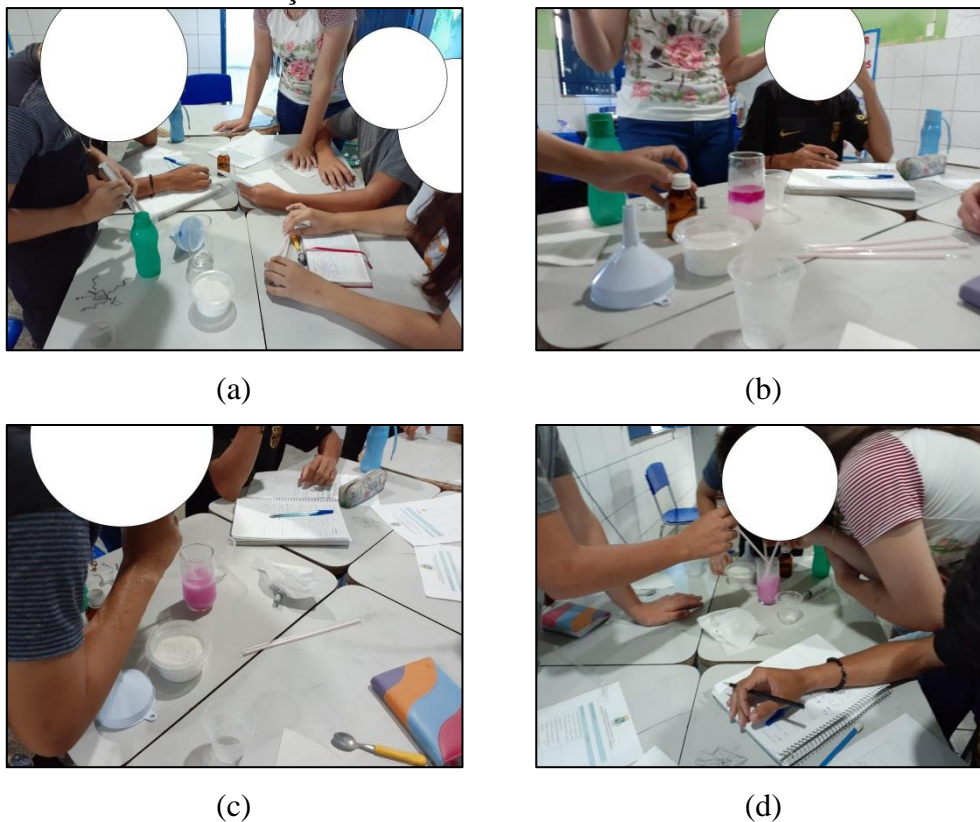
de cal virgem (Arrhenius, 2023)”. Isso decorre naturalmente pelo fato de que o cal apresenta baixo ponto de solubilidade, ou seja, mesmo depois de mexer bem o sistema vai ficar uma parte sem dissolver em água.

Na etapa 3 foi adicionado fenoftaleína 1% à solução filtrada, pedindo o registro do que se esperava acontecer e do que realmente aconteceu. A equipe respondeu da seguinte forma: “O grupo acha que vai ferver ou borbulhar (Arrhenius, 2023)”. Na etapa 4 pede-se que com o auxílio de um canudo de plástico, o aluno sopre na solução do copo, borbulhando até ocorrer alguma alteração no sistema, sendo necessário levantar ideias sobre o que se esperava acontecer e o que aconteceu. Os alunos registraram da seguinte forma: “O grupo acha que vai se transformar em outra cor. O que se transformou, ele realmente mudou de cor (Arrhenius, 2023)”.

Na etapa 3 é interessante observar que a resposta dada pela equipe Arrhenius evidencia fenômenos como ferver e borbulhar, o que envolve calor e formação de gás, na prática experimental da combustão da vela se constatou esses processos, é possível que a equipe mediante observações anteriores se vala do mesmo conhecimento para testar hipóteses sobre novas práticas. Logo depois, a mudança no sistema foi a cor, de turvo tendendo ao branco mudou para coloração rosa. Na etapa 4 a hipótese lançada e depois confirmada pela mesma equipe foi a mudança de cor, o que possivelmente foi levantada mediante a observação anterior da etapa 3.

Na Figura 21 é possível ver os registros da realização do procedimento 3.

Figura 21 – Procedimento 3 envolvendo reação de equilíbrio: (a) Alunos fazendo a leitura da FOE2 e organizando o material; (b) Mudança de cor no sistema causada pela fenoftaleína 1%; (c) Aluno soprando gás carbônico no sistema; (d) Sistema com uma coloração rosa mais fraca



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 21 acompanhou-se o desenvolvimento da reação de equilíbrio, na figura (a) os alunos estavam realizando a compreensão do procedimento, ainda na parte de organização do material, na figura (b) notou-se a primeira alteração do sistema causado pela mudança de cor na adição de fenoftaleína 1%, isso ocorre porque a água de cal apresenta hidróxido de cálcio, que ganha essa coloração rosa pelo seu caráter básico. Na figura (c) observamos o aluno soprando no sistema, é o início do deslocamento do equilíbrio da reação, que na figura (d) já apresenta um deslocamento maior, evidenciado pela coloração rosa mais fraca, que deve progredir e finalizar com a cor branca característica da água de cal.

Mudança de cor no sistema também é um evento macroscópico que impressiona os sentidos dos alunos, como foi o caso da reação química em questão que não se processou de forma direta, mas deslocando seu equilíbrio para um determinado ponto, após cessar a ação externa sobre o copo com água de cal, essas substâncias continuam reagindo e se transformando o tempo todo e o sistema volta a sua condição de equilíbrio novamente (Feltre, 2004).

A presente análise, bem como a descrição e apresentação das práticas pelos alunos permitiu uma abordagem e melhor entendimento dos objetivos específicos que tratam de compreender a experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem problematizadora e colaborativa, mostrar o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas e produzir e aplicar o produto educacional.

Ao longo dos tópicos uma discussão que não se exauri é a retomada da problemática da pesquisa. Diante do que foi analisado chama atenção como ponto principal do potencial da experimentação com material de baixo custo a simplicidade desse recurso didático, que facilmente pode ser colocado em prática com materiais de casa, da escola ou de fácil aquisição no comércio local, possibilitando práticas com um grau elevado de adaptabilidade, que para conteúdos como o de reações químicas tem sua riqueza na discussão de informações, e engajamento do alunado, que podem produzir.

Outro ponto a se considerar é a capacidade que simples experimentos têm de produzir admiração e surpresa nos alunos, principalmente quando se trata de fenômenos macroscópicos como quando um LED acende ou um sistema muda de cor, e que o próprio espaço da sala de aula comporta todos esses acontecimentos, dispensando equipamentos sofisticados e estrutura de alto valor aquisitivo.

A seguir continuamos a análise e discussão ainda sobre a prática descobrindo reações químicas, agora trazendo os dados coletados pelo Questionário Experimental 2.

6.2.2 Questionário Experimental 2

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva teórica de Carnevalle (2018) sobre o conhecimento de reações químicas para alunos do 9º ano do ensino fundamental; Silva e Stradiotto (1999), Rodrigues *et al.*, (2016) e Fogaça (2022b) sobre experimentos com material de baixo custo envolvendo reações químicas.

O Questionário Experimental 2 trata-se de um instrumento de coleta de dados composto apenas de uma pergunta com várias alternativas cada uma com questionamentos abertos, para os procedimentos 1, 2 e 3 da prática descobrindo reações químicas.

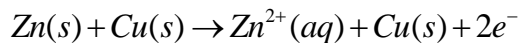
Embora a questão 1 no item (a) se refira a reação química de cada equipe, traz o mesmo questionamento para cada procedimento:

- a) Procedimento 1- Trata-se de uma reação química orgânica, onde uma enzima chamada catalase, presente na batata inglesa consegue quebrar a molécula de peróxido de

hidrogênio da água oxigenada, essa reação de transferência de elétrons produz água e libera gás. Observe a reação desbalanceada ilustrada abaixo e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.



- a) Procedimento 2- Trata-se de uma reação de oxirredução, envolvendo perda de 2 elétrons por cada átomo de zinco, o que irá gerar uma corrente elétrica. Observe a reação ilustrada abaixo e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.



- a) Procedimento 3 - Trata-se de uma reação de equilíbrio, que dependendo de vários fatores pode deslocar para o lado dos produtos ou dos reagentes. Quando temos cal virgem e água a reação química que ocorre é: $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$. Quando assopramos a água de cal a reação química que ocorre é: $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s) + H_2O(l)$. No início a cor rosa do sistema quando adicionamos fenolftaleína é devido a presença de hidróxido de cálcio, quando esse diminui sua concentração a cor rosa desaparece. Observe a reação ilustrada acima do hidróxido de cálcio e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.

No Quadro 13 observamos as respostas para cada um dos procedimentos.

Quadro 13 – Respostas de cada equipe para o item (a) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas

Equipe	Procedimento	Resposta do item (a)
Lavoisier	1	$2H_2O_2(l) + CATALASE \rightarrow H_2O(l) + O_2(g)$ <p><i>2H₂O₂(l) + CATALASE → H₂O(l) + O₂(g) duas moléculas água oxigenada reagiu com a batata inglesa após lavada mais oxigênio</i> <i>b) Quais os reagentes e quais os produtos? Qual a função da enzima que catalisa essa reação?</i> <i>↳ (A)</i> <i>gogoso.</i></p>
Proust	2	$Zn(s) + Cu(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) + 2e^{-}$ <p><i>↳ 1 molécula de zinco sólido reagiu com 1 molécula de cobre sólido formando 1 molécula de zinco na água mais 1 molécula de cobre sólido mais 2 elétrons negativos.</i></p>
Arrhenius	3	$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$ <p><i>o hidróxido de cálcio na água reagiu com a molécula de gás carbônico gaseoso produzindo carbonato de cálcio sólido junto com água líquida</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 13 podemos analisar que a equipe Lavoisier conseguiu identificar pela escrita o nome correto de cada substância na reação química e se esforça para registrar a quantidade destas, como no caso da água oxigenada em que são duas moléculas, mas não repete o mesmo feito para a quantidade das outras substâncias envolvidas, assim como não faz registro do estado físico de todas as substâncias da reação. A equipe Proust conseguiu registrar de forma correta a quantidade e o estado físico de cada espécie química presente na reação, mas confundiu os átomos dos metais e os chamou de moléculas. A equipe Arrhenius conseguiu registrar tanto o nome como o estado físico de cada espécie química, não mencionando os coeficientes estequiométricos de cada substância envolvida na reação.

A leitura em um nível microscópico da reação permite-nos conhecer a quantidade de moléculas e átomos que reagiu e a quantidade que foi formada, essa leitura aliada ao aspecto macroscópico do estado físico da substância abre espaço para entendermos como a massa total do sistema se comportou (Fogaça, 2022b).

A questão 1 no item (b) pede a mesma coisa de cada procedimento, com uma pequena diferença no procedimento 1:

- b) Procedimento 1 - Quais os reagentes e quais os produtos? Qual a função da enzima que catalisa essa reação?**

b) Procedimento 2 e 3 - Quais os reagentes e quais os produtos?

No Quadro 14 observamos as respostas para cada um dos procedimentos.

Quadro 14 – Respostas de cada equipe para o item (b) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas

Equipe	Procedimento	Resposta do item (b)
Lavoisier	1	$2H_2O_2(l) + CATALASE \rightarrow H_2O(l) + O_2(g)$ <p>essa reação? reagentes: água oxigenada + catalase. o catalase é um com catalase</p>
Proust	2	$Zn(s) + Cu(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) + 2e^{-}$ <p>Reagentes: Zn(s) + Cu(s) Produtos: Zn²⁺(aq) + Cu(s) + 2e⁻</p>
Arrhenius	3	$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$ <p>Reagentes: CaO(s) + H₂O(l) Produto: Ca(OH)₂(aq)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando as respostas do Quadro 14 percebemos uma mudança na melhora da leitura da representação de uma reação química, as equipes Proust e Arrhenius souberam reconhecer reagentes e produtos, mesmo esta interpretando a reação química que não foi pedida no questionamento. Ainda notamos alguma dificuldade por parte da equipe Lavoisier, que apenas registrou os reagentes na equação química, mesmo assim soube identificar a função da batata na reação. É fundamental a representação a nível simbólico da reação química por uma equação química, para que os alunos possam realizar uma leitura da qual se tire informações que permitam interpretar e chegar a várias conclusões sobre a reação química em questão (Carnevalle, 2018).

O item (c) da questão 1 traz o seguinte questionamento para cada procedimento da prática:

c) Represente a equação química balanceada.

As respostas para cada um dos procedimentos constam no Quadro 15.

Quadro 15 – Respostas de cada equipe para o item (c) dos procedimentos da prática descobrindo reações químicas

Equipe	Procedimento	Resposta do item (c)
Lavoisier	1	$2H_2O_2(l) + CATALASE \rightarrow H_2O(l) + O_2(g)$ <p><i>enzimática, com um enzima chamado catalase</i></p>
Proust	2	$Zn(s) + Cu(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) + 2e^{-}$ <p><i>a equação já está balanceada pois não há desbalanceamento entre o reagente e o produto</i></p>
Arrhenius	3	$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$ <p><i>3Ca(OH)₂(aq) + 3CO₂(g) → 3CaCO₃(s) + 3H₂O(l)</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 15 percebemos que apenas a equipe Proust reconheceu que a equação química da forma como foi apresentada já estava balanceada, a equipe Lavoisier não reconheceu o que o item pedia e a equipe Arrhenius não soube reconhecer que a equação química a ser analisada já estava balanceada, alterando os coeficientes estequiométricos e desbalanceando a equação. É importante atentar-se quanto a igualdade dos átomos em ambos os membros da equação, quando isso não acontece precisamos alterar os coeficientes estequiométricos das substâncias para balancear a equação química (Carnevalle, 2018). Os registros sugerem que as equipes ainda não reconhecem o que é o balanceamento de uma equação química e como devem alterar os coeficientes estequiométricos das substâncias.

O item (d) da questão 1 traz o seguinte questionamento para o procedimento 1:

d) O que acontece com a massa do sistema antes e depois da reação?

A equipe Lavoisier respondeu da seguinte forma: “Menor porque libera ar e sai do sistema (Lavoisier, 2023)”. A leitura da equação química aliada as observações do procedimento na FOE 2 abre espaço para que os alunos concluam que a massa total do sistema aberto não se manterá constante, pelo contrário, diminuirá, haja visto que há liberação de uma substância formada, que no caso é o gás oxigênio (Fogaça, 2022b). Chamamos a atenção para o fato de que reações que ocorrem em sistemas abertos não se aplica a lei de conservação das massas, cujo enunciado diz que a massa total das substâncias que participam de uma reação química permanece constante ao longo do processo (Carnevalle, 2018).

O item (e) da questão 1 traz a seguinte pergunta dentro do procedimento 1:

e) O que acontece quando a quantidade de batata é dobrada na reação?

De forma que a equipe respondeu: “Produz água e libera gás (Lavoisier, 2023)”. Pela observação no momento da realização do experimento é possível identificar que quando um reagente é dobrado, também se dobra a quantidade do que foi formado, há mudanças no processo reacional quando alteramos a quantidade de um ou mais reagentes (Fogaça, 2022b). A resposta da equipe confirmou o que se podia deduzir pela leitura da reação química, mas não faz referência a conceitos da lei das proporções definidas, especialmente da quantidade dos reagentes e produtos (Carnevalle, 2018).

O item (d) da questão 1 traz a seguinte pergunta dentro do procedimento 2:

d) Qual a função do sal de cozinha no experimento?

A equipe registrou da seguinte forma: “Para a condução de elétrons (Proust, 2023)”. A equipe Proust já tem uma compreensão aprofundada de que o sal ao dissolver em água formou íons, que podem atuar na condução de elétrons, permitindo assim a passagem de uma corrente elétrica (Rodrigues *et al.*, 2016), característica de substâncias formadas por ligações iônicas.

O item (e) da questão 1 traz o seguinte questionamento sobre o procedimento 2:

e) Se o LED ficasse na solução por tempo indeterminado o que aconteceria?

A equipe respondeu da seguinte forma: “O led continuaria aceso porém com a carga de energia menor que antes (Proust, 2023)”. Na reação de oxirredução em questão temos que o parafuso zincado perde elétrons, com ajuda do sal há condução de uma corrente que pode ser facilmente visualizada quando o LED acende, mas a energia que circula não é infinita, à medida que o tempo passa os elétrons são consumidos, até o momento em que o LED apaga porque não existe mais corrente elétrica (Rodrigues *et al.*, 2016).

O item (d) da questão 1 traz o seguinte questionamento sobre o procedimento 3:

d) Quando deixamos de soprar na água de cal, depois de algum tempo o que acontece com o sistema?

A equipe respondeu da seguinte forma: “O sistema para, fazendo com que a água fique com a coloração rosa (Arrhenius, 2023)”. O estado final de uma reação de equilíbrio que teve ação de um fator externo não é a condição de equilíbrio, portanto mesmo com a coloração rosa do sistema ao final do procedimento, a reação volta a sua condição de equilíbrio, que era a água de cal de coloração branca, pois a mudança de cor no sistema foi resultado do deslocamento do equilíbrio da água de cal pela ação do gás carbônico soprado (Silva; Stradiotto, 1999). Esse resultado se mostra com o tempo, já que trata de uma reação lenta, o que não foi totalmente observado no tempo dos experimentos em sala de aula.

As análises feitas até aqui sobre este tópico nos permite entender que os resultados coletados pela aplicação do Questionário Experimental 2 têm como origem práticas e procedimentos que estão reunidos formando o produto educacional desta pesquisa, o que satisfaz o objetivo específico de produzir e aplicar o produto educacional e mostrar o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas.

Resgatando a problemática da pesquisa, os dados do Questionário Experimental 2 descritos, mostrados e interpretados a luz da teoria apresentam uma grande correlação de proximidade com os que percebemos com a aplicação do Questionário Experimental 1, o uso da experimentação de baixo custo mobiliza os alunos e cria um ambiente favorável para atenção do que estar sendo trabalhado, mas a falta de compreensão por algumas equipes, do conteúdo abordado impossibilita várias leituras e possibilidades de discussão sobre o conteúdo de reações químicas.

6.3 Indicador natural de pH

O conjunto de práticas experimentais denominado indicador natural de pH tem como objetivo identificar o caráter ácido-base de uma substância através de mudança de cor com uso de indicador natural, estar dividido em 2 subtópicos, que são: Ficha de Observação Experimental 3 e Questionário Experimental 3. A seguir, os dados, análises e discussão.

6.3.1 *Ficha de Observação Experimental 3*

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva de vários autores considerando as temáticas abaixo: conhecimento teórico sobre ácidos e bases (Carnevalle, 2018); experimentos com material de baixo custo envolvendo ácidos e bases (Tarnowky, 2017); a educação problematizadora de Paulo Freire e seus conceitos utilizados

na experimentação em química (Silva, 2010) e a abordagem construtivista de Vygostky e os principais conceitos utilizados na experimentação em química (Silva, 2010).

A Figura 22 apresentamos a organização do material de baixo custo utilizado na prática de indicador natural de pH, material apresentado desde o início da aula e disposto sobre a mesa escolar.

Figura 22 – Material de baixo custo utilizado na prática de indicador natural de pH



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com excessão do repolho roxo que foi adquirido no comércio local, todos os materiais e substâncias da prática de indicador natural de pH veio da cantina ou do setor de limpeza da própria escola, o que valida as ideias discutidas nos tópicos anteriores, o experimento com material de baixo custo supera de forma eficaz os limites impostos pela estrutura e material sofisticado demandado pela experimentação em laboratório.

A prática indicador natural de pH apresenta a mesma descrição para cada uma das equipes, identificar o pH e o caráter ácido-base de cada substância através do uso do indicador natural que foi o suco de repolho roxo, pela comparação visual de mudança de cor do sistema com a escala de cor de referência para o indicador.

Os 3 procedimentos do experimento continham a mesma orientação para as equipes, mudando apenas as substâncias que os alunos deveriam manipular. A etapa 1 de cada procedimento pedia para as equipes identificarem com fita gomada 2 copos com as amostras, em um copo a amostra pura e no outro a que foi analisada, depois perguntava o motivo de ser preciso a utilização de 2 copos. A equipe Lavoisier não respondeu ao questionamento, dando atenção para o registro da etapa final do procedimento. A equipe Proust respondeu da seguinte forma: “Para identificar o que irá acontecer com a amostra no copo (Proust, 2023)”. Por último a equipe Arrhenius fez o seguinte registro: “A comparação de 2 copos (Arrhenius, 2023)”.

As equipes que fizeram os registros usaram os termos identificar e comparação, ambos fastisfizeram o motivo de termos uma amostra chamada de branco, que é a solução apenas com a substância, e a amostra que foi adicionado o suco de repolho (Carnevalle, 2018). A finalidade da ação é ter com que comparar as amostras identificadas e observar as mudanças ocorridas antes e depois da adição do indicador natural que foi o suco de repolho roxo.

Na etapa 3 pedia para cada equipe registrar de forma detalhada o que aconteceu com a amostra analisada quando foi adicionado o suco de repolho roxo. A equipe Lavoisier respondeu da seguinte forma: “Em um copo misturou açúcar, água e suco de repolho e no outro leite e água e suco de repolho e no outro copo vinagre e água e suco de repolho e no outro água e suco de repolho e ficaram de cor diferente (Lavoisier, 2023)”. A equipe Proust registrou como resposta “O copo com água sanitária ficou com a cor clara, café com a cor escura, o sal de cozinha ficou roxo e o fermento ficou azul (Proust, 2023)”. Dando continuidade a equipe Arrhenius fez a seguinte anotação: “Eles mudaram de cor (Arrhenius, 2023)”. Os registros da realização da prática pelas equipes podem ser observados na Figura 23 abaixo

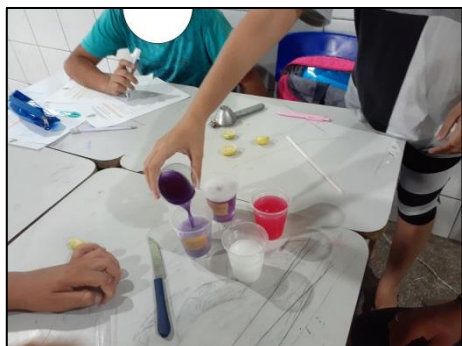
Figura 23 – Realização da prática de indicador natural de pH: (a) Equipe Lavoisier realizando o procedimento; (b) Equipe Proust realizando o procedimento; (c) Equipe Arrhenius realizando o procedimento; (d) Amostras da Equipe Arrhenius



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 23 podemos acompanhar que cada uma das equipes realiza o mesmo procedimento, mudando as substâncias analisadas. Nas figuras (a) e (b) as amostras apresentam cores variadas, na figura (d) já existe uma variedade maior de cores.

A mudança de coloração em cada amostra se dar segundo Tarnowsky (2017) porque o repolho roxo apresenta substâncias presentes em suas folhas que em meio ácido ou básico alteram sua coloração, essas substâncias são chamadas de antocianinas, essa capacidade de mudança na coloração dependendo do meio faz do repolho roxo um indicador de pH eficaz.

O presente tópico com a análise e descrição da prática de indicador natural de pH levou a um melhor entendimento dos objetivos específicos que tratam de compreender a experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem problematizadora e colaborativa, mostrar o experimento de baixo custo aplicado a ácidos e bases e produzir e aplicar o produto educacional.

Voltando a problemática da pesquisa, a disponibilidade e abundância natural dos

materiais utilizados na prática desenvolvida pelos alunos permitem ao professor que experimentos que motivam e despertam a curiosidade dos discentes possam ser planejados e aplicados com mais frequência na sala de aula. Outro ponto que influencia na frequência da experimentação em química é a segurança que os alunos devem ter no uso de equipamentos e manipulação de materiais em laboratório e atividades práticas. Com o emprego do material de baixo custo a proteção de todos é assegurada, já que todos os materiais são de uso comum do cotidiano das pessoas.

Como o ensino de química apresenta uma forte conexão transdisciplinar com temáticas como o meio ambiente, sustentabilidade e assuntos afins, o uso da experimentação de baixo custo fortalece a consciência crítica dos alunos sobre o conceito de impacto ambiental. O material de baixo custo pode ser reutilizado, as amostras podem ser descartadas, como na prática de indicador natural de pH, e o impacto ambiental será reduzido.

Continuando na discussão sobre a problemática do estudo, o uso da experimentação seguindo uma abordagem problematizadora e construtivista permitiu compreender-se melhor o trabalho junto com os alunos sobre os conceitos de que segundo Silva (2010) o ato de conhecer e produzir conhecimento sobre química não é isolado e nem individual. Esta intercomunicação e intersubjetividade defendida por Paulo Freire se assemelha, respectivamente, aos conceitos de interação social e nível de desenvolvimento real do aluno (Miranda, 2005) defendidos por Vygostky.

A seguir continuamos a análise e discussão ainda sobre a prática de indicador natural de pH, agora trazendo os dados coletados pelo Questionário Experimental 3.

6.3.2 *Questionário Experimental 3*

Este tópico foi analisado e discutido de acordo com a perspectiva teórica de Carnevalle (2018) sobre o conhecimento de ácidos e bases para alunos do 9º ano do ensino fundamental.

O Questionário Experimental 3 trata-se de um instrumento de coleta de dados composto de 2 perguntas contendo todas as substâncias que foram analisadas o caráter ácido-base na FOE3.

A questão 1 traz o mesmo questionamento para cada equipe participante da prática de indicador natural de pH:

1- Preencha na tabela abaixo o valor aproximado do pH de cada uma dos materiais e o seu

caráter, se é ácido, básico ou neutro.

No Quadro 16 temos a questão 1, preenchida com as respostas de cada equipe.

Quadro 16 – Respostas de cada equipe para a questão 1 da prática de indicador natural de pH

Material	pH	Caráter	Equipe
1. Água da torneira	8	básico	Lavoisier
2. Vinagre	5	ácido	Lavoisier
3. Leite	7	neutro	Lavoisier
4. Açúcar	7	neutro	Lavoisier
5. Café	9	básico	Proust
6. Sal de cozinha	7	neutro	Proust
7. Fermento em pó	8	básico	Proust
8. Água sanitária	13	básico	Proust
9. Suco de limão	1	ácido	Arrhenius
10. Detergente	8	básico	Arrhenius
11. Creme dental	7 - 8	neutro - básico	Arrhenius
12. Fécula de mandioca	7	neutro	Arrhenius

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 16 podemos analisar que todas as equipes foram assertivas quanto a identificação do pH de cada amostra pela comparação com a escala de cor de referência para o repolho roxo (Figura 9). Da mesma forma que souberam pelo pH classificar o caráter ácido-base de cada substância. Chamou atenção dois casos, o primeiro a amostra com café, que na literatura apresenta $\text{pH} < 7,0$ e caráter ácido, identificado pela equipe Proust com $\text{pH} = 9$ e caráter básico, é possível que esse erro tenha sido pelo fato de que a amostra de café estava muito concentrada, com uma cor escura e que ao ser misturado com a solução de repolho roxo tornou-se difícil a análise da amostra.

O segundo caso trata-se das substâncias açúcar e sal de cozinha, analisadas pelas equipes Lavoisier e Proust, respectivamente. Embora tenham identificado um pH e um caráter

ácido-base para esses materiais, tratam-se de substâncias que de acordo com o conceito de ácido e base de Arrhenius⁵ não são substâncias nem ácidas ou básicas (Carnevalle, 2018), mesmo assim pela comparação com a escala de cores percebesse uma coloração característica de pH 7,0.

A questão 2 traz o mesmo questionamento para cada equipe participante da prática de indicador natural de pH:

2- Organize os materiais de acordo com a ordem crescente de pH (0-14).

No Quadro 17 podemos observar os registros das respostas de cada equipe.

Quadro 17 – Respostas de cada equipe para a questão 2 da prática de indicador natural de pH

pH	Material	Equipe
0	---	---
1	suco de limão	Arrhenius
2	---	---
3	---	---
4	---	---
5	vinagre	Lavoisier
6	---	---
7	leite; açúcar; sal de cozinha; creme dental; fécula de mandioca	Lavoisier; Proust; Arrhenius
8	água da torneira; fermento em pó; detergente; fécula de mandioca	Lavosier; Proust; Arrhenius
9	café	Proust

⁵ Segundo o conceito de Arrhenius, ácidos são substâncias que liberam íons de hidrogênio (H^+) quando dissolvidos em água, enquanto bases liberam íons hidroxila (OH^-). Outra definição é a de Bronsted – Lowry em que ácidos são substâncias capazes de doar prótons (H^+) e bases são substâncias capazes de aceitar prótons, neste caso o sal de cozinha ao se ionizar em água apresenta uma parte básica que seria os íons cloreto. Outra definição que amplia mais ainda a definição de ácido e base é a de Lewis, considerando ácidos como doadores de pares de elétrons e bases como receptoras de pares de elétrons (Brown *et al.*, 2005).

10	---	---
11	---	---
12	---	---
13	Água sanitária	Proust
14	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 17 constatamos que sabendo do pH de cada substância torna-se fácil organizá-las seguindo uma ordem crescente, o que evidencia na tabela mais substâncias de caráter neutro e básico do que de caráter ácido. Conforme Carnevalle (2018) a escala de pH varia de 0 – 14, sendo o extremo da esquerda muito ácido e o extremo da direita muito básico, quando a concentração de íons hidrogênio e hidroxila for igual, o meio ou a substância será neutra, para efeito de comparação é por exemplo a condição que se aproxima o nosso sangue.

As análises feitas até aqui sobre este tópico nos permitem entender que os resultados coletados pela aplicação do Questionário Experimental 3 têm como origem práticas que estão reunidas formando o produto educacional desta pesquisa, o que satisfaz o objetivo específico de produzir e aplicar o produto educacional e mostrar o experimento de baixo custo aplicado a ácido e bases.

Os dados obtidos pelo Questionário Experimental 3, descritos, mostrados e interpretados a luz da teoria retomam a problemática da pesquisa apontando um caminho diferente do que se pode observar ao longo dos Questionários Experimentais 1 e 2, uma compreensão assertiva e aprofundada pelas equipes, do conteúdo abordado de ácidos e bases, possibilitou diferentes comparações e organizações dos resultados das amostras analisadas, compartilhando das mesmas possibilidades que o uso da experimentação de baixo custo proporcionou, mobilização dos alunos e ambiente favorável para atenção do que estar sendo trabalhado.

A seguir continuam-se a análise e discussão detendo-se agora nos dados coletados pelo instrumento de pesquisa que avalia a percepção dos alunos sobre o uso do material de baixo custo.

6.4 Questionário de Percepção dos Alunos

Os dados coletados pela aplicação do Questionário de Percepção dos Alunos (APÊNDICE G) durante o período da pesquisa em sala de aula permitiu que se entendesse o ponto de vista dos alunos sobre a aceitação da metodologia utilizada envolvendo a experimentação com material de baixo custo, o que levou a uma melhor compreensão sobre o objetivo geral proposto, que é o de analisar o experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas, ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz-CE.

O presente Questionário de Percepção dos Alunos, com objetivo de avaliar a percepção acerca do uso de materiais de baixo custo e seu impacto na melhoria do ensino de química no 9º ano do ensino fundamental, consta com 20 perguntas fechadas estruturadas segundo o modelo de escala Likert. A seguir, os dados, análises e discussão.

6.4.1 *Discutindo o Questionário de Percepção dos Alunos*

Este tópico que trata da percepção dos alunos sobre o uso de materiais de baixo custo e seu impacto na melhoria do ensino de química no 9º ano do ensino fundamental foi analisado trazendo a fundamentação dos seguintes autores nas temáticas abaixo: contextualização do ensino de química (Ceará, 2019; Castro *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2019); nível macroscópico do conhecimento químico (Pauletti *et al.*, 2014); a experimentação como recurso didático para o ensino de química (Lima, 2018; Gonçalves, Goi, 2020); a experimentação com material de baixo custo (Valadares, 2001; Gonçalves; Goi, 2020); questionamento avaliativo do experimento (Ferreira *et al.*, 2017); as vantagens do uso da experimentação de baixo custo (Andrade; Teixeira, 2019); sequência didática no ensino de química (Souza *et al.*, 2013; Gonçalves; Goi, 2022); educação problematizadora de Paulo Freire e seus conceitos utilizados na experimentação em química (Freire, 1987; Silva, 2010; Francisco JR *et al.*, 2008; Taha *et al.*, 2016) e abordagem construtivista de Vygostky com os principais conceitos utilizados na experimentação em química (Ribeiro; Ramos, 2012).

A aplicação do Questionário de Percepção dos Alunos ocorreu em sala de aula contando com um tempo de 1 h/a para realização. Os 16 alunos da pesquisa estavam presentes, sendo que um dos alunos se recusou responder o questionário, ao passo que não foi exigido do aluno obrigatoriedade na resolução da atividade de pesquisa como não foi levado em consideração o próprio questionário do aluno, ficando assim um conjunto de dados de 15

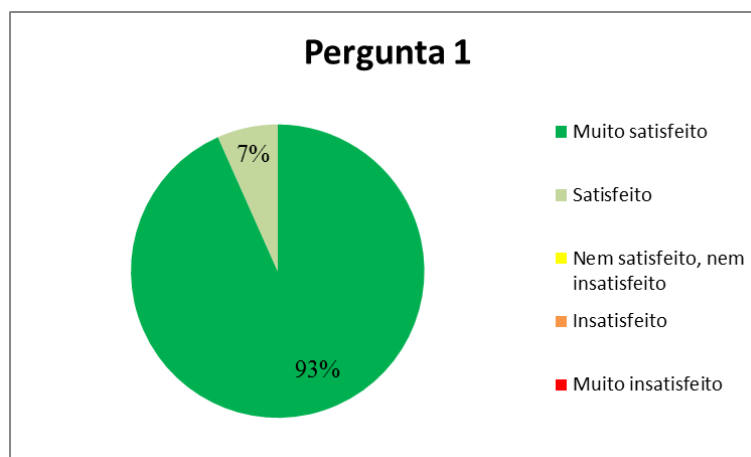
alunos para análise.

A pergunta 1 faz o seguinte questionamento para os alunos:

1- Os objetivos da disciplina foram informados no início da disciplina?

No Gráfico 2 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 2 – Respostas da turma para a pergunta 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

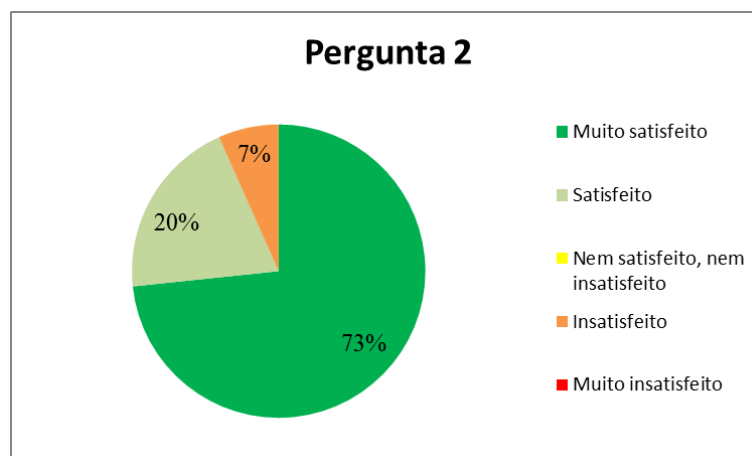
Pelo Gráfico 2 tem-se que 93%, praticamente a totalidade da turma, concordou em responder muito satisfeito. Antes do início das aulas com a experimentação de baixo custo foi realizado com a turma a apresentação da pesquisa e seus objetivos, momento em que houve uma explanação da proposta de pesquisa para os alunos usando recurso de multimídia. Esse momento estava previsto na metodologia da pesquisa no item (c), e faz-se como parte essencial do caminho metodológico para conhecimento dos estudantes do que se espera atingir e de como será as aulas de ciências no período de aplicação das práticas experimentais.

A pergunta 2 faz o seguinte questionamento para os alunos:

2- Os objetivos da disciplina com o uso de material de baixo custo foram alcançados?

No Gráfico 3 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 3 – Respostas da turma para a pergunta 2



Fonte: Elaborado pelo autor.

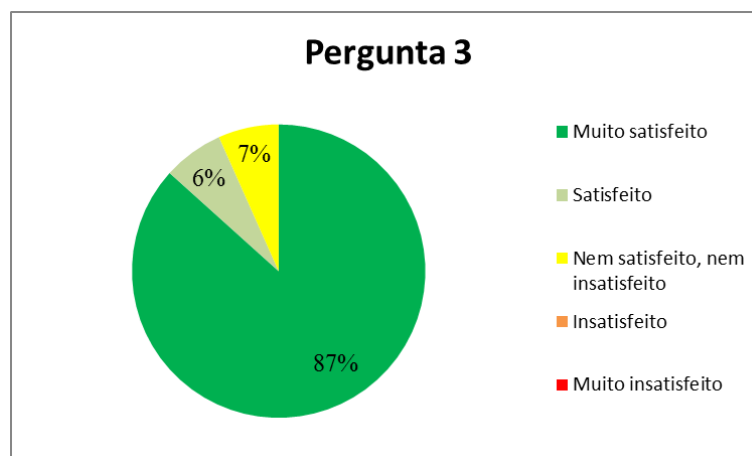
No Gráfico 3 observou-se que a maior parte dos alunos 73%, optou por responder muito satisfeito. Isso evidencia que o uso do material de baixo custo nas aulas de ciências trouxe um ganho positivo no ensino dos conteúdos de reações químicas e ácidos e bases. Apenas 7% (1 aluno) considerou que o experimento como recurso didático não representou ganho para o ensino de química, como expressa a resposta insatisfeito. Alinhado a resposta da maior parte dos alunos o estudo de Andrade e Teixeira (2019) mostra que as características específicas da experimentação com material de baixo custo possibilitam muitas adaptações da prática a ser realizada e do que pode ser explorado pelos alunos, facilitando a compreensão dos fenômenos estudados e sua aprendizagem.

A seguir temos o questionamento da pergunta 3 para os alunos:

3- O conteúdo como foi apresentado está relacionado com os objetivos colocados?

No Gráfico 4 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 4 – Respostas da turma para a pergunta 3



Fonte: Elaborado pelo autor.

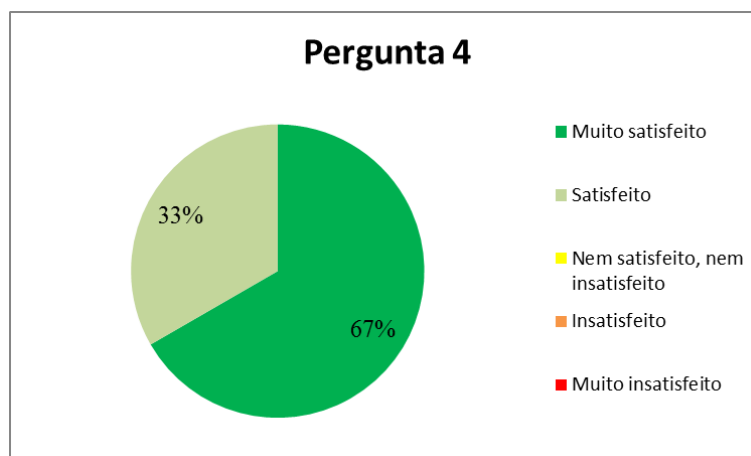
A pergunta 3 levanta dois pontos para se considerar, o primeiro trata do objetivo geral da pesquisa, que em cada tópico deste capítulo propõe-se aprofundamento e análise, o segundo diz respeito aos objetivos de cada prática experimental, que podem ser revistos nos tópicos anteriores deste capítulo. A maioria dos alunos 87% consideram como resposta para essa pergunta muito satisfeito, registrada no gráfico 4. Uma possível justificativa para esse dado é o fato de que os conteúdos abordados nas 3 semanas de aula foram divididos em partes didáticas menores, semana 1: estudo de reações químicas, tipos de reações químicas e experimento da combustão da vela; semana 2: estudo de reações químicas, leis ponderais, balanceamento de reações e experimento descobrindo reações e semana 3: estudo de ácidos e bases, indicadores ácido-base e experimento indicador de pH natural, com cada uma dessas partes didáticas interligadas com o objetivo geral da pesquisa.

A seguir temos o questionamento da pergunta 4 para os alunos:

4- Foi apresentado um planejamento do curso?

No Gráfico 5 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 5 – Respostas da turma para a pergunta 4



Fonte: Elaborado pelo autor.

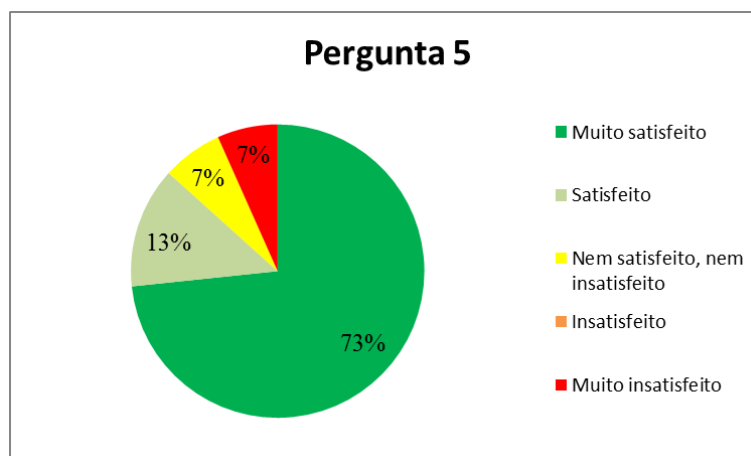
Observamos no Gráfico 5 que a maioria dos alunos 67% responderam muito satisfeito. Na ocasião em que se apresentou os objetivos da pesquisa e suas etapas, previsto no item (c) da etapa de pesquisa, aproveitamos para explicar como seria o planejamento geral para as 3 semanas de aula, o que incluiu falar sobre a sequência didática adotada e o tempo destinado para cada atividade dentro da aula, a sequência de abordagem dos conteúdos e dos experimentos que foram realizados.

A pergunta 5 faz o seguinte questionamento para os alunos:

5- O conteúdo proposto foi bem cumprido com o uso de material de baixo custo?

No Gráfico 6 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 6 – Respostas da turma para a pergunta 5



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considera-se material de baixo custo o que apresenta fácil aquisição, que é usado no cotidiano das pessoas, portanto simples e barato, e a experimentação que se propõe ao uso desse tipo de material é chamada de experimentação com material de baixo custo (Andrade; Teixeira, 2019). No gráfico 6 a maioria dos alunos 73% considera como resposta muito satisfeito quanto ao uso do material de baixo custo nos conteúdos propostos. Na abordagem de reações químicas e de ácidos e bases foram inseridas 3 práticas cada uma com procedimentos variados que foram realizados pelas equipes de alunos em sala, e para cada um desses procedimentos uma seleção criteriosa dos materiais foi realizada, de forma que atendesse as características do material de baixo custo.

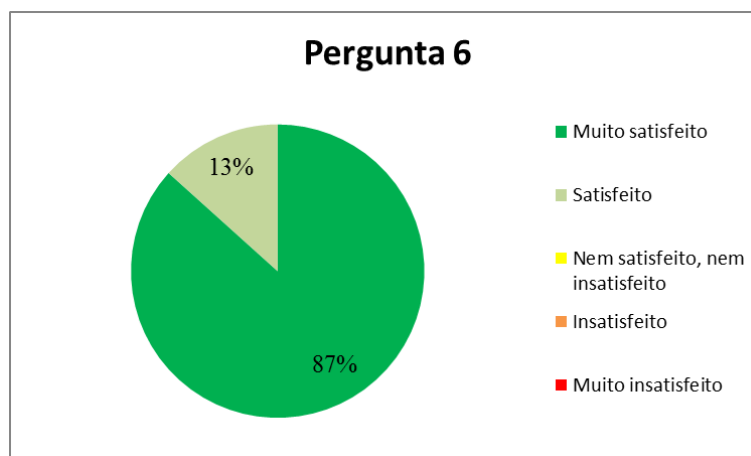
Ainda no Gráfico 6 temos um percentual, mesmo que pequeno, dos alunos que responderam muito insatisfeito 7%; nem satisfeito, nem insatisfeito 7%; e satisfeito 13%, isso chama atenção uma vez que para esses alunos a compreensão de material de baixo custo pode ser algo diferente do real significado do conceito. Comentários quanto à simplicidade do material utilizado nas práticas foram feitos pelos alunos, sugerindo até que pensavam ser a experimentação com material de baixo custo algo que envolvesse material moderno.

A pergunta 6 faz o seguinte questionamento para os alunos:

6- As técnicas utilizadas durante as aulas ajudaram no entendimento dos conteúdos?

No Gráfico 7 podemos observar as respostas da turma.

Gráfico 7 – Respostas da turma para a pergunta 6



Fonte: Elaborado pelo autor.

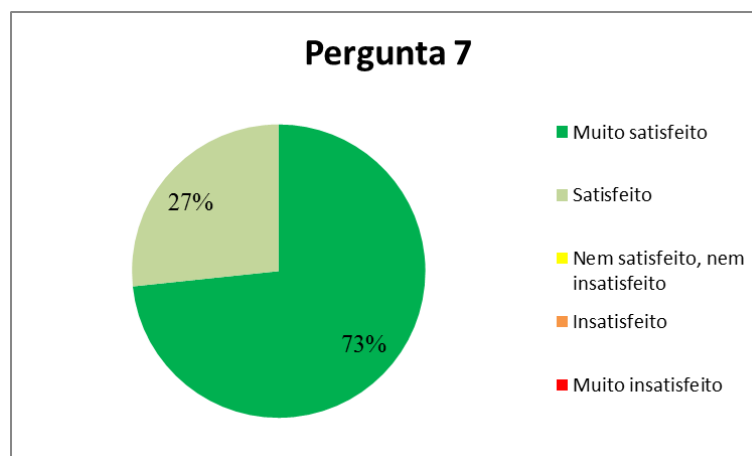
No Gráfico 7 a maioria dos alunos 87% colocaram como resposta muito satisfeito, confirmando a relação positiva e direta nas aulas entre a técnica pedagógica utilizada e o entendimento dos conteúdos. Das estratégias específicas utilizadas nas aulas envolvendo a abordagem de reações químicas e de ácidos e bases, destacamos a exposição visual do conteúdo em slides (Gonçalves, Goi, 2022), os materiais utilizados nas práticas experimentais (Gonçalves, Goi, 2020) e o trabalho colaborativo em equipes (Ribeiro; Ramos, 2012).

O questionamento da pergunta 7 para os alunos foi:

7- As atividades experimentais nas aulas foram boas para entender o conteúdo?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Respostas da turma para a pergunta 7



Fonte: Elaborado pelo autor.

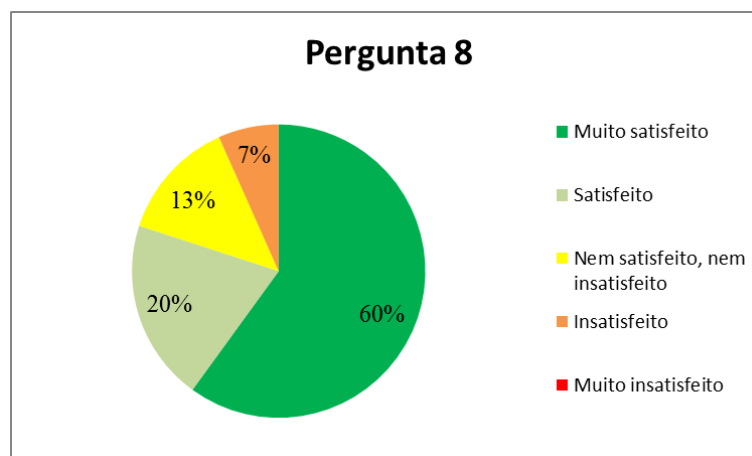
No Gráfico 8 a maioria dos alunos 73% colocaram como resposta muito satisfeito, considerando as atividades experimentais nas aulas boas para o entendimento dos conteúdos. Podemos considerar alguns pontos como possíveis justificativas para a expressiva aceitação dos alunos. O primeiro trata-se do planejamento da atividade experimental, com instrumentos e roteiros bem definidos como a Ficha de Observação Experimental e o Questionário Experimental (Francisco JR *et al.*, 2008), depois a organização dos alunos em equipes, dando autonomia e oportunidade de se medirem (Gonçalves, Goi, 2020). O segundo é a atividade experimental em si, que tem a capacidade de envolver e causar surpresa nos alunos com a simplicidade das práticas (Valadares, 2001), que segundo Messeder e colaboradores por adotarem material alternativo e de baixo custo estão cheias de sentido.

O questionamento da pergunta 8 para os alunos foi:

8- Os experimentos utilizados nas aulas foram de fácil acesso?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Respostas da turma para a pergunta 8



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 9 a maioria dos alunos 60% colocaram como resposta muito satisfeito, enquanto que 20% adotaram como resposta satisfeito. Ferreira e colaboradores (2017) pontuam a necessidade do experimento ser submetido a uma série de questionamentos, um desses questionamentos é se os materiais e equipamentos a serem utilizados são acessíveis, pois podem inviabilizar a realização da prática. Um dos pontos positivos do uso de material de baixo custo é que podem ser encontrados nos mais diferentes lugares, a exemplo dos que foram utilizados nas práticas desta pesquisa, facilmente encontrados na casa dos alunos, na escola e no comércio local. Chamamos a atenção para os percentuais de 13% e 7% nas respostas de nem satisfeito, nem insatisfeito e insatisfeito, respectivamente, o que nos causou dúvida visto que todas as práticas envolviam materiais de fácil acesso e viáveis, o que não comprometeu a realização de nenhum procedimento.

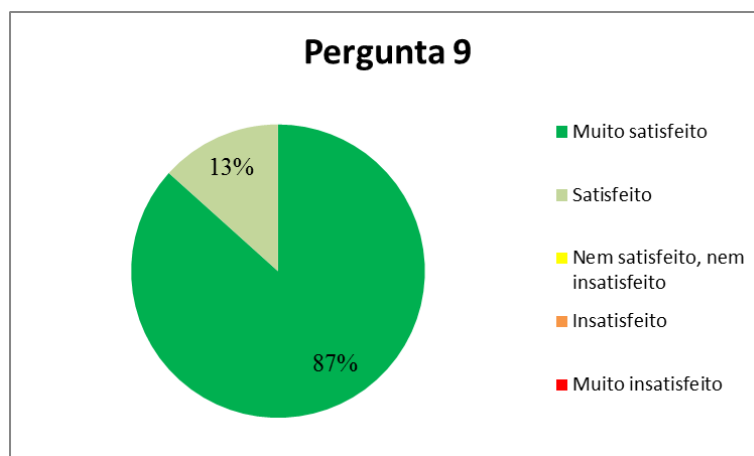
No entanto, existe uma possibilidade da palavra acesso na pergunta 8 ter sido compreendida como realização, colocar em prática o experimento, e além disso, realização dos registros e respostas das Fichas de Observação Experimental e dos Questionários Experimentais, ao passo que algum aluno pode ter encontrado dificuldade nesse processo.

O questionamento da pergunta 9 para os alunos foi:

- 9- O professor demonstrou domínio do conteúdo e dos experimentos utilizados na disciplina?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Respostas da turma para a pergunta 9



Fonte: Elaborado pelo autor.

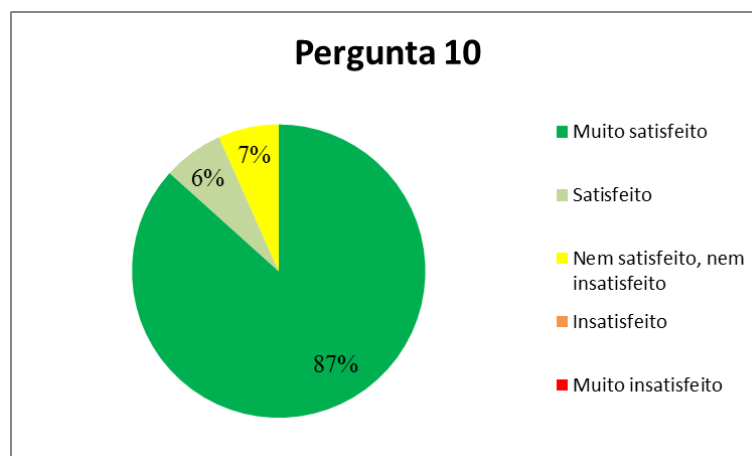
No Gráfico 10 a maioria dos alunos 87% colocaram como resposta muito satisfeito, enquanto que 13% adotaram como resposta satisfeito. O domínio do conhecimento pelo professor, assim como o conhecimento dos recursos utilizados em sala é condição essencial para que segundo Silva (2010) o ato pedagógico torne-se dialógico, onde educador e educandos dialogicamente criam o conhecimento de mundo.

O questionamento da pergunta 10 para os alunos foi:

10- O professor foi claro e objetivo em suas explicações?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Respostas da turma para a pergunta 10



Fonte: Elaborado pelo autor.

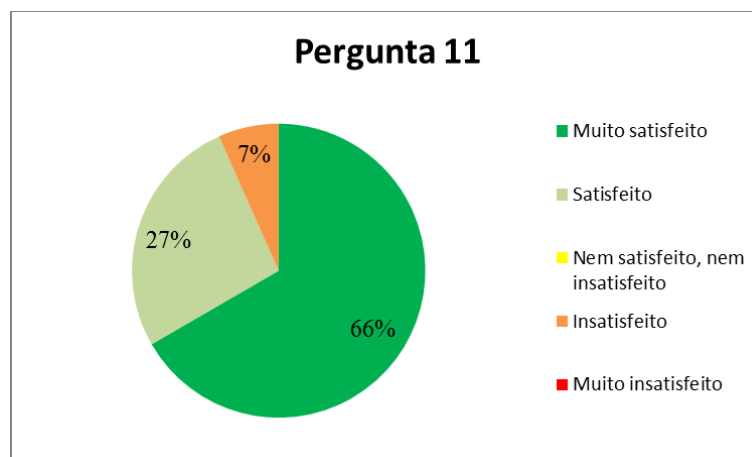
No Gráfico 11 a maioria dos alunos 87% colocaram como resposta muito satisfeito, considerando que o professor foi claro e objetivo em suas explicações. É interessante quando comparamos esses resultados com os da pergunta 9, pois conhecer e ter a capacidade de tornar conhecido são processos que obrigatoriamente não estão interligados, mas que quando ocorrem juntos favorecem e potencializam o ensino dos conteúdos.

O questionamento da pergunta 11 para os alunos foi:

11- O professor criou um ambiente de participação durante as aulas práticas?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Respostas da turma para a pergunta 11



Fonte: Elaborado pelo autor.

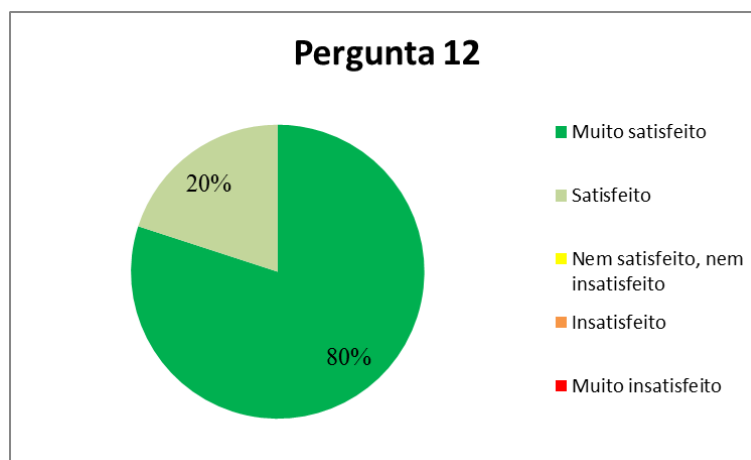
No Gráfico 12 a maioria dos alunos 66% colocaram como resposta muito satisfeito, 27% responderam satisfeito e para 7% a resposta foi insatisfeito, considerando a criação pelo professor de um ambiente participativo durante as aulas práticas. O seguimento da sequência didática em cada aula priorizava momentos de muita participação pelos alunos, como na formação das equipes para condução dos procedimentos das práticas e a socialização na sala mediada por slides, que foi a parte em que as equipes apresentaram suas respostas e conclusões sobre os questionamentos para toda a turma, com auxílio de slides que provocaram essas informações (Gonçalves, Goi, 2022).

O questionamento da pergunta 12 para os alunos foi:

12- O professor utilizou bem o tempo em sala de aula com o uso dos experimentos?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Respostas da turma para a pergunta 12



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 13 a maioria dos alunos 80% colocaram como resposta muito satisfeito, enquanto que 20% responderam satisfeito sobre a boa utilização do tempo em sala de aula pelo professor para os experimentos. Como mostrado em algumas perguntas anteriores cada aula seguiu aplicação de sequência didática adaptada de Gonçalves e Goi (2022) e Souza e colaboradores (2013). Na sala de aula o tempo de 2 h/a, sendo cada h/a de 50 minutos foi distribuído da seguinte forma: 50 minutos para exposição visual do conteúdo; 5 minutos para divisão das equipes; 20 minutos para Ficha de Observação Experimental; 10 minutos para Questionário Experimental e 15 minutos para socialização na sala mediada por

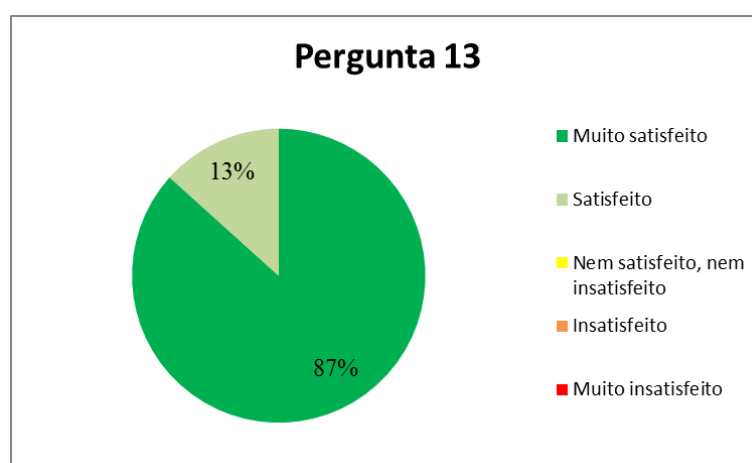
slides, ao que foi respeitado por todos o cumprimento do tempo determinado para cada atividade.

O questionamento da pergunta 13 para os alunos foi:

13- Você participou das atividades em classe?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 14.

Gráfico 14 – Respostas da turma para a pergunta 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

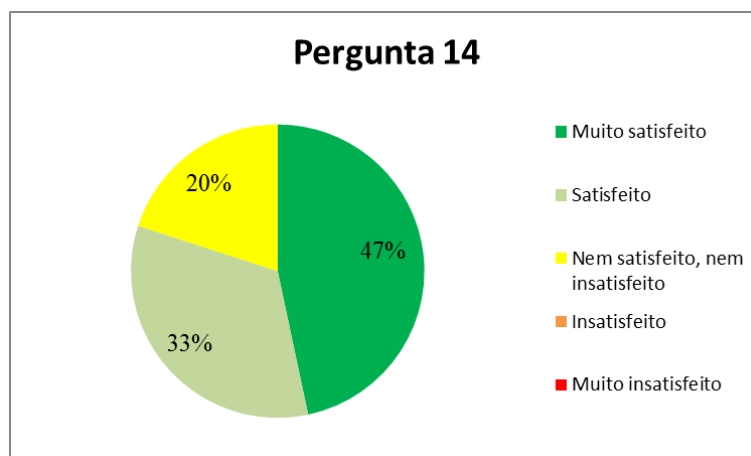
No Gráfico 14 a maioria dos alunos 87% colocaram como resposta muito satisfeito, enquanto que 13% responderam satisfeito sobre a participação das atividades em classe. Nas semanas de aplicação da pesquisa na turma de 9º ano todos os alunos estiveram presentes, no decorrer das semanas alguns alunos ficaram dispersos na parte de exposição visual do conteúdo, mas participaram ativamente no decorrer dos experimentos com material de baixo custo e da socialização mediada por slides.

O questionamento da pergunta 14 para os alunos foi:

14- Você detectou alguma dificuldade durante o andamento da disciplina?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 15.

Gráfico 15 – Respostas da turma para a pergunta 14



Fonte: Elaborado pelo autor.

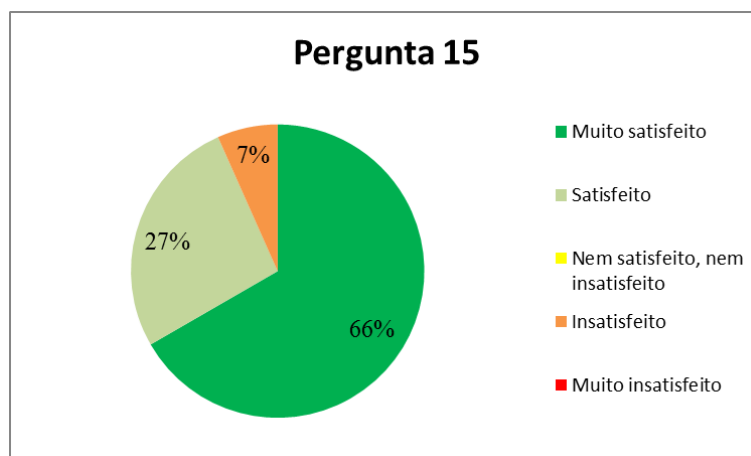
No Gráfico 15 a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 47% dos alunos, 33% colocaram como resposta “satisfeito”, enquanto que 20% responderam nem satisfeito, nem insatisfeito, indicando assim que a maior parte dos alunos não detectaram nenhuma dificuldade durante o andamento da disciplina. Como já vimos antes o material de baixo custo supera a dificuldade estrutural e material das escolas, e aliado a um bom planejamento da prática experimental, contorna problemas de insegurança pelo professor e falta de material adaptado a turma em que ensina.

O questionamento da pergunta 15 para os alunos foi:

15- Suas expectativas da disciplina foram atendidas?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Respostas da turma para a pergunta 15



Fonte: Elaborado pelo autor.

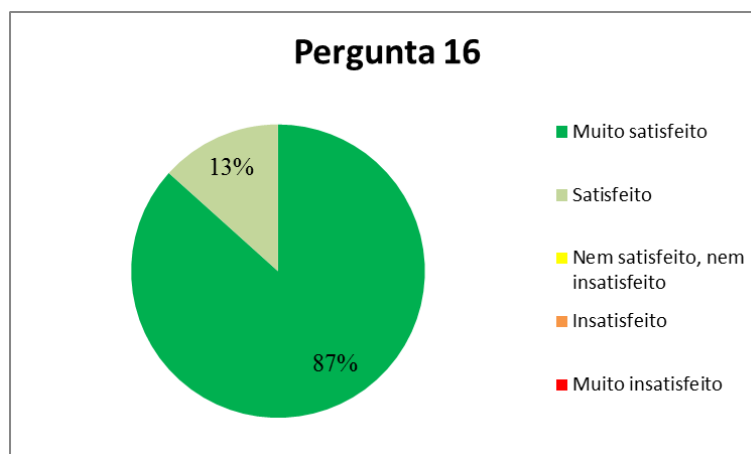
No Gráfico 16 a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 66% dos alunos, 27% colocaram como resposta “satisfeito”, enquanto que 7% responderam insatisfeito, indicando assim que a maioria dos alunos tiveram suas expectativas com a disciplina atendidas. A experimentação com material de baixo custo embora envolva simplicidade, causou surpresa em muitas equipes, o que mais impressionou foram os fenômenos macroscópicos de calor, energia elétrica e mudança de cor no sistema (Pauletti *et al.*, 2014).

O questionamento da pergunta 16 para os alunos foi:

16- Você acha que os usos de experimentos auxiliam na aprendizagem do conteúdo?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 17.

Gráfico 17 – Respostas da turma para a pergunta 16



Fonte: Elaborado pelo autor.

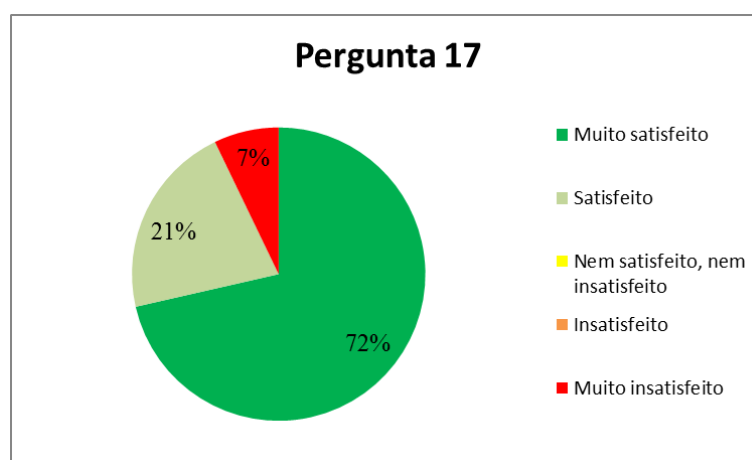
No Gráfico 17, a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 87% dos alunos, enquanto que 13% colocaram como resposta satisfeito, isso mostra que para a maioria dos alunos o uso de experimentos auxilia na aprendizagem dos conteúdos. O próprio DCRC que é a proposta curricular do estado do Ceará (2019) e está alinhado a BNCC orienta que a proposta para o ensino de química não pode deixar de passar pela investigação e experimentação, que segundo Lima (2018) ganhou ótica nos processos de ensino e de aprendizagem de química como estratégia didática, para promover debates por meio da criação de problemas reais, contextualizar e articular processos de investigação.

O questionamento da pergunta 17 para os alunos foi:

17- Você se sentiu, com o uso dos experimentos, mais estimulado para aprender o conteúdo?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 18.

Gráfico 18 – Respostas da turma para a pergunta 17



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 18, a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 72% dos alunos, 21% colocaram como resposta satisfeito, enquanto que 7% colocaram muito insatisfeito, isso mostra que para a maioria dos alunos o uso de experimentos os estimulam mais a aprenderem o conteúdo. As práticas experimentais, dependendo da abordagem que o professor der, podem produzir interação entre os alunos e levantar discussão de informações, resultando em cenários provocativos e diferentes dos conhecidos, contraponto segundo Castro *et al.*, (2019) de práticas convencionais em que falar, escrever no quadro e o aluno copiar são atividades

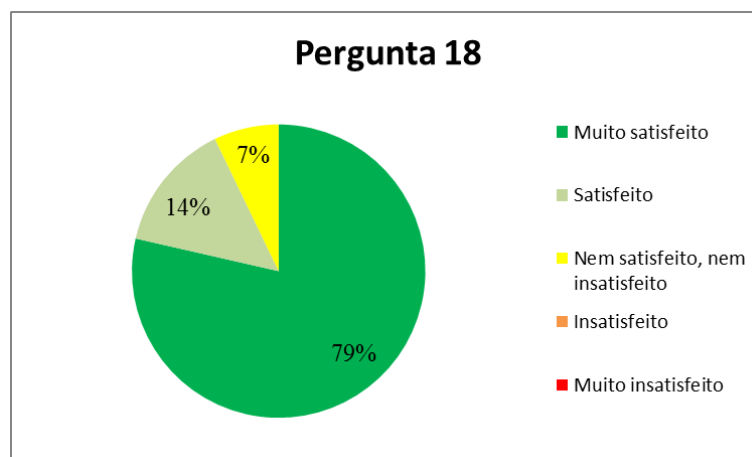
constantes.

O questionamento da pergunta 18 para os alunos foi:

18- Você acha que os experimentos lhe tornaram mais curioso para aprender Química?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 19.

Gráfico 19 – Respostas da turma para a pergunta 18



Fonte: Elaborado pelo autor.

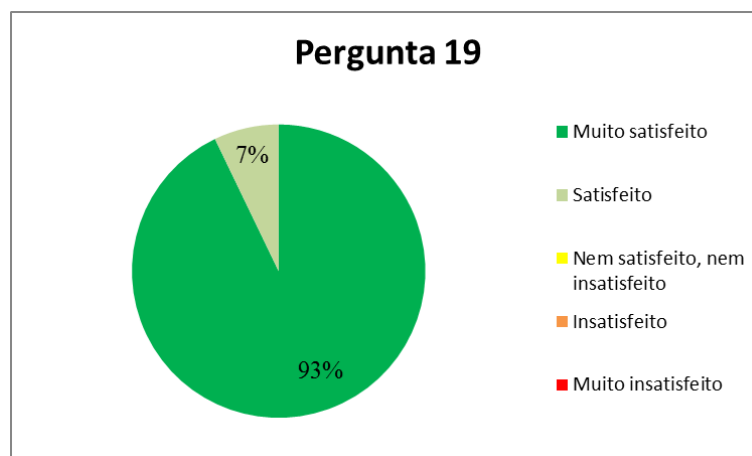
No Gráfico 19, a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 79% dos alunos, 14% colocaram como resposta satisfeito, enquanto que 7% colocaram nem satisfeito, nem insatisfeito, isso mostra que para a maioria dos alunos os experimentos os tornaram mais curiosos para aprenderem química. Em parte, essa curiosidade é resultado da expectativa lançada sobre qual vai ser e o que vai acontecer na experiência da aula da semana, acontecimento percebido quando os alunos perguntavam se os experimentos seriam logo na primeira aula. Para Taha e colaboradores (2016) a curiosidade inicial dos alunos é um propulsor que se ampliado desperta nesses a criticidade, fundamental na educação problematizadora.

O questionamento da pergunta 19 para os alunos foi:

19- Você prefere aulas com esses experimentos?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 20.

Gráfico 20 – Respostas da turma para a pergunta 19



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 20, a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 93% dos alunos, enquanto que 7% colocaram satisfeito, indicando que para a maioria dos alunos existe uma preferência de aulas de ciências com esses experimentos. Em cada uma das práticas realizadas os alunos foram os mediadores diretos de seus procedimentos, ação facilitada pelo engajamento que a divisão das funções trouxe, em cada equipe tinha o aluno responsável por pegar o material do experimento, escrever na Ficha de Observação Experimental, conduzir a leitura do procedimento e auxiliar no que fosse preciso, realizar o experimento e escrever as respostas da equipe no Questionário Experimental.

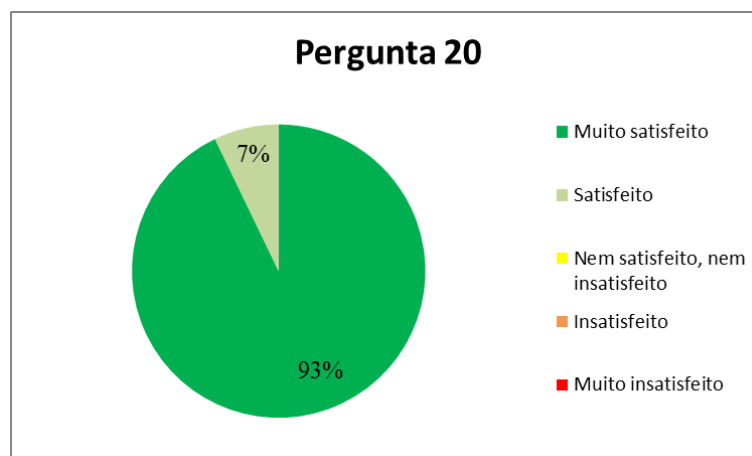
As práticas desenvolvidas na pesquisa permitiram uma abordagem do conteúdo de reações químicas e de ácidos e bases, que segundo Silva *et al.*, (2019) é diferente da ação mecânica de memorizar símbolos químicos, fórmulas moleculares, nomes de substâncias e reações, fatores que determinam pelo estudo dos pesquisadores acima a aversão dos alunos à química.

O questionamento da pergunta 20 para os alunos foi:

20- Você gostou da metodologia que foi utilizada?

Podemos observar as respostas dessa pergunta no Gráfico 21.

Gráfico 21 – Respostas da turma para a pergunta 20



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 21, a resposta “muito satisfeito” foi registrada por 93% dos alunos, enquanto que 7% colocaram satisfeito, indicando que a maioria dos alunos gostaram da metodologia utilizada nas aulas. Tal metodologia incorporou elementos da aprendizagem problematizadora de Paulo Freire (1987) e da teoria construtivista de Vygosky (Ribeiro; Ramos, 2012), empregando como recurso didático para o ensino de química experimentos com material de baixo custo envolvendo os conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases com alunos de uma turma de 9º ano. Essa abordagem enfatiza o aprendizado prático, a colaboração entre os alunos e a aplicação do conhecimento em contextos do mundo real.

Nesse caso específico, os alunos estão explorando conceitos de química por meio de experimentos práticos, colaborando em equipes para realizar esses experimentos, documentando suas observações e resultados, e depois compartilhando esses resultados com a turma. Esse tipo de abordagem não apenas promove uma compreensão mais profunda do conteúdo, mas também desenvolve habilidades de trabalho em equipe, resolução de problemas, comunicação e pensamento crítico.

As análises feitas até aqui tomando como base os dados do Questionário de Percepção dos Alunos, ajudaram a entender a percepção dos alunos da turma de 9º ano acerca do uso de materiais de baixo custo e seu impacto na melhoria do ensino de química. Esta percepção analisada na fundamentação levantada pelos autores citados ao longo do presente tópico permite-nos entender melhor os objetivos de contextualização do ensino de química no ensino fundamental, compreensão da experimentação como recurso didático no ensino de química seguindo uma abordagem problematizadora e colaborativa, o experimento de baixo custo aplicado a reações químicas e ácidos e bases e a aplicação do produto educacional.

Retomando a discussão da problemática da pesquisa considerando as respostas do Questionário de Percepção dos Alunos, temos que as práticas com material de baixo custo, assim como o trabalho em equipe e a exposição visual do conteúdo, foram técnicas que ajudaram os alunos no entendimento de reações químicas e de conceitos de ácidos e bases. Pode-se dar destaque para o material de baixo custo, pelo fácil acesso e facilidade de adaptação para uso em sala nas mais variadas propostas experimentais.

Um ambiente participativo durante as aulas é fator fundamental para o ensino de química, que atingiu essa condição com uso das práticas realizadas pelas equipes e socialização dos resultados mediada por slides para a turma. Outro ponto a ser considerado é a boa utilização do tempo pedagógico, que pode ser otimizado pelo uso de sequência didática com momentos definidos e cronometrados para o bom cumprimento da aula e abordagem dos conteúdos.

A facilidade que a experimentação com material de baixo custo promove para a compreensão do conteúdo, fez com que prevalecessem entre os alunos pesquisados dois aspectos positivos das práticas, estimula o aprender e a curiosidade pela química. A curiosidade é a mola propulsora da criticidade, que é fundamental na educação problematizadora, portadora de sentido para as práticas de ensino de química.

A metodologia utilizada em sala de aula foi avaliada pelos alunos como processo favorável para o ensino de química e os conteúdos propostos na pesquisa, precisamente pela fundamentação e recursos que empregam um aprendizado prático, colaborativo e com aplicação do conhecimento em contextos do mundo real.

Apresenta-se no próximo capítulo uma breve descrição do produto educacional que foi desenvolvido tomando como base os experimentos aplicados nesta pesquisa e no capítulo seguinte ao produto educacional finalisa-se com as considerações finais da pesquisa.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

A presente pesquisa permitiu a criação como produto educacional, de um guia de experimentos intitulado de “Guia de experimentação de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases para o 9º ano do ensino fundamental”.

O guia experimental aborda a didática do ensino de química, o experimento de baixo custo e o ensino de química e consta de 6 práticas experimentais, sendo 3 envolvendo reações químicas e 3 envolvendo ácidos e bases, todas com material de baixo custo e acessível a realidade das escolas que não dispõem de estrutura de laboratório, constituindo assim, material com muitas possibilidades para a superação das dificuldades na experimentação no ensino da química até mesmo em escolas da zona rural.

As práticas experimentais propostas no guia apresentam elementos da educação problematizadora de Paulo Freire e da abordagem construtivista de Vygostky, como parte da fundamentação da teoria da educação, além de apresentarem as referências dos estudos dos autores dos quais foram tiradas.

Este guia experimental será publicizado e divulgado material digital junto aos professores de ciências da rede municipal de Arneiroz, a fim de que possam utilizá-lo como recurso didático para potencializar o ensino de química, especialmente os conteúdos de reações químicas e de ácidos e bases.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresenta-se as considerações finais sobre as discussões levantadas nesta pesquisa, que teve como objeto de estudo a relação de influência da experimentação com material de baixo custo como recurso didático positivo na prática de ensino de química no ensino fundamental e como objetivo geral analisar o experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas e de ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz-CE.

Sobre o experimento de baixo custo, vê-se que para além da superação das dificuldades de estrutura e material, promove a contextualização de conceitos, leis e teorias, permitindo uma melhor compreensão dos conteúdos escolares e a percepção de que a ciência está em todos os lugares, entendendo que as principais características desse tipo de experimento são: simplicidade, material barato e de fácil aquisição.

O potencial da experimentação consistiu no fato de que esse material é facilmente encontrado nas casas, na escola ou adquirido no comércio local, permitindo a adaptação de práticas de química com materiais do cotidiano do aluno e que bem planejadas permitem uma melhor compreensão dos conteúdos.

Esse tipo de material também pode influenciar na frequência da experimentação em química, pois possibilita uma maior segurança na realização das práticas, além de fortalecer a consciência crítica dos alunos e gerar baixo impacto ambiental.

A abordagem problematizadora, instigou os alunos a reconhecerem a ocorrência de reações químicas em seu cotidiano e as práticas realizadas permitiram as equipes uma leitura dos fenômenos químicos que se revelaram sobre suas mesas. Sendo a escrita nas fichas de observação experimental e questionários experimentais o meio para propor hipóteses, registrar as constatações do sistema e desenvolver a criticidade, reconhecendo e aplicando os conteúdos ensinados na vivência dos discentes.

Foi expressivo o ganho de sentido, envolvimento e valorização dos alunos diante dos conteúdos tão abstratos de reações químicas e de ácidos e bases, constatações tiradas dos dados coletados pelo Questionário de Percepção dos Alunos. Para os experimentos utilizados nas aulas, teve-se que 87% dos alunos ficaram muito satisfeitos com a boa relação entre esses e a aprendizagem dos conteúdos estudados, o mesmo percentual ocorreu ao considerarem a participação nas atividades em classe.

O uso de experimentos estimulou 72% dos alunos a aprenderem o conteúdo, sendo que para 79% os experimentos os tornaram mais curiosos para aprender química. Na

mesma linha observou-se que para 93% dos alunos existe uma preferência de aulas de ciências com esses experimentos, o mesmo percentual é registrado quanto à metodologia que foi utilizada.

A experimentação da forma como foi realizada na turma de 9º ano mostrou-se com expressivo potencial para uso didático, sendo avaliada pelos próprios alunos como muito favorável para o ensino de química e os conteúdos propostos na pesquisa, precisamente pela fundamentação e recursos que empregou um aprendizado prático, construtivo e com aplicação do conhecimento em contextos do mundo real.

Embora os resultados encontrados com a pesquisa reflitam a visão particular de uma turma com contexto cultural e espaço singular, a aplicação dos experimentos com material de baixo custo em outras realidades escolares enriquecerá as observações que constatamos, fortalecendo a discussão de alguns pontos e jogando luz para outros que não apareceram em nosso estudo.

Após a discussão levantada entende-se que estudos futuros mostram-se necessários, onde o uso dos experimentos com material de baixo custo possam explorar outros conteúdos de ensino, diferentes dos que foram abordados na pesquisa, metodologias que juntem a experimentação como recurso didático aliado a outra técnica de ensino, de forma que novos pontos apareçam nas discussões, além da implementação de novos modelos de ficha de observação experimental e questionário experimental, a exemplo dos que foram utilizados pela presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Adriana de; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Uso de experimentos de baixo custo em atividades de extensão de divulgação científica. **Revista Compartilhar**, São Paulo, v. 3, p. 49-52, 2019.
- ARNEIROZ. **Plano de ação da Educação Municipal**. Secretaria Municipal de Educação de Arneiroz, 2023.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, 2017.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)**. Censo da Educação Básica 2019: notas estatísticas. Brasília, 2020.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 126p, 1997.
- BRASIL. **Resolução Nº 7, de 14 de Dezembro de 2010**. Conselho Nacional de Educação Câmara de Educação Básica, 2010.
- BROWN, Theodore L.; LEMAY Jr, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: A Ciência Central**, 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CARNEVALLE, Maíra Rosa. **Araribá mais ciências**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2018.
- CASTRO, Eder Alonso; PAIVA, Fernanda Marcondes; SILVA, Alan Marques. Aprendizagem em Química: desafios da educação básica. **Revista Nova Paideia: Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, Brasília-DF, v. 1, n.1, p. 101-116, 2019.
- CEARÁ. **Documento Curricular Referencial do Ceará: educação infantil e ensino fundamental**. Secretaria da Educação do Estado do Ceará - SEDUC, Fortaleza, 2019.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.
- DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e problematizações do Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 125-150, 2001.
- ESCOLA DISTRITAL. **Projeto Político Pedagógico – PPP**. Arneiroz-CE, 2023.
- FELTRE, Ricardo. **Química Geral**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- FERREIRA, Samuel. Nepomuceno; JESUS, Augusto Batista de; ROTTA, Jeane Cristina

Gomes. A abordagem experimental nas coleções de química do PNLD 2015 para o ensino médio no cenário escolar brasileiro. *In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, 10., 2017. Sevilla - Espanha. **Anais [...]**. Sevilla – Espanha: Revista Enseñanza de las Ciencias, 2017. p. 5321-5325.

FOGAÇA, Jennifer. **Experimento sobre balanceamento e tipos de reações químicas**. Brasil Escola. 2022b. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sobre-balanceamento-tipos-reacoes-quimicas.htm>. Acesso em: 22 jun. 2022, 12:14.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química nova na Escola**, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Jacqueline Pereira; SCHEIBLER, Janaina Rafaella; TAVARES, Fernando Rodrigues; LOPES FILHO, Antônio Dantas; MOREIRA, Gicelia. Experimentação alternativa no ensino e aprendizagem de reações químicas. *In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS*, 4., 2019. Campina Grande – PB. **Anais [...]**. Campina Grande – PB: Centro de Convenções Raymundo Asfora, 2019.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, 2020.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. Experimentação como proposta metodológica para o Ensino de Química na Educação Básica. **Revista Educar Mais**. v. 6. 2022.

IBGE. Arneiroz. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/arneiroz/panorama>. Acesso em: 09 fev. 2023, 16:00.

IPECE. **Caracterização territorial**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2021. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/156x.htm>. Acesso em: 09 fev. 2023, 14:29.

IPECE. **Perfil municipal 2017**: Arneiroz. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, ano I. 2018.

LEITE, Bruno Silva. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 61–78, 2018.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Um olhar sobre a história do ensino de Química no Brasil. *In: ROMERO, Marco Antônio Ventura; MAIA, Saulo Robério Rodrigues. O ensino e a formação do professor de Química em questão*. Teresina: EDUFPI, 124p, p. 12-28. 2013.

LIMA, Marcelo de Barros. **O uso didático de experimentos de baixo custo nas aulas de**

Química do ensino médio nas extensões escolares do município de Itapipoca-CE – Estudo de caso. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LOUREIRO, Paz. **Arneiroz 150 anos de História**. Gráfica e editora Canindé, 2014.

MACHADO, Lucilene de Freitas Rosa; GOMES, Miquéias Ferreira; SANTOS, Grazielle Alves dos. A importância da experimentação em química nas aulas de ciências naturais no ensino fundamental: um estudo com os alunos de 8º e 9º ano de uma escola de Orizona-GO. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, p. 9–14, 2018.

MARQUES, Marcelo Monteiro; LIMA, Gabriel Carvalho de. **Experimentos de Química para turmas de Ensino Médio**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2019.

MESSEDER, Jorge Cardoso; SANTOS, Robert Lucian de Lima dos; CASTRO, Denise Leal de. Variações de ensaios de chamadas como propostas experimentais para o ensino de Química. **Revista Educação Química**, v. 2, n. 1, 2018.

MIRANDA, Maria Irene. Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Re-Vista**, v. 13, n.1, p. 7-28. 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

MYRDAL, Gunnar. *Objectivity in Social Research*. Nova York: Random House, 1969.

NOVA ESCOLA. **O que prevê a BNCC para o ensino de ciências?** 2022. Disponível em: <https://novaescola.org.br/bncc/conteudo/61/o-que-preve-a-bncc-para-o-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 28 abr. 2022, 19:30.

NOVAES, Fábio Junior M; AGUIAR, Daniel L. M de; BARRETO, Milena B; AFONSO, Júlio C. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum* – uma alternativa versátil. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **R. Bras. de Ensino de C&T**, v. 7, n. 3, p. 121-134, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, Marcus Eduardo Maciel; RAMOS, Maurivan Güntzel. Aprendizagem de Química em grupos colaborativos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 16., ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10., 2012. Salvador – BA. **Anais [...]**. Salvador – BA: UFBA, UESB, UESC e UNEB, 2012.

RODRIGUES, Francisco Idelbrando Lima. FERNANDES FILHO, Francisco Edval. SILVA, José Eduardo da. LIMA NETO, Antonio Lourival de. NONATO, Emanuele Cândido. SILVA,

Maria Nália Fernandes da. PACÍFICO, Sara Nóbrega. SOUSA NETO, Vicente de Oliveira. SANTIAGO, Leonardo Félix. Práticas experimentais de eletroquímica no ensino de química: aplicadas com alunos do ensino médio de uma escola profissional do município de Tauá. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 56., 2016. Belém – PA. **Anais [...]**. Belém – PA: Associação Brasileira de Química, 2016.

RUSSEL, John B. **Química Geral**. v. 1, Makron, 1996.

SANTANA, Salete de Lourdes; PESSANO, Edward Frederico Castro; ESCOTO, Dandara Fidelis; PEREIRA, Geovana da Cruz; GULARTE, Cláudia Alves Ortiz; FOLMER, Vanderlei. O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental. **Revista Vittalle**, v. 31, n. 1, p. 15-26, 2019.

SILVA, José Lúcio da; STRADIOTTO, Nelson Ramos. Soprando na água de cal. **Química Nova na Escola**. nº 10, 1999.

SILVA, Rauã Bezerra da; SANTOS, Dhésica Ruani Moura; BARBOSA, Matheus Alves; FERREIRA, Wellington de Souza; PERDIGÃO, Cláudio Henrique Alves. Uma análise da aprendizagem de química dos estudantes do ensino básico: estamos formando cidadãos críticos? *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019. Fortaleza – CE. **Anais [...]**. Fortaleza – CE: Centro de Eventos do Ceará, 2019.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade**: uma introdução às teorias do currículo. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SILVA, Wilson Antonio da; ANDRADE, Rosivânia da Silva; VIANA, Kilma da Sila Lima. Ácidos e bases: uma atividade experimental com a utilização do indicador natural no ensino de química. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, 6., 2019. Recife – PE. **Anais [...]**. Recife – PE: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2019.

SOUZA, Fábio Luiz; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam Possar. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: GEPEQ-IQUSP, 2013.

TAHA, Marli Spat; LOPES, Cátia Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima Soares; FOLMER, Vanderlei. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.





TARNOWSKI, Karoline dos Santos. **Indicador ácido-base de repolho roxo**. Trabalho apresentado à disciplina de Química Aplicada da Udesc, 2017.


UFRGS. **Formulário de observação das aulas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/edufrgs/wp-content/uploads/2020/04/Formul%C3%A1rio-de-observa%C3%A7%C3%A3o-das-aulas-1.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023, 10:31.




VALADARES, Eduardo de Campos. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**, v. 13, p. 38-40, 2001.





APÊNDICE A – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 1
REAÇÃO DE COMBUSTÃO DA VELA

Material e reagentes

Material e reagentes – Procedimento 1	Quantidade	Ilustração
Prato fundo comum	1	
Copo de vidro	1	
Vela	1	
Caixa de fósforo	1	

Material e reagentes – Procedimento 2	Quantidade	Ilustração
Prato fundo comum	1	

Copo de vidro	1	
Vela	1	
Caixa de fósforo	1	
Água	200 mL	$H_2O(l)$

Material e reagentes – Procedimento 3	Quantidade	Ilustração
Caneco de garrafa de plástico de 2 L	2	
Colher	1	
Vela	1	
Caixa de fósforo	1	
Bicarbonato de sódio	1	$NaHCO_3(s)$

(fermento para bolo)		
Ácido acético (vinagre)	1	$CH_3COOH(aq)$

Procedimento experimental

Procedimento 1	Anotação
1- Fixe a vela no prato de forma que possa ser coberta pelo copo. Faça anotações sobre a razão de o copo utilizado ser de vidro e transparente.	
2- Antes de acender a vela e emborcar o copo sobre ela levante hipóteses do que vai acontecer. Em seguida realize o procedimento e registre os detalhes do que acontece.	

Procedimento 2	Anotação
1- Fixe a vela no prato de forma que possa ser coberta pelo copo. Faça anotações sobre a razão de o copo utilizado ser de vidro e transparente.	
2- Coloque água no prato até sua metade.	
3- Antes de acender a vela e emborcar o copo sobre ela levante hipóteses do que vai acontecer. Em seguida realize o procedimento e registre os detalhes do que acontece.	

Procedimento 3	Anotação
1- Fixe e deixe acesa a vela em uma superfície rígida.	

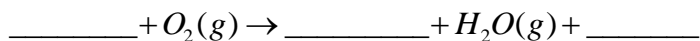
<p>2- Em um caneco de garrafa coloque a medida de 4 dedos de vinagre e 3 colheres cheia de fermento em pó. Observe atentamente e anote o que acontece.</p>	
<p>3- Posicione o caneco com a solução na boca do outro caneco de garrafa vazio e incline lentamente sem deixar a solução cair dentro do caneco vazio. Faça anotação se alguma coisa foi transferida para o caneco vazio.</p>	
<p>4- Antes de inclinar o caneco vazio sobre a vela acesa levante hipóteses do que vai acontecer. Em seguida realize o procedimento e registre os detalhes do que acontece.</p>	

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 1
REAÇÃO DE COMBUSTÃO DA VELA

Questionário

1- Sobre o procedimento 1 responda:

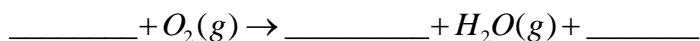
- a) A queima da vela é um tipo de reação química de combustão envolvendo um material combustível e um material comburente que é o oxigênio, com liberação de energia na forma de calor, vapor de água e gás carbônico. Complete a ilustração da reação química para esse fenômeno:



- b) Quais os reagentes e quais os produtos na reação de combustão da vela?
c) O que fez a vela apagar quando o copo foi colocado sobre ela?

2- Sobre o procedimento 2 responda:

- a) A queima da vela é um tipo de reação química de combustão envolvendo um material combustível e um material comburente que é o oxigênio, com liberação de energia na forma de calor, vapor de água e gás carbônico. Complete a ilustração da reação química para esse fenômeno:



- b) Quais os reagentes e quais os produtos na reação de combustão da vela?
c) O que fez a vela apagar quando o copo foi colocado sobre ela?
d) Quando a vela apaga a água sobe e entra no copo. I) Por que isso acontece? II) Esse fenômeno da água entrar no copo é físico ou químico? Justifique.

3- Sobre o procedimento 3 responda:

- a) A queima da vela é um tipo de reação química de combustão envolvendo um material combustível e um material comburente que é o oxigênio, com liberação de energia na forma de calor, vapor de água e gás carbônico. Complete a ilustração da reação química para esse fenômeno:







- b) Quais os reagentes e quais os produtos na reação de combustão da vela?
c) Quando se mistura vinagre com fermento em pó ocorre uma reação química com


liberação de gás. A ilustração para essa reação é:
 $CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3COONa(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$. Qual a substância que é liberada na forma de gás na reação?







- d) Quais os reagentes e quais os produtos na reação entre vinagre e fermento em pó?
- e) O que fez a vela apagar quando a garrafa foi inclinada sobre ela?


APÊNDICE C – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 2
DESCOBRINDO REAÇÕES QUÍMICAS








Material e reagentes

Material e reagentes – Procedimento 1	Quantidade	Ilustração
Copo de vidro pequeno	2	
Lupa	1	
Faca de mesa	1	
Batata inglesa crua	1	
Água oxigenada 10 volumes	1	$H_2O_2(l)$

Material e reagentes – Procedimento 2	Quantidade	Ilustração
Parafuso zincado	7	

Fio de cobre	1 m	
Forma de gelo com 9 buracos	4	
Lâmpada LED	1	
Copo descartável	2	
Colher	1	
Papel toalha	1	
Sal de cozinha	1	$NaCl(s)$
Água	1	$H_2O(l)$

Material e reagentes – Procedimento 3	Quantidade	Ilustração
Colher	1	

Funil	1	
Copo de vidro	2	
Canudo de plástico	1	
Papel filtro	1	
Seringa de 20 mL	1	
Conta gotas	1	
Supercal (cal virgem)	1	$CaO(s)$
Solução 1% de fenolftaleína	1	
Água	1	$H_2O(l)$

Procedimento experimental

Procedimento 1	Anotação
1- Encha até a metade o copo de vidro com água oxigenada 10 volumes. A cada etapa use a lupa para observar melhor.	
2- Em seguida descasque uma batata crua e corte 5 pedaços pequenos.	
3- Antes de colocar os pedaços da batata em contato com a água oxigenada 10 volumes registre o que espera acontecer. O que realmente acontece?	
4- Registre o que acontece se o procedimento for repetido agora com 10 pedaços de batata crua.	

Procedimento 2	Anotação
1- Preencha um dos copos descartável até a metade com sal de cozinha e o outro encha com água da torneira.	
2- Em uma das formas de gelo coloque meia colher de sal de cozinha e complete até a metade de cada célula o conteúdo com água da torneira. Apenas as células da parte lateral da forma devem ser preenchidas. O que acontece com o sal e a água em cada célula?	
3- Enrosque o fio de cobre na cabeça de cada um dos parafusos zingados de forma que o arranjo fique no formato de um V.	
4- Coloque os parafusos rapidamente nas células que estão com a solução, de forma que em cada célula tenha uma perna do fio de cobre de um V e um parafuso zincado	

do outro V, de forma que nenhum dos dois entre em contato direto. Analise a forma como foi colocado cada parafuso e fio de cobre nas células, qual a finalidade?	
5- Antes de fechar o sistema com o LED levante ideias do que pode acontecer. Cada perna do LED deve estar em uma célula diferente. Caso não aconteça nada diferente no sistema vire o LED na posição contrária, pode ser que esteja em uma posição contra a passagem da corrente elétrica. Observe bem e faça anotação do que acontece.	
6- Após as observações retire as peças em V e o LED e seque bem com papel toalha.	

Procedimento 3	Anotação
1- Coloque 50 mL de água da torneira em um copo de vidro. Acrescente uma colher comum de cal virgem e mexa bem. Faça anotações sobre o motivo de mexer bem o sistema.	
2- Usando funil e papel filtro transfira o conteúdo de um copo para o outro. Registre se ficou algum material no papel filtro.	
3- Antes de adicionar duas gotas de solução 1% de fenoftaleína à solução filtrada, que é chamada de água de cal, faça registros do que se espera acontecer. O que realmente acontece?	
4- Com o canudo de plástico, sopra na solução do copo, borbulhando até ocorrer	

<p>mudança no sistema. Levante ideias sobre a mudança que se espera ocorrer no sistema. Depois registre detalhadamente o que acontece.</p>	
--	--

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 2
DESCOBRINDO REAÇÕES QUÍMICAS

Questionário

1- Sobre o procedimento 1 responda:

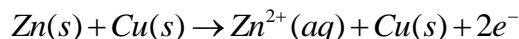
- a) Trata-se de uma reação química orgânica, onde uma enzima chamada catalase, presente na batata inglesa consegue quebrar a molécula de peróxido de hidrogênio da água oxigenada, essa reação de transferência de elétrons produz água e libera gás. Observe a reação desbalanceada ilustrada abaixo e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.



- b) Quais os reagentes e quais os produtos? Qual a função da enzima que catalisa essa reação?
- c) Represente a equação química balanceada.
- d) O que acontece com a massa do sistema antes e depois da reação?
- e) O que acontece quando a quantidade de batata é dobrada na reação?

2- Sobre o procedimento 2 responda:

- a) Trata-se de uma reação de oxirredução, envolvendo perda de 2 elétrons por cada átomo de zinco, o que irá gerar uma corrente elétrica. Observe a reação ilustrada abaixo e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.










- b) Quais os reagentes e quais os produtos?
- c) Represente a equação química balanceada.
- d) Qual a função do sal de cozinha no experimento?
- e) Se o LED ficasse na solução por tempo indeterminado o que aconteceria?










3- Sobre o procedimento 3 responda:




- a) Trata-se de uma reação de equilíbrio, que dependendo de vários fatores pode deslocar para o lado dos produtos ou dos reagentes. Quando temos cal virgem e água a reação química que ocorre é: $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$. Quando assopramos a água de cal a reação química que ocorre é: $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s) + H_2O(l)$. No início a cor rosa do sistema quando adicionamos fenolftaleína é devido a presença de hidróxido de cálcio, quando esse diminui sua concentração a cor rosa desaparece. Observe a reação ilustrada acima do hidróxido de cálcio e escreva como se lê considerando o estado físico das substâncias envolvidas.
- b) Quais os reagentes e quais os produtos?
- c) Represente a equação química balanceada.
- d) Quando deixamos de soprar na água de cal, depois de algum tempo o que acontece com o sistema?

APÊNDICE E – FICHA DE OBSERVAÇÃO EXPERIMENTAL 3
INDICADOR NATURAL DE pH

Material e reagentes

Material e reagentes	Quantidade	Ilustração
Liquidificador	1	
Peneira	1	
Coador	1	
Faca de mesa	1	
Copo descartável transparente	24	
Caneta	1	
Fita gomada	1	

Repolho roxo	1	
Água	1	$H_2O(l)$
Vinagre	1	
Suco de limão	1	
Detergente	1	
Açúcar	1	
Sal de cozinha	1	
Leite	1	
Fermento em pó	1	
Água sanitária	1	

Café	1	
Creme dental	1	
Fécula de mandioca	1	

Procedimento experimental

Procedimento	Anotação
1- Identifique os copos com a fita gomada de acordo com as amostras, em um copo a amostra pura e no outro a amostra a ser analisada. Por que a necessidade de 2 copos para cada amostra?	
2- Pegue 1/4 da cabeça de repolho roxo e bata com 1 L de água no liquidificador. Em seguida, peneire e coe o suco, o filtrado é o indicador ácido-base natural.	
3- Adicione o suco do repolho roxo em cada um dos copos com as amostras a serem analisadas. Registre detalhadamente o que acontece.	

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO EXPERIMENTAL 3
INDICADOR NATURAL DE pH

Questionário

1- Preencha na tabela abaixo o valor aproximado do pH de cada uma dos materiais e o seu caráter, se é acida, básica ou neutra:

Material	pH	Caráter
1. Água da torneira		
2. Vinagre		
3. Leite		
4. Açúcar		
5. Café		
6. Sal de cozinha		
7. Fermento em pó		
8. Água sanitária		
9. Suco de limão		
10. Detergente		
11. Creme dental		
12. Fécula de mandioca		

2- Organize os materiais de acordo com a ordem crescente de pH (0-14).

pH	Material
0	
1	
2	
3	

4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

**APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO⁶ DE PERCEPÇÃO DOS ALUNOS COM O USO
DE MATERIAL DE BAIXO CUSTO⁷**

PERGUNTAS

1. Os objetivos da disciplina foram informados no início da disciplina?

- () Muito satisfeito
- () Satisfeito
- () Nem satisfeito, nem insatisfeito
- () Insatisfeito
- () Muito insatisfeito

2. Os objetivos da disciplina com o uso de material de baixo custo foram alcançados?

- () Muito satisfeito
- () Satisfeito
- () Nem satisfeito, nem insatisfeito
- () Insatisfeito
- () Muito insatisfeito

3. O conteúdo como foi apresentado está relacionado com os objetivos colocados?

- () Muito satisfeito
- () Satisfeito
- () Nem satisfeito, nem insatisfeito
- () Insatisfeito
- () Muito insatisfeito

4. Foi apresentado um planejamento do curso?

- () Muito satisfeito
- () Satisfeito
- () Nem satisfeito, nem insatisfeito
- () Insatisfeito
- () Muito insatisfeito

5. O conteúdo proposto foi bem cumprido com o uso de material de baixo custo?

- () Muito satisfeito
- () Satisfeito
- () Nem satisfeito, nem insatisfeito

⁶ As opções de respostas foram estruturadas sob a forma de Escala Likert, considerando que é um importante instrumento para mensurar o grau de satisfação acerca de uma determinada ação social.

⁷ Avaliar a percepção dos alunos acerca do uso de materiais de baixo custo e seu impacto na melhoria do ensino de reações químicas, ácidos e base no 9º ano do ensino fundamental.

Insatisfeito

Muito insatisfeito

6. As técnicas utilizadas durante as aulas ajudaram no entendimento dos conteúdos?

Muito satisfeito

Satisfeito

Nem satisfeito, nem insatisfeito

Insatisfeito

Muito insatisfeito

7. As atividades experimentais nas aulas foram boas para entender o conteúdo?

Muito satisfeito

Satisfeito

Nem satisfeito, nem insatisfeito

Insatisfeito

Muito insatisfeito

8. Os experimentos utilizados nas aulas foram de fácil acesso?

Muito satisfeito

Satisfeito

Nem satisfeito, nem insatisfeito

Insatisfeito

Muito insatisfeito

9. O professor demonstrou domínio do conteúdo e dos experimentos utilizados na disciplina?

Muito satisfeito

Satisfeito

Nem satisfeito, nem insatisfeito

Insatisfeito

Muito insatisfeito

10. O professor foi claro e objetivo em suas explicações?

Muito satisfeito

Satisfeito

Nem satisfeito, nem insatisfeito

Insatisfeito

Muito insatisfeito

11. O professor criou um ambiente de participação durante as aulas práticas?

Muito satisfeito

- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

12. O professor utilizou bem o tempo em sala de aula com o uso dos experimentos?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

13. Você participou das atividades em classe?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

14. Você detectou alguma dificuldade durante o andamento da disciplina?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

15. Suas expectativas da disciplina foram atendidas?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

16. Você acha que os usos de experimentos auxiliam na aprendizagem do conteúdo?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

17. Você se sentiu, com o uso dos experimentos, mais estimulado para aprender o

conteúdo?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

18. Você acha que os experimentos lhe tornaram mais curioso para aprender Química?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

19. Você prefere aulas com esses experimentos?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

20. Você gostou da metodologia que foi utilizada?

- Muito satisfeito
- Satisfeito
- Nem satisfeito, nem insatisfeito
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC****PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - ENCIMA****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, **Francisco Idelbrando Lima Rodrigues**, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – ENCIMA, ofertado pela Universidade Federal do Ceará, orientado pelo Prof. Dr. Isaiás Batista de Lima e pela Profa. Dra. Gisele S. Lopes, estou desenvolvendo uma pesquisa que tem como título: *O experimento de baixo custo como recurso didático no ensino de reações químicas, ácidos e bases no 9º ano do ensino fundamental em uma escola distrital do município de Arneiroz: um estudo de caso.* Pelo presente *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*, venho solicitar à diretoria da Escola de Ensino Infantil e Fundamental Francisco Elias de Andrade, autorização para aplicar a referida pesquisa com os alunos da turma de 9º ano no primeiro semestre de 2023. Solicito também, autorização para que se possa realizar as observações, vídeo gravações e fotos na turma de pesquisa com o devido resguardo da preservação de imagem da comunidade escolar e dos servidores por meio do anonimato dos mesmos. Caso aceite, por gentileza, assine esse documento que possui duas vias: uma ficará com a direção escolar e a outra com os pesquisadores. Sua colaboração é de fundamental importância para o desenvolvimento e construção desta pesquisa. O Comitê de Ética em Pesquisa da UFC encontra-se disponível para reclamações pertinentes à pesquisa pelo telefone (85) 33668344.

Arneiroz-CE, ____ de _____ de 2023.

Maria Vaudirene Viana da Silva – Coordenadora Escolar

Francisco Idelbrando Lima Rodrigues – Pesquisador

ANEXO A – MODELO DE OBSERVAÇÃO DAS AULAS

OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA DA AULA⁸

Data da observação da aula:	
Duração (h/a):	
Número de alunos na sala de aula:	
Ambiente em que a atividade de ensino / aula acontece:	<input type="checkbox"/> Sala de aula <input type="checkbox"/> Laboratório <input type="checkbox"/> Serviço / Empresa <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Escola <input type="checkbox"/> Outro:
Tipo de atividade de ensino / aula:	<input type="checkbox"/> Teórica <input type="checkbox"/> Prática <input type="checkbox"/> Teórica e prática
Estratégias do trabalho docente (possibilidade de respostas múltiplas):	<input type="checkbox"/> Aula expositiva <input type="checkbox"/> Aula expositiva com debates <input type="checkbox"/> Seminário <input type="checkbox"/> Estudo de caso <input type="checkbox"/> Filme / documentário <input type="checkbox"/> Jogos / gamificação <input type="checkbox"/> Aplicativos <input type="checkbox"/> Música <input type="checkbox"/> Sala de aula invertida <input type="checkbox"/> Estudo de texto / texto dirigido <input type="checkbox"/> Dramatização <input type="checkbox"/> Simulação <input type="checkbox"/> Júri simulado <input type="checkbox"/> Outro:
Observações / impressões em relação as estratégias do trabalho docente:	

⁸ Modelo para observação da aula publicado pela UFRGS em 2019.

Organização da atividade de ensino / aula:		Não atende	Atende pouco	Atende	Atende totalmente	Não aplicável
	Apresenta uma síntese da aula anterior					
	Apresenta os principais objetivos da aula					
	Organiza a aula de maneira que a relação entre os objetivos e as atividades seja clara					
	Faz boa gestão do tempo, realçando o que é mais importante e evitando digressões desnecessárias					
	Encerra a aula com a descrição do trabalho realizado e/ou futuro					
Observações / impressões em relação a organização da atividade de ensino / aula:						
Atitudes do professor:		Não atende	Atende pouco	Atende	Atende totalmente	Não aplicável
	Fala de forma compreensível, com volume e velocidade adequada					
	Procura contato visual com os estudantes ao longo da aula					
	Demonstra conhecer os alunos pelo nome					
	Movimenta-se pela sala buscando interação com a turma					
	Encoraja um clima positivo durante a aula					
	Mostra entusiasmo pelo assunto da aula e					

	estimula os estudantes a se interessarem pelo assunto					
	Encoraja a participação dos estudantes					
	Responde dúvidas/questionamentos dos alunos					
	Demonstra habilidade para mudar estratégias caso os estudantes não mostrarem compreensão esperada					
Observações / impressões em relação a atitude do professor:						
Prática pedagógica do professor		Não atende	Atende pouco	Atende	Atende totalmente	Não aplicável
	Usa de forma efetiva os equipamentos disponíveis					
	Propõe exercícios e/ou atividades práticas para os alunos realizarem, dando instruções claras					
	Apresenta exemplos práticos para os alunos compreenderem o conteúdo					
	Convida os alunos a trabalharem de forma autônoma, agindo como orientador (facilitador)					
	Abre espaço da aula para os alunos apresentarem os resultados das atividades práticas					
	Analisa e discute com o grupo as					

	dificuldades e os resultados alcançados						
	Adequa os objetivos da aula e o conteúdo à estratégia didática						
Observações / impressões em relação a prática pedagógica do professor:							
Exposição dos assuntos da aula:		Não atende	Atende pouco	Atende	Atende totalmente	Não aplicável	
	Mostra segurança na exposição do conteúdo						
	Propõe atividades desafiadoras						
	Consegue uma relação equilibrada entre a complexidade/volume de conteúdos transmitidos e o tempo disponível						
Observações / impressões em relação a exposição dos assuntos da aula:							
Considerações complementares sobre a atividade de ensino:							