



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI)**

DISSERTAÇÃO

**APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES COMO METODOLOGIA
ATIVA DE ENSINO PARA UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL DA
DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE pH DE SOLUÇÕES AQUOSAS**

JÉSSICA ALVES DE MEDEIROS ARÊAS

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL (PROFQUI)**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES COMO METODOLOGIA
ATIVA DE ENSINO PARA UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL DA
DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE pH DE SOLUÇÕES AQUOSAS**

JÉSSICA ALVES DE MEDEIROS ARÊAS

Sob orientação do professor

Roberto Barbosa de Castilho

Sob coorientação da professora

Kamilla Rodrigues Rogério

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Química**, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Área de concentração Química.

Seropédica, RJ

Outubro de 2022

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A488a Arêas, Jéssica Alves de Medeiros, 1994-
Aprendizagem Baseada em Equipes como Metodologia
Ativa de Ensino para uma Abordagem Experimental da
Determinação da Faixa de pH de Soluções Aquosas /
Jéssica Alves de Medeiros Arêas. - Rio de Janeiro,
2022.
119 f.: il.

Orientador: Roberto Barbosa de Castilho.
Coorientadora: Kamilla Rodrigues Rogério.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Mestrado
Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI),
2022.

1. Aprendizagem Baseada em Equipes. 2. História da
Ciência. 3. Acidez. 4. Basicidade. 5. Indicadores. I.
Castilho, Roberto Barbosa de, 1976-, orient. II.
Rogério, Kamilla Rodrigues, 1991-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede
Nacional (PROFQUI). IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

JÉSSICA ALVES DE MEDEIROS ARÊAS

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Área de Concentração em Química.

Membros da banca:

Roberto Barbosa de Castilho Dr. UFRRJ
(Orientador)

André Marque dos Santos Dr. UFRRJ

João Carlos Santos Silva Junior Dr. IFRJ



Emitido em 2022

TERMO N° 1228/2022 - PPGQ (12.28.01.00.00.00.60)

(N° do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 02/12/2022 10:39)

ANDRÉ MARQUES DOS SANTOS

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DBQ (11.39.00.24)

Matrícula: ###091#3

(Assinado digitalmente em 02/12/2022 09:45)

ROBERTO BARBOSA DE CASTILHO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DQF (11.39.00.25)

Matrícula: ###141#1

(Assinado digitalmente em 03/12/2022 18:43)

JOÃO CARLOS SANTOS SILVA JÚNIOR

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.387-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **1228**, ano: **2022**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **02/12/2022** e o código de verificação: **59821f8523**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu marido por ter sido paciente comigo nos momentos de exaustão.

Agradeço à minha filha por simplesmente existir.

Aos meus pais por acreditarem em mim muito mais do que eu mesma.

Às minhas irmãs que, com olhinhos atentos, me fazem querer ser o melhor exemplo possível.

Aos meus colegas de turma, que tornaram a pandemia mais leve. Cada sexta-feira foi muito aguardada, e nossas reuniões eram sempre muito enriquecedoras.

Aos meus avôs e avós, que lá de cima assistiram e aplaudiram de pé cada passo que eu dei.

À Deus, por ser o meu porto seguro.

Aos professores do programa de mestrado, todos eles, sem nenhuma exceção, que foram muito além de mestres.

Aos meus orientadores, professor Roberto Barbosa de Castilho e professora Kamilla Rodrigues Rogério por tornarem possível este trabalho e pela ajuda em seu desenvolvimento.

Aos membros da Banca Examinadora, professor João Carlos e professor André Marques, pela disponibilidade e contribuições para que este trabalho fosse aperfeiçoado.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), por terem me dado a oportunidade de conhecer pessoas incríveis, amigos e mestres, e me garantir uma formação de excelência.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Sem dúvida, seria mais simples ensinar só o resultado.”

Gaston Bachelard

Resumo

Arêas, Jéssica Alves de Medeiros. **Aprendizagem Baseada em Equipes Como Metodologia Ativa de Ensino Para Uma Abordagem Experimental da Determinação da Faixa de pH de Soluções Aquosas**. 2022. 116 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Apresentar Química aos alunos do ensino médio é um grande desafio pois a disciplina é tida como algo desconexo da realidade e de difícil compreensão, e o uso de metodologias tradicionais que envolvem apenas o quadro não contribuem para melhoria desse cenário. O contexto pós-pandemia mostrou que os alunos retornaram ao modelo presencial ainda mais desmotivados e com defasagem de conteúdo. Com o objetivo de despertar nos alunos maior interesse, este trabalho aplicou uma sequência didática (SD) envolvendo uma metodologia ativa de ensino, a Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), com a finalidade de colocar os alunos como protagonistas da construção dos seus conhecimentos. O tema escolhido para desenvolvimento deste trabalho foi a abordagem experimental da medição do pH de soluções aquosas, a partir de indicadores ácido-base. Além de ser uma prática que chama a atenção dos alunos, é um conteúdo de fácil correlação com o cotidiano dos discentes. O referencial teórico utilizado foi a epistemologia de Gaston Bachelard, que trata das etapas da evolução do pensamento científico e dos obstáculos epistemológicos enfrentados na construção do conhecimento. A SD fez uso da história da ciência (HC) com o intuito de humanizar o ensino de química, desconstruindo a ideia de cientistas isolados em seus laboratórios, “descobrimo” aleatoriedades que são ensinadas na escola. A aplicação da SD ocorreu em duas turmas distintas da segunda série do ensino médio de um colégio particular da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. A SD foi pensada em níveis crescentes de complexidade, de modo que a última aula da SD fosse a culminância de todo o projeto. Os alunos se mostraram engajados durante as atividades e quando foram perguntados, após a última aula, sobre a metodologia utilizada na SD a maioria dos grupos afirmaram que se sentiram mais motivados e interessados em aprender quando perceberam nas aulas práticas a aplicação da teoria abordada nas aulas anteriores.

Palavras-chave: Acidez, Basicidade, Indicadores, Sequência Didática, Aprendizagem Baseada em Equipes, História da Ciência.

Abstract

Introducing Chemistry to high school students is a great challenge because the discipline is seen as something disconnected from reality and difficult to understand, and the use of traditional methodologies that involve only the board do not contribute to improving this scenario. The post-pandemic context showed that students returned to the face-to-face model even more unmotivated and with a lack of content. With the aim of arousing greater interest in students, this work applied a didactic sequence (SD) involving an active teaching methodology, Team-Based Learning (ABE), in order to place students as protagonists in the construction of their knowledge. The theme chosen for the development of this work was the experimental approach to measuring the pH of aqueous solutions, based on acid-base indicators. In addition to being a practice that draws the students' attention, it is content that is easily correlated with the students' daily lives. The theoretical framework used was Gaston Bachelard's epistemology, which deals with the stages of the evolution of scientific thought and the epistemological obstacles faced in the construction of knowledge. The SD made use of the history of science (HC) in order to humanize the teaching of chemistry, deconstructing the idea of isolated scientists in their laboratories, "discovering" randomness that is taught in school. The application of the SD took place in two different classes of the second grade of high school in a private school in the west zone of the city of Rio de Janeiro. SD was designed in increasing levels of complexity, so that the last SD class was the culmination of the entire project. The students were engaged during the activities and when they were asked, after the last class, about the methodology used in the DS, most groups stated that they felt more motivated and interested in learning when they realized in the practical classes the application of the theory covered in the classes.

Keywords: Acidity, Basicity, Indicators, Didactic Sequence, Team-Based Learning, History of Science.

Lista de Siglas

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCNEF	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Sequência Didática
EM	Ensino Médio
ONU	Organização das Nações Unidas
MEC	Ministério da Educação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ABE	Aprendizagem Baseada em Equipes
HC	História da Ciência
AM	Alaranjado de Metila
FF	Fenolftaleína
AB	Azul de Bromotimol
VC	Violeta Cristal
VM	Vermelho de Metila

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Imagem divulgada nas redes sociais.....	7
Figura 02. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 01 - Turma A.	48
Figura 03. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 01 - Turma B..	49
Figura 04. Turma “A” após a aula 02.....	62
Figura 05. Comparação entre o pH indicado e o pH real.	64
Figura 06. Materiais e reagentes.	67
Figura 07. Apresentação dos materiais.	67
Figura 08. Caracterização das amostras.	67
Figura 09. Comparando indicadores naturais e sintéticos.....	68
Figura 10. Reagentes e materiais.	69
Figura 11. Turma “B” realizando a atividade.	69
Figura 12. Preparo das amostras.	72
Figura 13. Amostras numeradas de I a XII.	73
Figura 14. Relação entre a identidade das amostras e a numeração atribuída.	73
Figura 15. Transferência dos indicadores para os frascos conta-gotas.	74
Figura 16. Viragem dos indicadores disponíveis.	75
Figura 17. Turma “A” desenvolvendo a atividade.....	76
Figura 18. Turma “B” desenvolvendo a atividade.	77
Figura 19. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”.	78
Figura 20. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”.	79
Figura 21. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”.	80
Figura 22. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”.	81
Figura 23. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”.	82
Figura 24. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”.	85
Figura 25. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”.	85
Figura 26. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”.	85
Figura 27. Ficha experimental da atividade 02 da aula 05 na turma “A”.	87
Figura 28. Ficha experimental da atividade 02 da aula 05 na turma “B”.	87
Figura 29. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “A”.....	88
Figura 30. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “A”.....	88
Figura 31. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “B”.	89
Figura 32. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “B”.	89
Figura 33. Capa do artigo “A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos”	100
Figura 34. Capa do artigo “Ácidos Orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano”	100
Figura 35. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte I.	101
Figura 36. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte II.	101
Figura 37. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte III.	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Síntese das aulas propostas na SD.	39
Quadro 02. Plano de aula da aula 01.....	40
Quadro 03. Plano de aula da aula 02.....	42
Quadro 04. Plano de aula da aula 03.....	43
Quadro 05. Plano de aula da aula 04.....	44
Quadro 06. Plano de aula da aula 05.....	46
Quadro 07. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 02 - Turma A.	50
Quadro 08. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 02 - Turma B.	51
Quadro 09. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 03 - Turma A.	52
Quadro 10. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 03 - Turma B.	52
Quadro 11. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 04 - Turma A.	53
Quadro 12. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 04 - Turma B.	53
Quadro 13. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 05 - Turma A.	54
Quadro 14. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 05 - Turma B.	55
Quadro 15. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 06 - Turma A.	55
Quadro 16. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 06 - Turma B.	56
Quadro 17. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 07 - Turma A.	57
Quadro 18. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 07 - Turma B.	57
Quadro 19. Como funciona um indicador ácido-base? – Respostas da turma “A”.	65
Quadro 20. Como funciona um indicador ácido-base? – Respostas da turma “B”.....	66
Quadro 21. Respostas da turma “A” para a pergunta 04.	70
Quadro 22. Respostas da turma “B” para a pergunta 04.....	70
Quadro 23. Relação de indicadores disponíveis para cada amostra.....	74

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 A educação durante a pandemia da COVID-19	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 Bachelard e a construção do pensamento científico	8
2.1.1 A psicanálise do realista	10
2.1.2 Os obstáculos epistemológicos.....	11
2.2 História da ciência e os conceitos ácido-base	16
2.2.1 Conceitos empíricos de ácido-álcali.....	17
2.2.2 Conceitos de ácido e álcali/base por composição química.....	21
2.2.3 Conceitos de ácido e base caracterizados por composição química e reações de dissociação e/ou associação	24
2.3 Evolução da história da educação	29
2.4 Metodologias ativas	32
2.5 Sequência didática (SD).....	33
2.6 Aprendizagem baseada em equipes como metodologia da SD	34
3. OBJETIVOS.....	36
3.1 Objetivo geral.....	36
3.2 Objetivos específicos	36
4. JUSTIFICATIVA	36
5. METODOLOGIA	37
5.1 Ambiente da pesquisa	38
5.2 Público-alvo da pesquisa.....	38
5.3 Sequência didática (SD).....	38
5.3.1 SD – Aula 01: O que os alunos sabem sobre ácidos e bases?	39
5.3.2 SD – Aula 02: Um pouco de história e muita química	42
5.3.3 SD – Aula 03: Informando-se sobre indicadores ácido-base.....	43
5.3.5 SD – Aula 04: O que os alunos sabem sobre a reação entre ácidos e bases?	44

5.3.6 SD – Aula 05: Aula experimental – A determinação do pH na prática	45
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
6.1 Aula 01: O que os alunos sabem sobre ácidos e bases?	47
6.2 Aula 02: Um pouco de história e muita química.....	61
6.3 Aula 03: Informando-se sobre indicadores ácido-base	62
6.4 Aula 04: O que os alunos sabem sobre a reação entre ácidos e bases?	68
6.5 Aula 05: Aula experimental – A determinação do pH na prática	71
7. CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
APÊNDICES	99
Apêndice 01 – Questionário inicial da aula 01	99
Apêndice 02 – Link de acesso aos artigos da aula 01	100
Apêndice 03 – Evolução dos conceitos de ácido-base – HC – aula 02.....	101
Apêndice 04 – Questionário investigativo da aula 03.....	102
Apêndice 05 – Ficha experimental da aula 04	103
Apêndice 06 – Ficha experimental da aula 05	104

1. INTRODUÇÃO

Sob a perspectiva da alfabetização científica um ensino de ciências realizado de forma eficiente assegura que o aluno seja capaz de interferir e solucionar problemas do seu dia a dia, formando um cidadão que é capaz de ir além da aprendizagem conceitual (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A língua portuguesa é de uma grande pluralidade semântica, sendo possível encontrar na literatura expressões como “letramento científico” e “enculturação científica” com as mesmas preocupações da “alfabetização científica”, ou seja, almejando um ensino de ciências que forme cidadãos com domínio crítico de seus conhecimentos científicos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), proposta pelo Ministério da Educação, que trata da reforma no Ensino Médio (EM), destaca o que deve nortear o ensino de ciências nas escolas públicas e privadas:

“...poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – **comprometer-se com o letramento científico da população.**” (BRASIL, 2018, p.547, grifo da autora)

Entretanto, a educação no Brasil ainda é marcada por um caráter mecânico onde se valoriza a memorização de fórmulas e leis, inserindo os alunos em um grande ranking de aprovações que facilmente vira marketing principalmente para as escolas particulares. É no ambiente escolar que deveria ser facilitado o acesso democrático ao conhecimento científico, a natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e ambiente (ROSA; LORENZETTI; LAMBACH, 2019).

A construção do conhecimento científico faz com que o aluno saia da escola e consiga relacionar os fenômenos mais simples do seu cotidiano a um saber científico. A dificuldade se dá quando as aulas de ciências não fornecem espaço para diálogo resultando no entendimento do aluno sobre as ciências como um saber estático e definitivo. Em contramão, o ensino de ciências ainda é ofertado como uma coleção de fatos e teorias, como se os cientistas fossem homens que em momentos de insight desenvolvem verdades absolutas e irrefutáveis. O conhecimento científico precisa ser entendido pelos alunos como uma construção sócio-histórica, dinâmica e sujeita a erros (BARBOSA; AIRES, 2018).

A inserção de um contexto filosófico e histórico no ensino de ciências possibilita uma forma de abordagem que evidencia um contexto cultural, o que reduz a ideia de um recorte

temporal fragmentado da maneira como um determinado conhecimento foi desenvolvido (SILVA; PATACA, 2018). Essa abordagem social-histórica-cultural está de acordo com a BNCC para o ensino médio, onde se verifica a proposta de humanizar as ciências:

“... a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da **história da Ciência**, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura.” (BRASIL, 2018, p.550, grifo da autora)

Constatada a relevância de um ensino contextualizado, espera-se que as aulas que se seguirem nesses padrões contribuam de maneira mais efetiva para a apropriação do conhecimento científico. Espera-se desenvolver em todos os alunos o gosto pela ciência, desmistificando a ideia de que é preciso ser um gênio para aprender tal conteúdo.

Para assegurar um ensino de ciências pautado na história da ciência e que contemple uma perspectiva mais humanista, é necessário romper com o modelo que se vem desenvolvendo, mergulhado num programa de ensino extenso, pensado em função de exames e de transmissão de conhecimento (SILVA; PATACA, 2018).

Em se tratando da área da Química, o ensino não se mostrará efetivo se os alunos não compreenderem a importância daquilo que estudam. Quando o conteúdo é abordado sem o contexto histórico, é provável que se tenha um distanciamento do mundo real que acaba culminando numa visão abstrata e não significativa para o aluno, além de um ensino superficial e descontextualizado (BARBOSA, 2019; PASQUARELLI, OLIVEIRA, 2017).

1.1 A educação durante a pandemia da COVID-19

Em março de 2020 o Brasil se juntou a outros países que estavam em *lockdown* por causa da pandemia global causada pelo coronavírus. A chegada repentina desse vírus gerou impactos políticos, sociais, culturais, econômicos e danos imensuráveis aos estudantes em processo de escolarização. Como medida sanitária eficaz, o distanciamento social se fez urgente e necessário enquanto durasse a alarmante média móvel de mortes e a inexistência de uma vacina. Para dar continuidade às aulas, a medida implantada foi o ensino remoto. Professores e escolas precisaram se reinventar para se inserirem na nova realidade desse ensino (MOREIRA, HENRIQUES & BARROS, 2020).

Com a ausência do quadro e do “pilot”, os professores aprenderam a utilizar plataformas de videoconferência como “Zoom Meetings” e “Google Meet”, e plataformas

de aprendizagem como o “Google Classroom” e “Moodle”. A migração para tais plataformas exigiu a adoção de novas metodologias e práticas pedagógicas, tornando o professor um criador de conteúdos digitais que se tornaram a opção mais eficaz como metodologia de ensino (CORRÊA E BRANDEMBERG, 2021; SENHORAS, 2020).

Em aulas presenciais quase sempre são utilizadas metodologias expositivas, centradas na “transmissão” de conhecimento, e amparadas principalmente no livro didático, em um contexto que descaracteriza o aluno como construtor de conhecimento e pressupõe que a função do estudante é de sujeito passivo. A Química já é uma ciência de linguagem e conceitos bem específicos, detalhados e abstratos, que são de difícil assimilação e contextualização. Nesses casos, o uso de animações, imagens e simulações se torna uma alternativa satisfatória pois facilitam o entendimento, auxiliam na abstração dos conceitos, tornam a aula menos cansativa, e logo, mais agradável e podendo ainda diminuir o desinteresse pelo conteúdo (SALES, 2020).

Os professores se reinventaram e estiveram cada vez mais preocupados em criar metodologias principalmente interativas e audiovisuais para que suas aulas se tornassem cada vez menos enfadonhas. Assim, a expectativa era que os estudantes se mantivessem ali, conectados aos seus aparelhos, assistindo às aulas, e dando continuidade aos seus estudos, de modo que o ensino remoto fosse minimizar os inúmeros problemas envolvendo a educação causados pela pandemia (VALENTE et al., 2020).

O que se verificou nesse período não correspondeu às expectativas. Pesquisas feitas com os estudantes durante o ensino remoto trouxeram dados alarmantes: uma boa parte dos alunos não se sentia motivada em estudar porque não se adaptou a essa nova realidade de ensino. Outro fator relevante mencionado com frequência pelos discentes foi a dificuldade de concentração/foco para estudar em casa. Uma outra parcela relata problemas com a conexão com a internet ou ainda dificuldade em conciliar atividades domésticas com os estudos. A maioria dos alunos afirmou que estudou menos durante a pandemia do que em anos anteriores (RODRIGUES et al., 2021; CELESTINO & SOUZA, 2021).

É provável que a qualidade da aprendizagem desses estudantes tenha sido prejudicada em função do ambiente doméstico possuir muitos elementos de distração, além de ser necessário uma grande autonomia por parte do aluno para desenvolver a própria aprendizagem e definir um horário de estudo dentro de um cronograma que fosse cumprido à rigor. O fato de o estudante estar fisicamente longe do docente faz com que ele se sinta

desamparado e acabe desacreditado do ensino remoto (DIAS & PINTO, 2020).

As pesquisas também apontam a falta que os alunos sentem da relação com os colegas, do ambiente escolar, e todos esses fatores contribuem para problemas relacionados à saúde mental dos estudantes. Houve redução na prática de atividades físicas em função do fechamento de locais públicos e privados compartilhados, aumento significativo do tempo de uso de celulares e computadores, o que corrobora o relato dos jovens de estarem sentindo ansiedade, exaustão, insônia e estresse devido aos impactos causados no seu bem-estar e na sua rotina (NEUMANN et al., 2020).

E os professores? Excesso de trabalho, falta de recursos tecnológicos, jornadas exaustivas em home office buscando materiais, preparando conteúdos, buscando novas metodologias, investimentos que saíram do próprio bolso entre outras particularidades. Segundo Mancebo (2020) esse apartheid educacional se reverberou por toda a comunidade escolar a partir do improviso das aulas remotas.

Na grande maioria das redes de escolas públicas e privadas negligenciou-se totalmente as especificidades do ensino remoto preocupando-se quase unicamente em cumprir o mínimo de dias letivos, observando-se uma mera transposição das atividades presenciais para o ambiente virtual. O resultado disso foi a criação de uma grande oportunidade de negócio dentro da crise pandêmica: uma mercantilização do ensino (COLEMARX, 2020).

As mudanças impostas para a educação a partir do distanciamento social compulsório durante a pandemia vão muito além da oferta ou não de aulas presenciais. Os impactos diretos da pandemia sob o comportamento dos estudantes e os problemas educacionais relativos à manutenção do modelo de ensino usado pré-pandemia reafirmam a necessidade de repensar as bases em que a educação brasileira está sustentada. É preciso substituir por uma educação contemporânea, contextualizada, com bases concretas, problemas reais e que estimulem a busca por informações e conhecimentos verdadeiros, principalmente diante da onda de *fake news* em que vivemos (OLIVEIRA, 2021).

Oliveira (2021) sugere que para superar as dificuldades pré-existentes agravadas pela crise vivida na educação em decorrência da pandemia, se faz necessário um ensino médio mais integrado. Para desenvolver o conceito de educação integral, o autor evidencia a relação entre trabalho e educação a partir do materialismo histórico, que nada mais é do que um método de interpretação da realidade.

Historicamente a escola é tecnicista para os pobres, enquanto é científica e cultural para os ricos. O pensador italiano Antonio Gramsci propõe que para a superação das desigualdades e opressões, a escola precisa ser comum a todos, sem distinção de classes.

“Ao proletário é necessária uma escola desinteressada. Uma escola que seja dada à criança a possibilidade de formar-se, de fazer-se homem. De adquirir aqueles critérios gerais que servem de desenvolvimento do caráter (...) Uma escola que não hipoteque o futuro da criança e constrinja a sua vontade, a sua inteligência, a sua consciência em formação a mover-se por um trilho e estação prefixada (GRAMSCI, 1976, p. 101).”

É urgente a necessidade de uma educação que forme um indivíduo em todas as suas dimensões, integrando formação acadêmica, política, cultural, científica, isto é, uma formação omnilateral. As ideias desse pensador se fazem tão atuais quanto se é possível sê-las. Retomando uma ideia posta na parte inicial desde trabalho, considera-se de suma importância um letramento científico ancorado a uma realidade possível e acessível na luta contra a desvalorização da ciência, e para isso Gramsci (2001) propõe que é preciso educar “pelo trabalho” e não “para o trabalho”, com escolas preocupadas com a formação do indivíduo.

“Na escola atual, em função da crise profunda da tradição cultural e da concepção da vida e do homem, verifica-se um processo de progressiva degenerescência: as escolas de tipo profissional, isto é, preocupadas em satisfazer interesses práticos imediatos, predominam sobre a escola formativa, imediatamente desinteressada. O aspecto mais paradoxal reside em que este novo tipo de escola aparece e é louvado como democrático, quando na realidade, não só é destinado a perpetuar as diferenças sociais, como ainda a cristalizá-las em formas chinesas (GRAMSCI, 2001, p. 49).”

A partir da perspectiva Gramsciana, integrar a educação é, portanto, buscar uma formação emancipatória, concreta, capaz de unir ciência e vida, na busca de superar desigualdades, de tratar a educação como uma totalidade social, sendo capaz de formar, ao mesmo tempo, trabalhadores braçais e dirigentes.

“Educação não é privilégio”, já dizia Anísio Teixeira ainda no século XX, defendendo a escola pública gratuita e de qualidade no Brasil, lutando pela educação como um direito (TEIXEIRA, 1956). Se tal desafio já é uma luta antiga, com a eclosão da pandemia do coronavírus que culminou no fechamento das escolas, as desigualdades sociais e educacionais foram somadas a uma outra desigualdade agora muito latente: a desigualdade digital. Nesse contexto a distância entre ricos e pobres fica ainda maior.

Tomando a educação como nosso foco, e condicionando o ensino remoto ao acesso à internet, é necessário promover a conectividade de privilégio social a direito. Esse é, aliás,

o entendimento da Organização das Nações Unidas (ONU), que já reconheceu o acesso à internet como um direito humano universal desde o ano de 2011 (BACCIOTTI, 2014).

Não houve, entretanto, no Brasil, nenhuma política pública federal que garantisse a conectividade e a educação remota durante a pandemia. Não bastasse o completo descaso com a educação, o Ministério da Educação (MEC) recusava-se a adiar a maior prova brasileira de ingresso às universidades públicas do país, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), “é preciso ir à luta e se reinventar” – campanha veiculada nas *redes sociais* ratificando a manutenção da data da prova. Somente após grande pressão popular, a data da prova foi redefinida. À contragosto de Anísio Teixeira, sim, a educação no Brasil durante a pandemia foi um privilégio, deixando milhares de estudantes sem garantia do seu direito à educação (MACEDO, 2021).

Em tempo, é preciso resgatar as ideias comuns à Anísio e a Gramsci: que “o dualismo pacífico entre os ‘favorecidos’ ou ‘privilegiados’ e os desfavorecidos ou desprivilegiados” não se faça presente na educação. O professor, enquanto educador, é o primeiro que deve compreender o vínculo entre a prática educativa e a social (TEIXEIRA, 2003).

A ciência não é neutra. Seu desenvolvimento está diretamente relacionado a aspectos políticos, culturais, econômicos e sociais, e gera implicações na sociedade. Por isso, ciência e tecnologia têm papel fundamental no processo de transformação social. Os avanços científicos e tecnológicos proporcionam rápida resolução dos mais diversos problemas. E se os avanços trarão benefícios para a sociedade, então os indivíduos precisam ter maior compreensão sobre seus impactos, para que possam questionar, avaliar e então tomar decisões que atinjam a sua coletividade (PINHEIRO, SILVEIRA & BAZZO, 2007; SANTOS, 2006; SANTOS & MORTIMER, 2001).

“Na sociedade moderna, muitas vezes, os especialistas, tomam decisões sobre questões sociais, sem a participação dos cidadãos. Nesse contexto, o LCT [letramento científico e tecnológico] do cidadão poderia contribuir na preparação dos alunos para compreenderem a opinião dos especialistas e participarem das decisões sociais (SANTOS, 2006, p. 613).”

Ainda segundo o autor supracitado, quando o ensino instiga o senso crítico e expõe o conhecimento científico como precursor da efetivação da cidadania, então desenvolvem-se alunos que se tornarão bons cidadãos, com autonomia no seu processo de tomada de decisão, e que compreendem a importância de se posicionarem.

O aluno em formação, o jovem cidadão, foi “empurrado” para o consumo de internet,

em especial nas redes sociais, e particularmente no Brasil, o debate político ganhou força e relevância. Os jovens se veem na necessidade de ter e emitir opiniões sobre assuntos atuais, ou seja, eles querem se posicionar. E por isso, é de importância capital olhar para os impactos dessa avalanche de informações advindas de todos os lados (OLIVEIRA & TEZZI, 2021).

É impossível levar em consideração todo o contexto social que envolve o consumo de qualquer tipo de informação veiculada na internet. Os jovens, justamente aqueles que mais consomem os conteúdos digitais, pouco se dedicam à busca ou conferência das informações que chegam até eles (COSTA et al., 2021).

Abaixo é retratada uma imagem que veiculou com frequência nas redes sociais durante a pandemia da COVID-19:

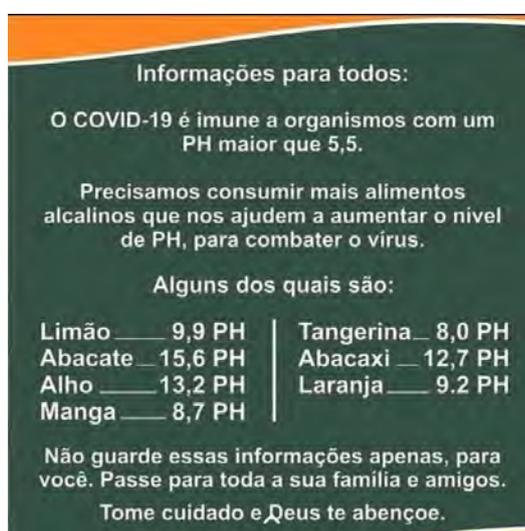


Figura 01. Imagem divulgada nas redes sociais. Fonte desconhecida. Imagem veiculada na internet. Acesso em 2022.

O que diferencia o conhecimento da informação? De certo a discussão da resposta para essa pergunta perpassa pela educação.

Considerando a Química, sob perspectiva disciplinar, e os documentos oficiais que norteiam a educação no Brasil (DCNEM, PCNEF, PCNEM, PCN+ e BNCC), há o alerta para a condução dos conteúdos de modo que as metodologias utilizadas possibilitem a formação crítica e reflexiva dos indivíduos, destacando o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), já que propostas com essa tendência possibilitam um olhar mais atento acerca do que acontece a sua volta, com a finalidade de um maior comprometimento da sociedade acerca dos impactos decorrentes dos avanços da ciência e tecnologia, e suas consequências sociais e ambientais (SOUZA et al., 2019).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ideia de fomentar no estudante a construção do seu próprio pensamento científico, crítico e reflexivo, é consonante com as ideias propostas por Bachelard quando este sugere que o estudante seja o centro do processo pedagógico. Sob perspectiva Bachelardiana não haverá aprendizagem através de transmissão de conhecimentos. Este estudo tem como referencial teórico a Epistemologia de Gaston Bachelard (1977, 1985, 1991, 1996, 2008).

Gaston Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884, na França. No magistério, trabalhou como professor de ciências e de filosofia, estudou e dialetizou firmemente a história das ciências e a construção da linguagem científica. Embora não sejam encontradas obras puramente voltadas ao ensino, Bachelard se ocupou das questões do conhecimento científico nas escolas em muitos trechos de seus livros.

2.1 Bachelard e a construção do pensamento científico

Bachelard (1996) critica o ensino de ciências na educação básica pautada numa metodologia que privilegia a transmissão de conhecimentos, como se o professor fosse um “comunicador de verdades prontas”, e o estudante um mero ser passivo na construção do seu próprio conhecimento.

“Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão, razões para evoluir (BACHELARD, 1996, p.24).”

Em “A Formação do Espírito Científico”, Bachelard (1996) encaminha o leitor aos desafios do pensamento científico, que é por sua vez bastante abstrato, mas garante que, em suas próprias palavras: “a abstração desobstrui o espírito, tornando-o mais leve e dinâmico”.

Para ele, o processo de abstração não é uniforme, e se constitui como um obstáculo toda experiência obtida de forma concreta e real, imediata. O conhecimento verdadeiro se sustenta na superação de erros de aprendizagem. Esses erros são na verdade conhecimentos que não foram construídos na sua totalidade, ou seja, ficaram mal construídos. E é a retificação desse erro que vai gerar o novo conhecimento. É este o motivo pelo qual Bachelard é carinhosamente conhecido como “filósofo da desilusão”.

“Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos (BACHELARD, 1996, p. 17)”

A palavra epistemologia vem dos termos gregos *episteme*, que significa conhecimento, e *logia*, que significa estudo. Os obstáculos epistemológicos de Bachelard são bloqueios na construção do conhecimento, são causas de estagnação. São estruturas de pensamentos pré-existentes no sistema cognitivo de quem está se propondo a aprender, construídos ao longo da vida, na observação do mundo ao seu redor. Bachelard insiste na necessidade da luta contra esses pré-conceitos.

Durante a educação básica o estudante vai ter contato pela primeira vez com o conhecimento dito científico, mas ele já possui uma vasta lista de conhecimentos obtidos pela sua observação, empírica por assim dizer, do mundo que o rodeia. São conhecimentos funcionais, pois é a partir deles que acontecerá a interação com o mundo real. Esses conhecimentos devem ser superados para que não se tornem obstáculos ao conhecimento científico.

A dificuldade de abstrair encaminha o espírito a um pensamento sem suporte experimental estável, ancorando-o na experiência comum, aquela que não é construída, e não é efetivamente verificada, ela é apenas um fato. Já a experiência científica é uma experiência que contradiz a experiência comum. Assim, as experiências científicas têm obrigação de gerar uma discussão que terá culminado na retificação de um erro causado pela experiência comum.

O progresso da ciência, na ótica Bachelardiana, se dá de forma descontínua, em constante ruptura com os conhecimentos anteriores. Ele divide a história do progresso do conhecimento científico em antiguidade clássica até século dezoito (parte I – estado pré-científico), final do século dezoito a início do século vinte (parte II – estado científico) e pós teoria da relatividade de Albert Einstein, em 1905 (parte III – novo espírito científico).

No estado pré-científico são as imagens dos fenômenos e a admiração filosófica da natureza as bases da fundamentação do conhecimento. No estado científico, o pensamento ainda não se libertou das amarras do apoio do real, unindo esquemas geométricos às experiências físicas. No novo espírito científico, o conhecimento se liberta dessas amarras, sendo propostas as abstrações mais audaciosas, onde o conhecimento não se apoia numa experiência sensível.

Com essa divisão, Bachelard (1996) aponta o crescente afastamento da percepção do mundo sensível, e isso se dá porque a percepção do senso comum é contrária a experiência científica. Será a partir da superação dos obstáculos epistemológicos que o intelecto do

sujeito atingirá um conhecimento científico elaborado, o estado abstrato – o novo espírito científico, em escala de evolução.

Em sua formação individual e evolução psicológica, o espírito passará, segundo Bachelard, obrigatoriamente por três estados que são equivalentes às divisões históricas feitas por ele: estado concreto (ou pré-científico), estado concreto-abstrato (científico) e estado abstrato (novo espírito científico). Esse desenvolvimento é feito a partir de questões particulares, no desdobramento de problemas e experiências, e levando em conta interesses diferentes que constituem uma base afetiva. A evolução do espírito, para acontecer deve deslocar interesses.

2.1.1 A psicanálise do realista

O realismo é uma das teorias para explicar a origem do conhecimento, e que se situa na interseção entre a teoria racionalista e a empirista; uma evidencia o sujeito, e a outra o objeto. Bachelard (1996) dedica um capítulo da sua obra “A Formação do Espírito Científico” à psicanálise do realista, que é resultado de reflexões sobre a teoria do conhecimento, com objetivo de caracterizar o fascínio pela ideia de substância, procurando, segundo o autor, até no inconsciente. Para ele, o realismo é um instinto, de modo que deve ser considerado a única filosofia inata, e por isso merecia um olhar mais minucioso.

Bachelard afirma que todo realista é um avaro, pois o realista apossa-se espiritualmente da substância do objeto, como um bem pessoal, e se constitui como obstáculo à cultura científica na medida em que valoriza matérias e qualidades. Muitas vezes essa valorização é dada por um viés afetivo.

O obstáculo se instaura quando são crenças originadas por superstições ou tradições, sem nenhuma preocupação com experiências positivas, onde há uma substituição dos valores objetivos do conhecimento experimental por valores subjetivos, onde se respeita uma ciência que não se entende, com aval de uma sabedoria mais antiga.

As “matérias preciosas” ocuparam um lugar privilegiado nas pesquisas pré-científicas por muito tempo, e quase sempre com ação puramente psicológica, pois para o espírito pré-científico existe uma ação conjunta do coração e da mente.

“Outrora os gregos não conheciam o uso do Ouro na medicina. Os árabes foram os primeiros que o recomendaram; misturavam-no em suas composições, depois de reduzi-lo em folhas. Achavam que o Ouro fortifica o coração, reanima as mentes e alegra a alma; por isso, garantiam que é útil para a depressão, os tremores e as palpitações cardíacas.” (GEOFFROY apud BACHELARD, 1996, p. 170)

No século XVIII temos a transição do espírito do pré-científico para o científico. Geoffroy, citado por Bachelard (1996), afirma seu respeito pela escola Árabe, e em outro fragmento diz faltar-lhe coragem para “exilar o ouro de toda as preparações cordiais”. Realmente exigiria um verdadeiro heroísmo. O espírito pré-científico estava prestes a livrar-se dessas amarras. As influências astrais são valorizações profundas e verdadeiras para os alquimistas, cujas mentalidades ajudam a compreender a psicologia do espírito pré-científico.

Segundo Bachelard, nos textos de alquimistas analisados por ele é fácil verificar que uma das bases que sustentava o alquimista era a ambição pela riqueza, assim, valorizam as substâncias, e as alegrias de quem as possui. Fomentam um avarismo inteligente: possuir muito, condensado no mínimo volume – aí seu apreço pelo ouro e pedras preciosas - o que significa que concentram riqueza. Alguns alquimistas atribuíram à própria natureza esse comportamento avarento. A imagem criada pelo realista é impregnada de impressões pessoais, que são justamente as mais difíceis de afugentar.

2.1.2 Os obstáculos epistemológicos

O problema do conhecimento científico não é a complexidade e a fugacidade dos fenômenos. Para Bachelard, é no próprio ato de conhecer que aparecem as lentidões, as causas de estagnação, as causas de inércia, às quais ele chama de obstáculos epistemológicos. Assim, é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado.

Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado. Sob a visão desse autor, o instinto é a causa da resistência de certos obstáculos. O conhecimento empírico, aquele que é baseado na experiência vivida e não em teorias e métodos científicos, envolve o espírito pré-científico. Este, por sua vez, considera tão mais clara a ideia quanto mais usual ela for, e assim valoriza indevidamente uma resposta concreta. “É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber” (BACHELARD, 1996, p.18).

Os problemas não se formulam de modo espontâneo. Todo conhecimento é resposta à uma pergunta, e assim é construído. Assim, a experiência primeira ou observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica, mas é próprio do obstáculo epistemológico ser confuso, e é por isso difícil estabelecer uma hierarquia dos erros e, nas

palavras de Bachelard: estabelecer uma ordem que descreva as desordens do pensamento.

O espírito científico não terá uma opinião sobre uma questão que ele não compreende. Em primeiro lugar é preciso saber formular problemas. A ciência se opõe à opinião: antes de mais nada será preciso destruí-la, pois, a opinião não pensa, ela traduz necessidades em conhecimentos. Sendo a opinião uma experiência primeira, empírica, será ela o primeiro obstáculo a ser superado. O homem com espírito científico deseja saber para melhor questionar.

O conhecimento adquirido pelo esforço científico poderá declinar, pois chega um momento que o espírito pode chegar a um estado de inércia, onde prefere o que confirma o seu saber, prefere às respostas. Sem citar o nome do epistemólogo, na página 19, Bachelard (1996) cita a frase “os grandes homens são úteis à ciência na primeira metade de sua vida e nocivos na outra metade”. O que ele quis dizer é que o instinto conservativo passa a dominar, e então poderá cessar o crescimento espiritual.

Para Bachelard, manter o interesse pela pesquisa deve ser dever do educador, mantendo o conhecimento aberto e dinâmico. Nesse momento, sobre a frase do epistemólogo não nomeado, há uma crítica à alma professoral, que segundo Bachelard, é cheia de dogmas, impõe suas demonstrações e se sustenta por autoridade, repetindo ano após ano o seu saber, quase ruminando o conhecimento adquirido, e sendo assim um fator de inércia para o espírito.

“Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que outros se possível fosse, não entendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro. [...] Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto.” (BACHELARD, 1996, p.23)

Bachelard alerta para o fato de que esses professores não estão levando em conta que o aluno entre em sala com conhecimentos empíricos já constituídos. A cultura científica não deve ser adquirida, mas transformada a partir dos obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. Sem essa psicanálise dos erros iniciais será muito mais difícil o sucesso da aula. Para ele, toda cultura científica se dá por uma catarse intelectual e afetiva. Retificar e diversificar são tipos de pensamentos dinâmicos que devem ser intrínsecos ao professor, para que sejam gerados mais estímulos do que obstáculos.

O conhecimento comum ou primeiro, é o obstáculo inicial a ser enfrentado pois é resultado direto da experiência com o mundo sensível, construído ao longo da vida, quase

como um “empirismo evidente e básico” (Bachelard, 1996, p. 37) não sendo, portanto, fruto de investigação intencional. Bachelard (1996) aponta que o instrumento primeiro e indispensável a um espírito científico é a crítica, para a partir dela se extrair um conhecimento confiável. Imagens e metáforas, ainda que possam satisfazer e saciar as inquietudes do senso comum, não podem fazê-las num espírito científico. Este último não cede à ilusão de um conhecimento fácil advindo de uma primeira impressão. Com a crítica antecedendo à experiência é possível chegar a um conhecimento seguro, todavia a mera observação de um fenômeno não gera conhecimento. Esse tipo de obstáculo é muito comum em espíritos pré-científicos, onde ver é conhecer.

O conhecimento geral, derivado da doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Francis Bacon tudo generaliza, dispensando a necessidade de investigar já que entende que para todo problema proposto, haverá uma resposta de conceito geral. O geral nada tem de científico. Por isso, para Bachelard, o conhecimento geral é um obstáculo ao conhecimento científico.

Quanto mais afastado de uma generalização, quanto menos ambíguo, quanto menos apressado, quanto menos vago e impreciso, mais científico será o conhecimento. Se vários fenômenos diferentes, com particularidade que não são levadas em conta, forem explicados por uma doutrina geral que não gere perguntas, apenas forneça as respostas, então é apenas uma generalização vaga e superficial.

[...] pode-se afirmar que o conceito científico correspondente a um fenômeno particular é o *agrupamento* das aproximações sucessivas bem ordenadas. A conceitualização científica precisa de uma série de conceitos em via de aperfeiçoamento para chegar à dinâmica que pretendemos [...] (BACHELARD, 1996, p. 76)

Para Bachelard, um conceito se torna científico na mesma proporção em que se torna técnico. Em textos pré-científicos, Bachelard cita como o fenômeno da coagulação passa insensivelmente para congelamento na medida em que se afirma que o esfriamento é sua causa visível. Assim, por exemplo, a solidificação dos metais e/ou da água também seriam fenômenos de coagulação. Esta é uma outra característica marcante do espírito pré-científico: as experiências vagas. A coagulação será usada a partir disso como explicação universal.

Os obstáculos verbais se dão pelo uso de uma única palavra ou imagem que beiram o concreto, tangível ao realismo do mundo sensível, convertendo-se em elucidação

autossuficiente do fenômeno, e assim, deixando de servir como instrumento facilitador. Segundo o autor, a diferença entre obstáculo verbal e substancialista é que, no segundo caso, a explicação verbal com referência a um substantivo vem carregada de adjetivos.

Para Bachelard (1996) o obstáculo epistemológico verbal se dá quando se expressa sem explicar. É quase paradoxal: o próprio obstáculo é a explicação do fenômeno. O obstáculo verbal citado pelo autor é a palavra esponja, muito comum nos textos pré-científicos. Ela, por si só é suficiente para mostrar a esponjosidade, ou seja, o modo como uma matéria “se enche” de outra. A partir da palavra simples esponja, é possível expressar os mais variados fenômenos. Sendo a função da esponja uma evidência clara, não há necessidade de explicação.

O conhecimento unitário e pragmático relaciona-se a uma tentativa de explicar os fenômenos a partir de uma visão de mundo e de acordo com sua concepção filosófica de natureza. Isso significa que, diferente do conhecimento geral, o unitário e pragmático não é empírico. O conhecimento unitário e pragmático é um obstáculo ao conhecimento científico pois trata o fenômeno com uma admiração nociva, com um alarde literário e uma ideia de perfeição suficientemente forte.

Segundo Bachelard, na Idade Média e no Renascimento há inúmeros textos com analogias paracelsistas entre astros, metais e partes do corpo, numa espécie de tríade que une Céu, Terra e Homem, chegando a relacionar um metal como remédio apropriado para alguma doença em um órgão específico ao planeta análogo ao órgão doente. Ainda segundo o autor, tais analogia não tem nenhum valor, ao contrário, provocam fuga de ideias.

Esse poder atribuído à natureza se constitui de um obstáculo epistemológico quando é invocada na vida cotidiana, procurando-se uma utilidade humana como princípio de explicação. No espírito pré-científico, verdade e utilidade são inerentes ao fenômeno. É a partir da sua função que o fenômeno se explica. Logo, o verdadeiro deve ser acompanhado do útil. Tal como Bachelard, não vamos insistir aqui nesse obstáculo, que foi especialmente perigoso no século XVIII.

O obstáculo substancialista, segundo Bachelard, tem um grande poder de sedução pois não deixa este de ser um meio de expressar um fenômeno, não limitando-se a uma palavra, e ligando tal fenômeno a uma determinada substância. Um dos sintomas mais evidentes dessa sedução são atribuições de qualidades aos fenômenos, ou seja, um acúmulo de adjetivos a um dado substantivo, ausentes de uma explicação teórica, portanto que não

incita dúvidas aos estudantes. É dotado de um empirismo que se aprimora à medida que se aumenta o número de sinônimos, numa imersão metafórica em que qualquer investigação sobre a natureza do fenômeno será ignorada.

“Se essa metáfora não fosse interiorizada, o mal não seria tão grande; sempre é possível afirmar que ela não passa de um meio de traduzir, de expressar o fenômeno. Mas, no fundo, não se limita a descrever com uma palavra; quer explicar por meio de um pensamento. Pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira **gruda** na parede eletrizada, logo, a eletricidade é uma cola, um visco. (BACHELARD, 1996, p. 128. Grifo nosso).”

Bachelard sugere que o progresso científico se dá pela diminuição do número de adjetivos, e não no aumento dele. Quanto menos precisa for uma ideia, mais palavras serão usadas para expressá-la. Para espíritos pré-científicos, é necessário recorrer a uma realidade material, por exemplo, privilegiando sensações numa convicção substancialista, em especial o sabor e o cheiro – propriedades organolépticas.

O autor analisa a seguinte frase: “O mentol, a mentanona e o acetato de mentila têm cheiro de menta.” Para um espírito pré-científico, o que é percebido e tido como óbvio, quase como num pleonasma na frase acima, é que algo abstrato tenha cheiro de concreto. E ainda, que a raiz da palavra por si só expresse a qualidade essencial, o cheiro, ignorando totalmente que funções diferentes, ainda que inseridas num mesmo núcleo, podem ter propriedades muito diversas, e não conservarem as propriedades organolépticas. Assim, gosto e cheiro se tornam mais tarde verdadeiros obstáculos para a química.

O obstáculo animista privilegia o biológico, trazendo uma hierarquia aos reinos animal e vegetal sobre o reino mineral, impetrando vida ao inanimado. Bachelard cita um texto de Lavoisier onde é evidente a depreciação do reino mineral:

“Por meio de que procedimentos a natureza opera essa maravilhosa circulação entre os três reinos? Como consegue formar substâncias combustíveis, fermentáveis e putrescíveis, com materiais que não tinham nenhuma dessas propriedades? São mistérios até agora impenetráveis. Entrevê-se, porém, que a vegetação e a animalização sejam fenômenos inversos aos da combustão e da putrefação (LAVOSIER, apud BERTHELOT, apud BACHELARD, 1996, p.187).”

Nota-se no texto de Lavoisier que a partir dessa alusão aos reinos é possível potencializar a ideia de que tudo que é elaborado pela vida tem valor indiscutível, como um retrato de perfeição, que provocam, segundo Bachelard, as piores confusões. O fenômeno inverso à combustão é a redução, e não a vegetação. E a partir da generalização da hierarquia entre a vida e morte, animalização e putrefação são usados para potencializar e ratificar tal

pressuposto. O autor reforça que *vida* é uma palavra mágica, e utilizar-se de um princípio *vital* é capaz de cessar a necessidade de qualquer outra explicação.

Em outros textos, de diversos autores, Bachelard destaca a animalização de metais, onde a partir de um conceito de doença, a ferrugem é associada a um mal acometido ao ferro, e de acontecimento relacionado à sua mineração, ou seja, a partir do momento em que este é extraído da terra, já não recebe mais “alimento”. Textos do século XVIII relatam vários casos de *fecundidade* mineral, países onde era comum espalhar em minas já exploradas fragmentos de limalhas de ferro com a expectativa de fosse possível semear ferro.

Ainda no século XVIII, o mito da digestão se valia de inúmeras metáforas, e era utilizado para trazer concretude e imediatismo às explicações dadas pelos alquimistas. Ainda sobre a ferrugem, uma das metáforas citadas por Bachelard, "Os corrosivos comuns, esfaimados como são, tentam devorar os metais; a fim de matar a fome, atacam-nos com fúria" (BACHELARD, 1996, p. 217). Ainda nas palavras de Bachelard, é “nitidamente incompatível com o espírito científico”. É marca profunda da mentalidade pré-científica que quando uma substância deixa de ser animada, perde algo essencial.

O obstáculo quantitativo é composto de um matematismo demasiadamente vago ou demasiadamente preciso. Bachelard quando fala sobre medidas para diferenciar os espíritos pré-científico e científico, compara: para um espírito pré-científico bastaria pegar o objeto, e esgotar a medição até a última casa decimal, enquanto o espírito científico prepara-se para medir, vê a sensibilidade e o alcance do seu instrumento de medição, e no fim das contas, é o seu método de medir que será levado em consideração, muito mais do que a medida obtida. Segundo o autor, será preciso “refletir para medir, em vez de medir para refletir”.

“Basta uma divisão em que "sobra resto", contas que "não dão certo", para que o aluno se assuste. Ele repete mil vezes a divisão para conseguir um resultado exato. Se desiste, acha que o mérito da solução está no número de decimais indicadas. Não raciocina para ver que a precisão num resultado, quando vai além da precisão nos dados experimentais, significa exatamente a determinação do nada.” (BACHELARD, 1996. p.262)

Sob a perspectiva desse autor, o espírito pré-científico vai opor-se à informação matemática, com a justificativa de que a matemática não explica o fenômeno, enquanto o espírito científico encontra na matemática a base da explicação física.

2.2 História da ciência e os conceitos ácido-base

Um ensino pautado na História da Ciência (HC) é recomendado tanto pela BNCC

quanto pelos PCN para o Ensino Fundamental e Médio. Além de promover uma visão mais crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico, desmistifica a ideia de uma ciência isolada, com dados e fatos que nasceram de um acaso, de uma ideia que aquele cientista teve enquanto, trancado em seu laboratório, pensava arduamente.

A alfabetização científica que é proposta na escola, é aquela que faça os alunos entenderem o que os resultados de uma pesquisa científica podem trazer de avanço e consequências para a sua vida e sociedade. Quando a HC é inserida na escola como uma das formas de alfabetização científica, além de humanizar as ciências da natureza, ajuda a romper com a ideia de que ciência é “coisa de gênio”, como se o saber científico fosse uma espécie de dom (Sasseron & Carvalho, 2011).

Segundo Beltran (2009), já em meados do século XX havia a preocupação com a HC. Entretanto, nesta época a HC nas escolas se apresentava como uma coleção de descobertas realizadas por grandes nomes da ciência, com um grande acúmulo de datas e nomes, apresentando uma ideia de que a ciência evolui continuamente e linearmente.

Nos PCNs de 2000, iniciando o século XXI, a da HC se aproxima das ideias de Bachelard, introduzindo a ideia de quebra de paradigmas. Quando uma nova teoria surge, é sinal de que a anterior já não respondia mais a todos os questionamentos, a todos os entraves. Assim, a teoria anterior não é pior, é fruto de um conhecimento possível de ser tratado nos aspectos históricos e científicos daquela época, e é a partir da ruptura com as ideias antigas, que se dá a construção de um novo conhecimento científico. Conhecendo as “revoluções” de pensamento da HC, é possível ter maior clareza sobre a necessidade de retificação do pensamento.

Acidez e basicidade são conceitos antigos, mas que sofreram modificações ao longo dos séculos. “De modo geral, os diversos conceitos são apresentados prontos e acabados, sem conexão entre si e sem explicitação dos motivos e argumentos empregados na sua elaboração (LIMA & SILVA, 2020)”.

Conceitos funcionam como classes, ou categorias, agrupando casos em que existe uma característica em comum. Para o conteúdo de ácidos e bases, existem tanto conceitos empíricos como teóricos, que serão apresentados a seguir.

2.2.1 Conceitos empíricos de ácido-álcali

As origens da noção de ácidos e bases se confundem com as origens da própria

química. Desde as antigas civilizações, os egípcios já conheciam substâncias ácidas. O deus Thot era, dentro da mitologia egípcia, o criador do vinho e dominava técnicas de produção de álcool e de vinagre. Desde a antiguidade até o século XVI, o termo ácido era usado para poucos materiais naturais de sabor característico. No latim o prefixo ac- denota “picante, agudo” e originou o verbo latino acere, que significa azedo. Mais tarde seria desse verbo a origem do nome ácido acético (LIMA & SILVA, 2020; SILVA & SANTIAGO, 2012).

O termo alcalino vem de al-qalyi, com intermédio no latim álcali, com significado original de cinzas vegetais. O primeiro conceito de álcali foi de uso restrito a poucos materiais derivados das cinzas vegetais e caracterizados pelo sabor amargo (LIMA & SILVA, 2020; SILVA & SANTIAGO, 2012).

No século XVI, Paracelso desenvolveu a iatroquímica, ideia de que as funções do organismo vivo eram determinadas por atividades químicas. Suas ideias contribuíram para o desenvolvimento dos estudos de materiais com finalidade médica, principalmente a partir da necessidade de ordenar, caracterizar e classificar os materiais, tanto naturais como artificiais. Um dos seguidores da iatroquímica, Jean Baptiste van Helmont, no séc. XVII, tinha a ideia de que os processos vitais estariam vinculados a tipos de fermentos. Ele explicava a digestão com início no estômago, por ação de um fermento digestivo ácido, e em seguida, no intestino, haveria a perda da acidez por ação da bile, tida como material alcalino “que mudava sua acidez em sal”. A partir de suas descrições, entende-se que ele fazia ideia do que hoje é conhecido como reação de neutralização, e nascia ali uma ideia, que ainda precisaria se aprimorar e se consolidar, de que os sais seriam formados por ácidos e substâncias contrárias que lhe tiravam a acidez (LIMA & SILVA, 2020).

Ainda no séc. XVII, Johann Rudolf Glauber, considerado um dos primeiros químicos industriais, sob influência de van Helmont, acreditava ter fabricado um sal com excelentes propriedades medicinais, o qual ficou conhecido como Sal de Glauber, sal que hoje é nomeado como sulfato de sódio hidratado. Ele é um dos pré-cursors da ideia de que sais neutros seriam formados a partir de ácidos e álcalis, e que eles se anulariam mutuamente (PAULINO & AFONSO, 2021; LIMA & SILVA, 2020).

Franciscus Sylvius, também iatroquímico e professor na universidade mais antiga da Holanda, a Universidade de Leiden, propôs que a digestão seria resultante da saliva e do suco pancreático, ambos ácidos, com a bile – alcalina – sobre o alimento. Efervescência, gás e calor seriam produtos da competição entre ácido e álcali. Ele propôs ainda que os excessos

ácidos ou alcalinos poderiam gerar distúrbios no corpo humano, e que a cura da doença ocorreria pela neutralização do excesso. Suas ideias influenciaram não só químicos, como também médicos (LIMA & SILVA, 2020).

Entre um dos que se influenciou com os pensamentos de Sylvius, destaca-se Nicolas Lémery, que publicou em 1675 seu livro acerca da teoria ácido-álcali, muito bem aceito, e traduzido amplamente. Ele adotou uma teoria derivada das ideias atômicas de Descartes, onde partículas materiais teriam formas e tamanhos distintos, com saliências ou orifícios. Na sua proposta, ácidos seriam pontiagudos, e a prova disso era a “picada” na língua ao se provar um ácido. Já os álcalis seriam duros e quebradiços, e possuíam poros. Nas neutralizações, as protuberâncias dos ácidos penetrariam os poros dos álcalis. A justificativa de Lémery para que cada um perdesse suas propriedades, era que durante a reação, as protuberâncias do ácido acabavam sendo quebradas pelo álcali, que ficava com seus poros preenchidos. A “luta” vigorosa resultava numa efervescência que caracterizava a reação “violenta”. A produção de um sal neutro finalizava a reação. A partir de sua teoria, ácidos e álcalis passaram a ser amplamente considerados os verdadeiros princípios dos materiais (LIMA & SILVA, 2020).

Pouco tempo depois, em 1692, Isaac Newton, propôs que os ácidos fossem atraídos por corpos de natureza terrestre e aquosa. Já os álcalis, seriam a junção de terras e ácidos. Ele acreditava que em todas as dissoluções e fermentações havia ácidos envolvidos. Para reações com metais, ele descreve a dissolução: “as partículas do solvente envolvem as do metal, rasgam-nas em pedaços e dissolvem-nas”, e para as fermentações “partículas do ácido movimentam o fluido e suscitam calor, agitam separando algumas partículas, jogam-nas ao ar e geram bolhas [...]” (Newton citado por Partington, 1961, p. 482; LIMA & SILVA, 2020).

Assim, próximo do final do século XVII eram consideradas as seguintes características para ácidos e álcalis:

- a) Sabor azedo para ácidos e amargo para álcalis
- b) Ácidos eram bons solventes
- c) Se anulavam por reação, estabelecendo-se como opostos
- d) Formavam sais, se complementando
- e) Eram princípios materiais
- f) Sua reação produzia efervescência, calor e agitação

Os outros traços que se somaram ao sabor na caracterização de ácidos e álcalis

aumentaram a especificidade, contribuindo para o aumento no número de explicações e de diferentes compreensões sobre as reações. Mas é de suma importância salientar que esses traços não eram empregados em conjuntos, já que estão se consolidando numa época em que a comunicação entre os estudiosos não era fácil, além deles estarem geograficamente dispersos, assim, não havia um consenso bem definido sobre as propriedades de ácidos e álcalis (LIMA & SILVA, 2020).

A teoria do ácido-álcali colecionava seguidores e críticos. Um nome importante entre os críticos da teoria foi Robert Boyle, conhecido mais amplamente por seus estudos com gases. Em uma das suas obras, “Reflexões sobre a hipótese de álcali e ácido”, ele questiona: “Não me espanto que as definições que nos dão de ácidos e álcalis sejam inexatas e superficiais, pois não encontro, que os próprios químicos tenham qualquer noção clara e determinada, ou seguros, por meio dos quais saber distingui-los”. (BOYLE, 1675, p. 14). Ele afirma que as características apresentadas como sabor, dissolução dos materiais, efeitos das reações, em todos havia exceções. Ele traz ainda a sugestão de usar soluções de origem vegetal como critério para conceituar de modo mais preciso, já que verificou que ácidos e álcalis produziram diferentes mudanças na coloração de várias soluções álcalis (LIMA & SILVA, 2020).

Boyle empregou soluções obtidas de violetas, de rosas, pau-brasil, tornassol, e outras espécies de vegetais e analisou que havia mudança de cor na presença de certas substâncias. É a partir dos seus trabalhos que a ideia do que hoje conhecemos como indicador ácido-base se concretizou e tornou frequente o uso de extratos de plantas como soluções indicadoras. O ponto alto do seu estudo foi Boyle verificar que algumas substâncias não surtiam efeito de mudança de cor sobre as soluções indicadoras, e assim propõe que elas sejam neutras, comprometendo o futuro da teoria ácido-álcali (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Os estudos se intensificaram, e em 1718, Geoffroy passa a usar o termo ácido em seus trabalhos, referindo-se a uma classe de substâncias: inicia-se a sistematização dos conceitos. É no século XVIII que o termo ácido deixa de ser adjetivo de um material e passa a ser substantivo de um grupo, e que o termo base começa a surgir nos trabalhos, tendo sido mencionado por Louis Lémery, filho de Nicolas Lémery, logo no início do século (LIMA & SILVA, 2020).

Louis Lémery usou o termo base relacionado ao conceito de matriz, origem. Já Rouelle usava o termo base para designar diversas substâncias que, ao reagirem com ácidos,

formariam sais neutros, ou seja, os ácidos poderiam formar sais se reagissem com uma substância qualquer que servisse de base. A partir disso, o termo base passa a designar também uma classe de substâncias que seriam “as substâncias alcalinas, terrosas e metálicas, que dissolvidas até a saturação pelos diferentes ácidos, formam os sais neutros por união com esses mesmos ácidos” (MACQUER, 1778, p. 237; LIMA & SILVA, 2020).

O conceito de base é, portanto, mais geral do que álcali e o ganho de generalidade implicou em álcali ser entendido como um tipo particular de base pois neutralizar um ácido não era característica única dos álcalis. Assim, a ideia de neutralização entre ácido e álcali é agora entendida como reação entre ácidos e bases (LIMA & SILVA, 2020).

Nota-se que até o séc. XVIII são usados critérios empíricos que se desenvolveram a partir da prática médica e de ensaios em laboratórios, analisando características próprias das substâncias, e seu comportamento em dissoluções e outras reações, sem levar em consideração a composição química das substâncias.

2.2.2 Conceitos de ácido e álcali/base por composição química

Os estudos pautados na composição química se iniciam na segunda metade do séc. XVII e início do séc. XVIII com as teorias do flogístico, das afinidades e do calórico, que embora não venham a ser amplamente exploradas neste trabalho, foram fundamentais para Antoine Lavoisier, que foi o primeiro a propor um conceito de ácido que se baseava na sua composição química (LIMA & SILVA, 2020).

Segundo os estudos de Lavoisier, enxofre, fósforo e carbono em combustão produziam óxidos que, em água, formavam soluções ácidas, assim, para ele o conceito de ácido ficou intrínseco ao processo de combustão de elementos não-metálicos. “Oxigênio” é do grego formador de ácido; Lavoisier acreditava que era a presença de oxigênio que caracterizava a acidez de um composto, e foi uma ideia historicamente importante por ter sido a primeira que levou em consideração a composição da substância (DO PRADO & CARNEIRO, 2018).

Analisando o ar atmosférico Lavoisier dividiu-o em duas partes: o “ar respirável” e o ar “não respirável”. Na concepção de Lavoisier, o estado gasoso de uma substância deveria ser a combinação de uma base (uma outra substância) com uma grande quantidade de calórico. A base o “ar respirável” era oxigênio, que seria combinado com o calórico, e a base do ar “não respirável” era o nitrogênio também combinado com o calórico. O calórico seria

um fluido elástico responsável por afastar as moléculas de modo a produzir os estados sólido, líquido e gasoso (DO PRADO & CARNEIRO, 2018). Diz Lavoisier:

“Essa substância, qualquer que seja, é a causa do calor; sendo o efeito da acumulação dessa substância, não se pode, em uma linguagem rigorosa, designá-la pelo nome de calor porque a mesma denominação não deve exprimir a causa e o efeito.” (DO PRADO & CARNEIRO apud LAVOISIER, p.168)

Para Lavoisier, combustão e calcinação eram fenômenos similares, já que ambas fixavam o ar. Sabendo que Priestley também se ocupava desses fenômenos, foram conversar sobre o assunto, e concluíram que aquilo que Lavoisier chamaria de “ar respirável” era o mesmo que Priestley nomeou como ar desflogisticado. O flogisto deveria estar presente nos materiais combustíveis, seria liberado na hora da queima, e, portanto, admitia peso. A teoria do flogisto apresentou divergência, principalmente quando se confrontava materiais orgânicos e metais, já que os materiais orgânicos perdiam massa na combustão enquanto os metais ganham massa no processo de calcinação, e ambos os processos eram explicados pela perda do flogisto. Mesmo com explicações falhas e contraditórias, Priestley manteve-se firme na teoria do flogisto (DO PRADO & CARNEIRO, 2018).

Lavoisier percebeu que a inconstância das suposições sobre o flogisto poderia estar ligada a uma tentativa de desenvolver uma teoria universalmente aceita, um princípio que se encaixe em todas as explicações, e que foi se alterando e se perdendo em sua essência de um autor para outro, e isto estava o incomodando, além de que o aumento de peso de uma substância em uma reação violava o princípio da conservação que, para ele, era axiomático (DO PRADO & CARNEIRO, 2018).

O calórico vai ser a chave na batalha contra o flogisto. Enquanto este último se encontrava nos sólidos, o calórico (que era a matéria do fogo) se encontrava o ar. E assim, a combustão e a calcinação envolveriam a “base de ar puro”. A teoria do calórico não convenceu uma boa parte da comunidade científica, e muitos cientistas permaneceram crentes na teoria do flogisto (DO PRADO & CARNEIRO, 2018).

Ciente de que as combustões eram reações de um material com ar, ele concluiu que o “ar respirável” (ou puro) fosse o princípio constituinte da acidez. A formação dos ácidos seria originada pela maior afinidade do oxigênio pela base (outra substância) acidificável (fósforo, enxofre, carvão), levando o ar respirável (gás oxigênio) a se decompor e liberar o calórico, o que explicaria ainda os efeitos térmicos das reações de combustão. Cabe ressaltar aqui que os ácidos com os quais Lavoisier estava trabalhando eram as substâncias que hoje

são conhecidas por óxidos ácidos ou anidridos inorgânicos. Assim, seria a presença de oxigênio na composição que caracterizaria a substância como um ácido. O oxigênio como princípio acidificante ganhou maior credibilidade pois se apresentava com algo mais concreto (LIMA & SILVA, 2020).

O novo conceito de ácido é uma grande revolução em relação ao conceito anterior, que era empírico e baseado no comportamento macroscópico e frente a outras substâncias. Seria possível ainda reconhecer a composição de um ácido desconhecido já que este deveria ser a combinação do oxigênio com uma base acidificável – também descrita como radical ácido. O termo base acidificável é bastante utilizado a partir daqui com o sentido de uma substância que estaria sendo combinada com a outra. Estas, eram diferentes das bases salificáveis que seriam aquelas que reagiam com os ácidos para formar sais neutros, e eram principalmente potassa, soda, amoníaco, magnésia, e alguns metais citados por Lavoisier em seus trabalhos (LIMA & SILVA, 2020).

Embora tenha repercutido e ganhando credibilidade no meio científico, o trabalho de Lavoisier começou a ser criticado quando Claude Louis Berthollet, um químico também francês como Lavoisier, não identificou a presença de oxigênio nos ácidos muriático, prússico (HCN), hidrogênio sulfurado (linguagem da época que corresponde ao H_2S), entre outros ácidos, o que levantou dúvidas quanto ao princípio acidificante do oxigênio. Humphry Davy mostra em seus trabalhos as denominações hidrácido e oxiácido, se opondo às ideias de Lavoisier, e usando como exemplo o ácido muriático que era notadamente um ácido bastante forte e não apresentava oxigênio. Davy chega a sugerir em seus trabalhos que o princípio acidificante poderia estar associado ao hidrogênio, mas não consegue formular uma ideia já que conhecia outras substâncias que continham hidrogênio, mas não apresentavam acidez (SILVA & SANTIAGO, 2012).

É apenas nas primeiras décadas do séc. XIX que se consolida a ideia de base como substância que neutraliza um ácido, tendo sua definição claramente empregada no Tratado de Química Orgânica de Liebig (1840). Justus Von Liebig estudando os ácidos orgânicos observou que o ácido tartárico reagiria com uma unidade básica, enquanto o ácido cítrico era capaz de reagir com três unidades básicas, o que o levou a pensar nos termos ácido dibásico e tribásico, e a retomar as ideias de Davy para o hidrogênio como princípio acidificante, definindo ácidos como “compostos de hidrogênio em que o hidrogênio pode ser facilmente substituído por um metal” (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Thomas Graham expõe em seus trabalhos a consonância de suas ideias com as de Liebig, expondo que o número de unidades básicas capazes de neutralizar os ácidos de fósforo poderiam variar. Ele conclui que os ácidos meta, piro e ortofosfórico eram diferentes no tocante a quantidade de água que continham (SILVA & SANTIAGO, 2012).

2.2.3 Conceitos de ácido e base caracterizados por composição química e reações de dissociação e/ou associação

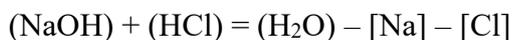
No início do século XIX, Jacob Berzelius e William Hisinger mostram que, em solução aquosa, os sais seriam decompostos em ácido e base pela ação de uma corrente elétrica. As bases deveriam se direcionar para o pólo negativo, transportando, portanto, cargas positivas, enquanto os ácidos se encaminham para o pólo positivo o que indica o transporte de carga negativa. Bases deveriam ser óxidos eletropositivos enquanto ácidos seriam óxidos eletronegativos, ou simplesmente substâncias eletropositivas ou eletronegativas. Berzelius conclui que as reações de neutralização seriam resultado de atrações elétricas (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Também no início do século XIX os estudos a cerca das pilhas elétricas e da decomposição eletroquímica dos materiais estava sendo tratado por outros cientistas, principalmente Daniell e Faraday, momento a partir do qual os termos eletrodo, cátodo, ânodo e eletrólito começam a ser empregados aos sistemas eletroquímicos. Íons seriam os nomes dados às partes originadas pela decomposição de uma molécula dentro de um sistema eletroquímico. A explicação dada à época para a decomposição de uma molécula era que uma força elétrica, quando aplicada, causaria a sua dissociação em íons. Nos textos da época, decomposição e dissociação molecular eram usados para designar a separação em átomos (LIMA & SILVA, 2020).

Já na segunda metade do séc. XIX, Williamson sugere que as dissociações moleculares e as associações entre íons ocorriam de forma natural em solução aquosa, sem necessidade da aplicação de uma força elétrica, enquanto Clausius propõe que a eletrólise aconteça a partir do movimento dos íons em direção aos eletrodos causado a partir a força elétrica aplicada. Interessado nos estudos de Williamson e Clausius, Svante Arrhenius propôs uma explicação para as neutralizações entre um ácido e uma base à luz da teoria dos movimentos iônicos em solução (LIMA & SILVA, 2020).

Como as teorias eletrolíticas ainda não estavam muito bem consolidadas, Arrhenius

inicialmente faz pouco uso do termo íon, escolhendo dar preferência aos termos “parte ativa” ou “molécula ativa” com o mesmo sentido do termo “íon”. Nos primeiros trabalhos, Arrhenius utiliza parênteses em moléculas neutras e colchetes indicando as partes ativas, que seriam as partes capazes de conduzir eletricidade:



Entre final do séc. XIX e início do séc. XX, com a consolidação da descoberta do elétron, o conceito de íon como átomo dotado de eletricidade ganha aceitação no meio científico, e a reação de neutralização de do ácido muriático com a soda passa a se expressa com a seguinte equação:



Ou ainda



A explicação dada por Arrhenius era de que “Quando ácidos fortes e bases fortes reagem, água é formada, e o calor que é liberado é, simplesmente, o calor de formação de água inativa [não dissociada] a partir de água verdadeiramente ativa [dissociada]” (Arrhenius, 1912, p. 359). Segundo Lima & Silva (2020) Arrhenius não tinha os conceitos de ácido e base como problemas, e não chega a chamar grande atenção para as definições de ácido e base.

Segundo Silva & Santiago (2012) Arrhenius chega a citar ácido como um composto que reage com a água para formar íons hidrogênio (H^+), enquanto bases seriam compostos que reagiriam com a água para formar íons hidróxido (OH^-). Isso significa que a amônia (NH_3) se enquadra na definição de base citada por ele, mas o sódio metálico, por ser um elemento e não um composto, já não se encaixaria. A teoria de Arrhenius foi um sucesso ao explicar as neutralizações em meio aquoso, mas não era capaz de explicar reações semelhantes com solventes não aquosos.

Segundo Lima & Silva (2020), Richard Abegg era um colaborador de Arrhenius, que publica um livro seu sobre a teoria da dissociação eletrolítica e apresenta definições para ácidos e bases restringindo e modificando os conceitos de Arrhenius, tornando-os mais específicos: a composição dos ácidos deveria apresentar hidrogênio, e este deveriam ser ionizáveis em água, enquanto a composição das bases deveria apresentar hidroxila, que de modo análogo, deveria ser ionizável em água.

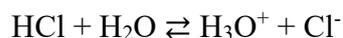
Na tentativa de resolver o problema da teoria de Arrhenius se aplicar apenas ao meio

aquoso, Edward Franklin propõe uma teoria similar em meio amoniacal e em outros solventes. Ele considerava que haveria uma autoionização do solvente gerando um cátion que agiria como ácido, e um ânion que agiria como uma base. Usando cloreto de amônio e amida de sódio ele aplicou seus conceitos ainda sugerindo uma reação de neutralização apesar da ausência dos íons H^+ e OH^- , segundo a reação $NH_4Cl + NaNH_2 \rightarrow NaCl + 2 NH_3$, ou, simplifcadamente $NH_4^+ + NH_2^- \rightarrow 2 NH_3$ (SILVA & SANTIAGO, 2012).

A partir do interesse de Albert F. O. Germann, em 1925, pelo trabalho de Franklin, ele propõe a teoria do sistema solvente, onde a neutralização era considerada uma reação de um solvo ácido com um solvo base ou ainda com um metal, produzindo um solvo sal. Segundo sua teoria, o solvo ácido é tudo que aumenta a concentração do cátion característico do solvente, enquanto o solvo base aumenta a concentração do ânion característico do solvente. Apesar de ser uma teoria bastante abrangente, se limitava com a necessidade de o solvente sofrer autoionização (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Ainda no início do século XX, com o avanço dos estudos sobre estrutura atômica e principalmente após Rutherford-Bohr e em paralelo com a evolução dos modelos para ligações químicas, Michaelis analisou o comportamento dos íons H^+ e OH^- em solução aquosa, e concluiu que o íon hidrogênio possuindo um raio efetivo tão pequeno, não poderia existir sem estar ligado a íons de carga oposta ou a moléculas de água, já que os oxigênios além da carga parcial negativa possuíam também dois pares eletrônicos livres. Com o ânion hidroxila já não haveria o mesmo problema por ser maior (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Já que o íon H^+ , em solução aquosa, estaria solvatado, a ionização do ácido clorídrico seria, segundo Michaelis, mais bem representada por:



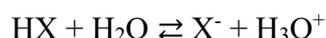
Considerando ainda que as próprias moléculas de água se associam por ligações de hidrogênio, então os íons hidrônio, dependendo do grau médio de hidratação bem como a temperatura, podem ser representados por H_3O^+ , $(H_5O_2)^+$, $(H_7O_3)^+$, $(H_9O_4)^+$, e assim sucessivamente. Essa ideia geral foi precursora do que, anos depois, viria a ser a teoria de Bronsted-Lowry (SILVA & SANTIAGO, 2012).

Durante uma conferência para a Faraday Society sobre a Teoria Eletrônica de Valência, Lowry admitiu a ideia de que o próton realmente não permaneceria isolado, e que nas reações de neutralização, o próton ganharia estabilidade por associar-se a uma base com par eletrônico não compartilhado, e assim a base seria aceptora de próton. Embora ainda seja

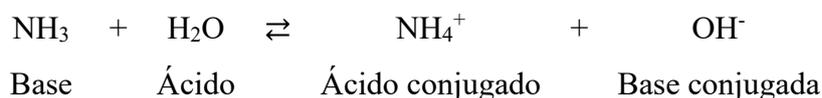
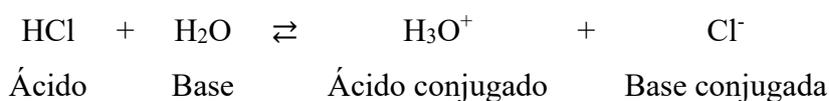
um conceito composicional, representa um avanço significativo no estudo dos ácidos e das bases já que independe de solvente e de meio aquoso (LIMA & SILVA, 2020).

No mesmo ano da conferência, Bronsted reconhece a importância dos estudos de Michaelis e propõe a seguinte definição: ácidos e bases seriam substâncias capazes de liberar ou capturar íons hidrogênio, respectivamente, e é ainda o primeiro cientista a introduzir a ideia de par ácido-base. Os trabalhos de Bronsted e Lowry embora sejam contemporâneos, são independentes. Bronsted não cita Lowry, e vice-versa (LIMA & SILVA, 2020).

Para exemplificar a ideia de par ácido-base considera-se a seguinte reação genérica:



Nota-se que, na reação direta, HX doa o próton para a H₂O, que é aceptora desse próton. Assim, HX é o ácido e H₂O é a base. Na reação inversa, H₃O⁺ doa um próton para X⁻, sendo, portanto, o primeiro o ácido e o segundo a base. HX e X⁻, H₂O e H₃O⁺ diferem apenas por um próton, sendo chamados de par ácido-base conjugado. Quanto mais forte o ácido, mais fraca será sua base conjugada e quanto mais forte a base, mais fraco seu ácido conjugado. Considerando HCl e NH₃, temos:

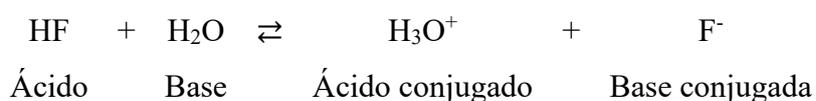
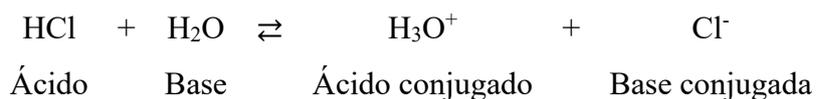


Embora as teorias tenham sido desenvolvidas em isolado, nos referimos a “Teoria de Bronsted-Lowry” já que ambas tinham o escopo teórico voltado para a mesma condição da transferência de próton. As reações ácido-base de Bronsted-Lowry podem ser vistas como uma competição entre ácidos e bases. Considerando o exemplo da reação de ácido clorídrico com água, por medidas de condutividade é possível constatar que a reação se encontra com o seu equilíbrio muito deslocado para a direita. Isso significa que a água captura os prótons para formar íon hidrônio numa extensão muito maior do que o íon cloreto captura o próton para formar ácido clorídrico. Sobre essa capacidade que água possui de capturar os prótons, dizemos que ela é uma base mais forte que o íon cloreto (BRADY & HUMISTON, 2014).

Sobre a força relativa dos ácidos HCl e H₃O⁺, ainda pensando no equilíbrio estar deslocado para a direita, percebemos que o ácido clorídrico doa o seu próton com maior

facilidade do que a água, assim, é um ácido mais forte que ela (BRADY & HUMISTON, 2014).

Uma boa maneira de julgar as forças relativas dos ácidos e das bases é a partir da comparação da posição de equilíbrio das reações. O HCl tende a uma ionização de quase 100% enquanto o HF, por exemplo, ioniza-se numa extensão próxima de 3%, ambos em solução aquosa (BRADY & HUMISTON, 2014).

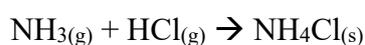


O primeiro equilíbrio, relativo à ionização do HCl estará deslocado para a direita enquanto o segundo, estará deslocado para a esquerda. Assim, o HCl doa prótons com uma facilidade muito maior do que o HF, sendo, portanto, um ácido mais forte. Já no caso dos íons cloreto e fluoreto, a maior parte do fluoreto está protonado e existe como HF enquanto quase nenhum cloreto tende a estar protonado. Isso nos diz que o F^- é uma base muito mais forte do que o Cl^- . Importante também esclarecer que essa comparação entre HCl e HF pode ser feita já que ambos estão confrontados com a mesma base, H_2O (BRADY & HUMISTON, 2014).

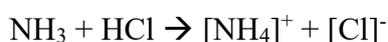
Como generalização, temos que à medida que um ácido é mais forte, sua base conjugada é mais fraca. E à medida que uma base é mais forte, seu ácido conjugado será mais fraco.

É possível perceber ainda que nos dois exemplos – reação de amônia e ácido clorídrico com água - a água apresenta características contrárias. Enquanto frente ao HCl a água funciona como base, frente à NH_3 ela funciona como ácido. Essa substância que, dependendo das condições, pode atuar de ambas as formas é chamada de anfiprótica, ou ainda, anfótera (BRADY & HUMISTON, 2014).

Outro exemplo importante segundo a teoria de Bronsted-Lowry, já que acontece na ausência de solvente, é a reação entre amônia e cloreto de hidrogênio gasosos:



Ou ainda



O próton é transferido do HCl para o NH₃, sendo, portanto, uma reação ácido-base de Bronsted-Lowry. Como não há presença de íon hidróxido e nem de íon hidrônio, o conceito de Arrhenius não abrange essa reação (BRADY & HUMISTON, 2014).

2.3 Evolução da história da educação

O objetivo deste trabalho não é psicanalisar os pormenores da história da educação. Entretanto, buscando manter uma linearidade de pensamento para chegar no protagonismo do aluno como principal forma de aprendizagem, será feita uma breve passagem sobre a evolução histórica. O livro de Mário Alighiero Manacorda, “História da Educação: da Antiguidade aos nossos dias” é um clássico nesse contexto.

Manacorda, 2006, expõe o percurso em direção a uma educação libertadora até o mundo contemporâneo. O autor inicia sua análise no berço da cultura, o Egito, onde se encontra o início da história da antiguidade clássica (séc. IV a.C). Lá, o processo educativo era voltado para a vida política dos filhos da classe dominante, e não privilegiava os processos de escrita, leitura e cálculo. Na Grécia, o processo educativo também era exclusivo das classes dominantes, e voltado para o pensar e o falar, mas com valorização da música e da ginástica na formação dos cidadãos. Em Roma, encontrava-se uma educação moral, cívica e religiosa, democrática e popular, o que foi objeto de intensas críticas já que era uma ruptura com a educação para a política.

Na Alta Idade Média, (séc. V d.C.) a escola clássica dá lugar à escola cristã, onde institui-se em Roma as primeiras escolas religiosas, onde os padres ensinavam salmos e leituras divinas, objetivando formação de seus sucessores. É somente no final do século VIII que se libera a Igreja da função de instruir, e começam a ser implantadas as primeiras escolas laicas. Após os anos 1000, há grande incentivo às artes e à cultura, e estende-se as atividades educativas aos pobres. Desde a antiguidade e até o século XVII é visível o privilégio dos valores e informações de interesse das classes dominantes.

Com o Renascimento e as reformas religiosas, Manacorda (2006) aponta que foi Lutero o grande impulsionador de um novo sistema escolar, onde se enaltece a necessidade da educação para as classes populares. Já no final do séc. XVII, com Jonh Locke, a formação das crianças deveria ser em escolas voltadas para o trabalho.

No movimento Iluminista, com a figura de Rousseu, por volta dos anos 1770 a escola passa a ser estatal, e com as revoluções da América e da França na mesma época, e com o

desenvolvimento industrial e científico, há uma reorganização da escola, com a exigência de uma instrução universal, com propostas de uma escola elementar gratuita para todas as crianças, o que simboliza uma grande revolução pedagógica.

Com o deslocamento das massas para as fábricas, já em meados de 1800, os capitalistas se preocupam em instituir uma instrução de caráter técnico-profissional. Assim, a escola primária avança, e a escola secundária ganha força, bem como as pesquisas universitárias.

É a partir de meados do século XIX que se tratou de definir as finalidades da escola primária, seu currículo, e a função política da escola nas sociedades modernas. A discussão dessa temática oscilou ao longo dos anos em função de interesses sociais, ideológicos, econômicos, e sobretudo políticos. É nessa época que começa a se difundir o poder da escola como fator de progresso e modernização, e a escola se alia ao desenvolvimento industrial. É nesse momento que se introduzem as ciências no conteúdo ensinado nas escolas, a partir de um método utilitarista, que defendia uma educação científica pautada na transmissão de conhecimentos e objetivando o progresso da indústria (MANACORDA, 2006).

No século XX, John Dewey propõe uma revolução no sistema educacional, propondo técnicas pedagógicas de pensamento liberal, surgindo assim a Escola Nova (ou Escola Progressista) com ideias totalmente contrárias ao modelo tradicional e utilitarista.

Segundo Pereira et al, 2009, o Movimento Escola Nova traz consigo um objetivo de construção de uma sociedade igualitária, fundamentada no protagonismo das escolas, fazendo com que seu desenvolvimento afetasse de forma direta a sociedade beneficiando-a de maneira significativa. A escola passa a ser vista como fator de humanização e transformação social, desenvolvendo no aluno sua capacidade crítica de raciocínio.

“As escolas passam a constituir um mundo dentro do mundo, uma sociedade dentro da sociedade. Isto, no melhor dos casos, que, no pior, elas se tornam simplesmente livrescas, atulhando a cabeça da criança de coisas inúteis e estúpidas, não relacionadas com a vida nem com a própria realidade (DEWEY, 1973, p. 21)”

Um dos grandes méritos de Dewey foi o de enxergar o equilíbrio entre a educação não formal recebida diretamente da vida, e a educação direta e expressa das escolas, “integrando a aprendizagem obtida através de um exercício específico a isto destinado (escola), com a aprendizagem diretamente absorvida nas experiências sociais (vida)” (DEWEY, p.21).

John Dewey valoriza o método baseado em problemas que forcem o aluno a buscar soluções criativas, onde o aluno assuma o papel de agente ativo na sua educação: compare, analise, interprete, avalie e conclua. Ele sugere ainda que as experiências coletivas sejam privilegiadas, para que a aprendizagem seja construída num ambiente social e se preocupa ainda com a educação assistemática, aquela que acontece em casa, na rua, com a família, enraizada no aluno e que é tão ou mais profunda e real que a educação formal escolar. Ou seja, é somente a partir do século XX que o aluno assume o papel mais importante na sua jornada acadêmica (PEREIRA et al., 2009).

Chegando ao século XX, e focando agora no Brasil, após dialetizar a história da educação com o objetivo de chegar no aluno protagonista da sua educação seria ilógico não citar Anísio Teixeira e Paulo Freire. Desde o movimento Escola Nova, Anísio Teixeira se viu influenciado pelas ideias do filósofo e educador John Dewey de tal maneira que Anísio passou a ser o principal tradutor de suas obras. Paulo Freire, pela sua enorme importância, foi considerado pela Unesco “Patrimônio Documental da Humanidade” incluindo seu acervo no programa “Memória do Mundo” (GADOTTI, 2018).

Anísio Teixeira, em meados do século XX, sai em defesa do direito de um ensino de qualidade para todos. A leitura de sua obra “Educação não é privilégio” evidencia que a sua maior luta consistiu em universalizar uma educação pública e de qualidade, ressaltando a importância que a educação escolar possui para o desenvolvimento social e produção de democracia. Anísio entendeu que educação é investimento, e que a resposta a esse investimento é a ascensão social coletiva, considerando a escola como instrumento de correção das desigualdades econômicas, e pôs em prática suas ideias com a criação da Escola Parque, em Salvador, na Bahia, ganhando grande notoriedade internacional implementando práticas pedagógicas que rompiam com a educação tradicional. Um dos sonhos desse grande nome era ver crianças das mais variadas classes econômicas dividindo os mesmos espaços de aprendizagem (CORDEIRO, 2001).

Paulo Freire se opunha à educação bancária, onde se entende o educando como uma caixa vazia na qual o educador é capaz de fazer depósitos de seus conhecimentos. Nesse contexto, o aluno tem apenas o papel passivo de receber aquela doação. Para Paulo Freire a educação bancária serve para a domesticação do homem: o educador fala, pois, é quem sabe, logo sujeito do processo, enquanto o educando escuta pois não sabe, logo, é o objeto do educador. A educação bancária se dá com fragmentos de mundo, informações semiprontas

depositadas, arquivadas, memorizadas e repetidas, além de ser instrumento de manutenção da opressão (FREIRE, 1969).

Essa educação bancária é um vértice entre Freire, Anísio e Dewey “[...] para Dewey, em uma sociedade em que se espera que a maioria dos alunos não tenha objetivos ou ideias próprias e, por isso, receba as ordens dos detentores da autoridade, a servidão mental é necessária para disciplinar as massas” (PIMENTA, 2010, p. 67)

O que se opõe à educação bancária é a educação humanista e libertadora. Somente através de um processo de conscientização, os oprimidos poderão libertar-se dos opressores. Paulo Freire deixa claro que a educação sozinha não muda os rumos da história, mas se afasta da manipulação e da divisão de classes que beneficia apenas a classe dominante. Não há dúvida sobre a convergência das ideias desses importantes pensadores sobre a determinação de uma política social crítica como transformação social.

A educação como prática libertadora, em palavras de Paulo Freire:

“Tem do saber uma visão crítica; sabe que todo saber se encontra submetido a condicionamentos histórico-sociológicos. Sabe que não há de saber sem a busca inquieta, sem a aventura do risco de criar. Reconhece que o homem se faz homem na medida em que, no processo de sua hominização até sua humanização, é capaz de admirar o mundo. É capaz de, despreendendo-se dele, conservar-se nele e com ele; e objetivando-o, transformá-lo.[...] A concepção humanista, que recusa os depósitos, a mera dissertação ou narração dos fragmentos isolados da realidade, realiza-se através de uma constante problematização do homem-mundo. Seu quefazer é problematizador, jamais dissertador ou depositador”. (FREIRE, 1969, p.130)”

Todas essas concepções são próximas às de Bachelard, já que para ele, a concepção problematizadora da educação exige uma posição permanentemente reflexiva de ambas as partes envolvidas: educador e educando.

2.4 Metodologias ativas

As metodologias ativas têm base na Escola Nova, já que é o momento de ruptura com os métodos que não encaram o estudante como protagonista no seu ensino-aprendizagem, ainda no século XX. As metodologias ativas enquanto potencializadoras da aprendizagem significativa, estão embasadas no princípio da autonomia do estudante, o que possibilita maior engajamento, e desenvolvem as capacidades crítica e de reflexão nos alunos (SILVA, KALHIL & SOUZA, 2021).

Com a avalanche de mudanças, tanto comportamentais quanto tecnológicas que já vinham acontecendo antes da pandemia, mas que foram escancaradas no contexto pós-

pandêmico, é impossível que se espere os mesmos resultados com os alunos de hoje utilizando os mesmos procedimentos metodológicos de transmissão de conhecimentos usados décadas atrás.

Embora não seja uma metodologia proposta recentemente, ainda há resistência por parte dos professores. Sobre isso, num tom de dura crítica, Bachelard diria:

“No decurso de minha longa e variada carreira, nunca vi um educador mudar de método pedagógico. O educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha um mestre. (BACHELARD, 1996, p.24)”

Em consonância com as ideias de Bachelard, é proposto neste trabalho o uso de metodologia ativas, já que elas têm buscado repensar o papel do professor e do estudante, promovendo mudanças às práticas enraizadas nas escolas tradicionais. É no desenvolvimento de práticas que favorecem a autonomia, e com o desafio de solucionar problemas que as metodologias ativas enfatizam o papel protagonista do aluno (LEITE, 2020).

2.5 Sequência didática (SD)

É considerada uma sequência didática (SD) todo conjunto de atividades que são planejadas e organizadas com objetivos educacionais bem definidos, de forma que facilitem a abordagem dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula. A SD consiste então num encadeamento de atividades que geralmente são ordenadas e elaboradas conforme o grau de complexidade do assunto abordado, priorizando uma sucessão lógica e progressiva que facilite o entendimento (CARDOSO & PEDROTTI-MANSILLA, 2021).

As atividades envolvidas na SD são de livre escolha do educador, que, conhecendo as particularidades de cada turma, é capaz de ajustar as atividades que se adequam melhor àquela realidade. São atividades recorrentes em SD: jogos, pesquisas, leituras, experiências, aulas de campo, debates, produção de textos e mapas conceituais ou mentais, ou qualquer outra atividade pedagógica que o educador julgue necessária naquele contexto (CARDOSO & PEDROTTI-MANSILLA, 2021).

Toda SD passará pelas fases de planejamento, aplicação e avaliação. Sobre a elaboração de uma SD:

“A SD deve ser construída em duas partes, a primeira levando em conta os elementos estruturantes (tema, objetivo, duração), ou seja, o PLANEJAMENTO DE AULA. A segunda parte deve levar em conta as ações necessárias para o processo de ensino-aprendizagem, as demandas de aprendizagem, o contexto

social dos alunos e, no caso do ensino de Ciências da natureza, os eixos estruturantes da alfabetização científica (...) “ (PRADO, 2018, p. 19).

2.6 Aprendizagem baseada em equipes como metodologia da SD

Dialogando com o referencial teórico desenvolvido anteriormente, a SD pensada neste trabalho utiliza a Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE) (Team Based Learning, em inglês), que se torna conhecida no final da década de 1970, através de Larry Michaelsen, professor da Oklahoma University Business School. O professor se viu desafiado frente a uma turma com muitos alunos inscritos, e na tentativa de fazer com que a turma se dispersasse menos e evitar uma aula expositiva extensa e cansativa, ele dividiu a turma em grupos e propôs diversas atividades sequenciadas (KRUG et. al., 2016).

O desafio se tornou satisfação quando ele percebeu o envolvimento dos estudantes durante a aula, que culminou em um bom aproveitamento da turma, e constatou que os estudantes se colocaram no papel de serem responsáveis pela própria aprendizagem, que conferia mais autonomia aos seus alunos. Ele deu a esta metodologia o nome de “Team Based Learning - TBL”, que em Português é chamada de Aprendizagem Baseada em Equipes - ABE (KRUG et. al., 2016).

Segundo Bachelard, “Quem é ensinado deve ensinar” (1996, p.100). Para que a ciência seja plenamente educadora, ele sugere que o ensino seja socialmente ativo. Eis um grande benefício dos trabalhos em grupo: quando um aluno da turma entende e explica a outro aluno, e este a um terceiro, há uma reação em cadeia, um sentimento de recompensa e de alegria que instantaneamente motiva-os a aprender. Se estão motivados a aprender, já deram o primeiro passo para uma aprendizagem mais significativa. Outra vez percebemos nuances das ideias de Freire ao encontro das ideias de Bachelard, e todos eles subsidiando o uso da ABE como metodologia.

Está ainda de acordo com a BNCC, quando esta define as aprendizagens essenciais para os alunos da educação básica:

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (BRASIL, 2018, p. 9).

A ABE é uma metodologia que dialoga muito bem com as SD, uma vez que a ABE é constituída de um conjunto de práticas sequenciadas, e requer que uma atividade tenha conexão com as atividades seguintes. A ABE pode ser aplicada ao longo de um semestre ou

de um ano, sendo adotada como abordagem pedagógica principal, ou em alguns módulos numa utilização mais pontual. O primeiro passo na aplicação dessa metodologia é designar a macrounidade – ou tema principal – juntamente com os objetivos educacionais. Cada módulo que se deseja desenvolver deve ser dividido em, no mínimo, quatro macrounidades, e no máximo, sete macrounidades, que juntos fornecem uma visão conceitual global sobre o tema (KRUG et. al., 2016).

Michaelson sugere que para garantir a eficácia da ABE seja utilizado um modelo “reverso” para desenhar as práticas sequenciadas daquele módulo. Neste modelo, após a definição dos objetivos, identifica-se os conceitos que estes estudantes precisarão para alcançarem os objetivos definidos, e então esquematiza-se a sequência de atividades.

São considerados quatro aspectos importantes para que tal metodologia seja considerada uma ABE (KRUG et. al., 2016):

- 1) Equipes permanentes, e preferencialmente com número ímpar de participantes: O ideal é que a escolha das equipes não seja randômica, embora seja muito mais fácil sortear os participantes de um grupo. Deseja-se uma equipe heterogênea, com diferença nos perfis sociodemográficos e desempenho acadêmico.
- 2) Responsabilização dos alunos pela qualidade do trabalho: Eles devem sentir-se motivados a desempenharem um trabalho de alta qualidade, e que a sua qualidade gere consequências importantes para o cumprimento de uma determinada etapa, e que percebam que o sucesso da equipe depende da contribuição de todos.
- 3) Fornecimento de feedback frequente: Além ter um impacto positivo na aprendizagem, o feedback é importante já que uma etapa depende do resultado da anterior, e deve ser dado no momento oportuno. O feedback não é, entretanto, a correção imediata do erro, mas a provocação da reflexão sobre o que está bom, o que pode ser melhorado e o que não está de acordo.
- 4) Tarefas que desenvolvam tanto o individual quanto o desenvolvimento da equipe: As atividades devem ser pensadas de modo que seja necessária uma interação intensa entre os membros da equipe até que se chegue num resultado, mas sem tarefas muito longas, pois estas geralmente levam à equipe a dividir a tarefa em partes, e distribuir partes entre os membros da equipe.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver, aplicar e avaliar a eficiência de uma sequência didática (SD) utilizando a aprendizagem baseada em equipes como metodologia ativa que estimule a análise crítica e reflexiva dos estudantes voltada para ensino da determinação do pH de soluções aquosas.

3.2 Objetivos específicos

- Explorar a história da ciência e a alfabetização científica em sala de aula;
- Estimular a reflexão, o pensamento crítico, a criatividade do aluno e a autonomia do aluno;
- Relacionar os conceitos teóricos com a prática;
- Avaliar o uso da metodologia ativa como instrumento motivador;
- Desenvolver um livreto destinado aos professores de química com as atividades propostas na sequência didática.

4. JUSTIFICATIVA

O interesse por este estudo teve início durante a fase de isolamento social vivida na pandemia do COVID-19, onde foram veiculadas inúmeras informações falsas sobre o pH de alguns alimentos e uma possível relação com a prevenção ao vírus. Mesmo contendo erros, a divulgação em massa acontecia nas redes sociais. No retorno às aulas presenciais foi possível perceber a dificuldade que os alunos estavam sentindo em adaptarem-se novamente ao modelo tradicional de ensino após 2 anos em ensino remoto. Assim, a partir da análise dessas informações que foram veiculadas, desenvolveu-se uma sequência didática com atividades que estimulam a capacidade crítica dos alunos, ao mesmo tempo que insere a ciência no cotidiano deles, desmistificando a ideia da química como mera disciplina obrigatória no currículo mínimo do ensino médio. Esperamos a partir desta pesquisa fomentar uma aprendizagem com maior significado para os alunos, proporcionar uma melhor alfabetização científica, incentivar os professores a contextualizar o conteúdo histórica e socialmente, além de estimular o interesse pelo estudo das ciências propondo metodologias que privilegiem a postura ativa dos alunos.

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa se classifica em qualitativa, quanto à sua abordagem. Aplicada, quanto à sua natureza. Exploratória, quanto aos seus objetivos. Quanto aos seus procedimentos, Pesquisa-Ação, assumindo assim um caráter participativo já que o professor regente da turma participou de forma mediadora nas atividades propostas.

Foi feito em um primeiro momento uma lista de questões norteadoras para o levantamento das referências bibliográficas apresentadas no referencial teórico. Os trabalhos analisados foram escolhidos em virtude de se enquadrarem em um mapeamento embasado nas seguintes questões:

- 1- Trata de alfabetização científica no ensino médio;
- 2- Trata da história da ciência por trás da evolução dos conceitos ácido/base;
- 3- Trata da evolução história das práticas pedagógicas até o conceito escolanovista;
- 4- Trata de metodologias ativas, em específico a ABE;
- 5- Envolve a epistemologia de Gaston Bachelard.

A busca por esses artigos se deu em bases de dados que pudessem fornecer os resultados mais próximos das questões norteadoras. A seleção dos artigos utilizou como ferramenta bases de dados como SCIELO, revistas importantes na área como a Química Nova na Escola, acervos e bibliotecas virtuais da USP, UnB, UNICAMP e outras universidades onde é encontrado o curso de licenciatura em química e/ou mestrados em química e em educação.

Como critérios para inclusão, preferiu-se artigos, dissertações e teses que apresentassem as palavras chaves química, aprendizagem baseada em equipes, alfabetização científica, escola nova, ácidos e bases, preferencialmente no título.

Após a seleção dos artigos, aqueles que se enquadraram em pelo menos uma das questões descritas foram escolhidos e a leitura dos mesmos se deu na íntegra, além da leitura da obra “A formação do espírito científico” de Gaston Bachelard, referencial teórico adotado.

Para a coleta de dados foram utilizados questionários virtuais e físicos, em momentos específicos da SD, além de registros orais na ocasião das rodas de conversa. A aplicação se deu no primeiro semestre do ano letivo de 2022, onde os alunos já estavam de volta ao modelo presencial de ensino após o isolamento vivido durante a COVID-19. As questões

dos questionários foram anteriormente aplicadas a um grupo de alunos da escola, de modo que fosse feita uma avaliação da clareza e da compreensão das perguntas. Assim, apontadas as inconsistências, as modificações necessárias foram realizadas.

5.1 Ambiente da pesquisa

A aplicação da SD aconteceu em uma escola particular da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, que atende a alunos de ensino médio regular. A instituição autorizou o uso do seu espaço físico, e os alunos foram informados da realização da pesquisa e do caráter voluntário e anônimo da sua participação.

5.2 Público-alvo da pesquisa

A pesquisa foi realizada com duas turmas de segunda série regular do ensino médio, com carga horária de química semanal correspondente a 4 tempos de aula (cada um com 50 minutos), divididos em duas frentes de ensino de química: 2 tempos de química orgânica e 2 tempos de físico-química. Trataremos das turmas com as designações A e B. A turma 2A possui 51 alunos, enquanto a turma 2B possui 48 alunos.

A SD foi aplicada da mesma forma nas duas turmas, e nos mesmos dias. Os dois primeiros tempos de aula aconteciam na turma A e os dois tempos subsequentes na turma B.

5.3 Sequência didática (SD)

A SD foi planejada e elaborada em função dos conteúdos a serem trabalhados, e seguindo as orientações de Krug et al. (2016) para a aplicação da ABE. O conteúdo didático a ser apresentado corresponde ao módulo “Ácidos e Bases” que foi dividido em 05 macrounidades. Cada aula corresponde a uma macrounidade, e cada macrounidade foi dividida em tantas partes quantas fossem necessárias para estruturar os objetivos. Cada aula anterior era pré-requisito para a próxima, e todas as aulas eram indispensáveis para desenvolver a última, que tinha caráter prático e encerrava o módulo com a culminância do trabalho desenvolvido ao longo das cinco aulas preparadas para esta SD.

O quadro 01 relaciona as aulas, suas subdivisões, a duração e seus objetivos dentro da sequência didática.

Aula	Macrounidade	Partes	Duração	Objetivo
01	O que os alunos sabem sobre ácidos e bases?	Parte Inicial	1 tempo de aula	Reconhecer os conhecimentos prévios e discutir a presença de ácidos e bases no cotidiano
		Parte Final	1 tempo de aula	
02	Um pouco de história e muita química	Parte Única	2 tempos de aula	Explorar a história da ciência e introduzir os conceitos de acidez e basicidade
03	Informando-se sobre indicadores ácido-base	Parte Inicial	1 tempo de aula	Estimular a busca em fontes confiáveis
		Parte Final	1 tempo de aula	Familiarizar os alunos com a prática
04	O que os alunos sabem sobre a reação entre ácidos e bases?	Parte Inicial	1 tempo de aula	Estimular a reflexão e a análise crítica
		Parte Final	1 tempo de aula	Avaliar a transposição dos conceitos estudados para a prática
05	Aula experimental - A determinação da faixa de pH na prática	Parte Inicial	1 tempo de aula	Estimular a criatividade e relacionar os conceitos estudados
		Parte Final	1 tempo de aula	

Quadro 01. Síntese das aulas propostas na SD. Fonte: da autora, 2022.

5.3.1 SD – Aula 01: O que os alunos sabem sobre ácidos e bases?

A aula 01 foi dividida em duas partes, e a sua estrutura é apresentada no plano de aula mostrado no quadro 02.

Aula 01: O QUE OS ALUNOS SABEM SOBRE ÁCIDOS E BASES?			
PLANO DE AULA			
Tema	Ácidos e Bases no nosso cotidiano	Conteúdo	Não foi abordado nenhum conteúdo teórico específico
Público-alvo	Alunos da 2ª série do EM	Metodologia/ Recursos	- Questionário para coletar os dados dos conhecimentos prévios - Roda de conversa para leitura de artigos científicos
Objetivo	Reconhecer os conhecimentos prévios, discutir a presença de ácidos e bases no cotidiano e definir as equipes	Momentos da aula	<u>Parte Inicial:</u> Aplicação do questionário
Duração	2 tempos de aula 50 minutos cada		<u>Parte Final:</u> Leitura do artigo científico e discussão na roda de conversa

Quadro 02. Plano de aula da aula 01. Fonte: da autora, 2022.

Na parte inicial da aula, o objetivo era reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos. Assim, antes de qualquer aula expositiva, aplicou-se um questionário virtual, no horário da aula, realizado na plataforma Google Forms. O questionário era anônimo, não havendo qualquer registro do e-mail usado para respondê-lo. Após a finalização do questionário, as respostas eram automaticamente encaminhadas ao e-mail da professora. Algumas das perguntas apresentadas aos alunos foram:

“Você sabe o que são substâncias ácidas ou básicas?”

“Você acha que existem substâncias ácidas ou básicas que fazem bem à nossa saúde? Cite um exemplo.”

“O que você espera que aconteça se misturarmos um ácido e uma base?”

O questionário completo e a ordem em que as perguntas foram apresentadas aos alunos pode ser visto no Apêndice 01.

Na parte final da aula, o objetivo era discutir a presença de ácidos e bases no

cotidiano. É comum que os alunos pensem, num primeiro momento, em ácidos fortes como ácido sulfúrico, por exemplo, e associem a todos os ácidos a característica de serem corrosivos. Adotou-se como estratégia inicial a desconstrução dessas ideias prévias dos estudantes. O recurso utilizado foi a roda de conversa. Os alunos reorganizaram as carteiras e colocaram-nas dispostas ao redor da sala, deixando um grande espaço vazio no centro. Em seguida, foram apresentados dois artigos científicos da revista Química Nova na Escola: “Ácidos Orgânicos: dos Primórdios da Química Experimental à Sua Presença em Nosso Cotidiano” e “A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos”. Considerando que a escola dispõe de internet e oferece acesso aos alunos, a professora disponibilizou o link de acesso a cada artigo e cada aluno deveria escolher um dos artigos científicos para realizar a leitura. Após a leitura dos artigos, houve discussão sobre o que foi lido numa roda de conversa entre os alunos e a professora. O link de acesso a estes artigos encontra-se no Apêndice 02.

Como o questionário respondido foi integralmente anônimo, não era possível usá-lo para definir as equipes. Assim, a professora estruturou as equipes com bases na roda de conversa que aconteceu no segundo momento. A partir da roda de conversa e baseada nas diferenças de rendimento acadêmico dos alunos, a professora definiu os grupos de modo que o grupo formado fosse heterogêneo tanto no quesito rendimento escolar quanto em gênero, ou seja, não havia grupos formados apenas por meninos ou meninas. Além disso, não foi permitido que os alunos se agrupassem sozinhos com base em relações já estabelecidas por afinidades, ou por outra característica comum aos alunos. Segundo Krug et al. (2016) p. 604:

“O grupo deve permanecer o mesmo ao longo dos módulos no semestre ou ano, pois, somente ao longo do tempo, com sucessivas interações, seus membros conseguem ficar coesos para alcançar uma aprendizagem efetiva em equipe. Enquanto inicialmente a diversidade da equipe tende a inibir a expressão individual e a se confiar mais em um ou dois de seus membros, com o passar do tempo, à medida que o grupo se comunica mais e melhor, cada um fica mais à vontade para se expor e se expressar, e passa a confiar no potencial de cada membro para o melhor desempenho da equipe.”

Formados os grupos, foram apresentados aos alunos os motivos pelos quais as equipes não seriam modificadas, e por quê elas deveriam ser escolhidas pela professora. Durante a primeira aula, segundo Michaelsen, deve haver um momento destinado à apresentação da ABE aos alunos:

“Os estudantes precisam compreender como se dá o processo da ABE e por que o

professor adotou esta estratégia educacional. Portanto, o professor deve explicar o que é a ABE e suas características básicas, incluindo suas fases e etapas e o sistema de avaliação. O professor deve fornecer aos alunos uma visão geral dos recursos básicos e dos benefícios da ABE, que justificam a opção por sua utilização. Devem ficar claras as diferenças existentes entre a prática tradicional de ensino e a ABE em relação aos objetivos educacionais e ao papel e à função do professor e do aluno e, conseqüentemente, à forma como a aula é conduzida (KRUG et al., 2016, p. 605).”

5.3.2 SD – Aula 02: Um pouco de história e muita química

A aula 02 foi composta de uma única etapa e sua estrutura é apresentada no plano de aula do quadro 03.

Aula 02: UM POUCO DE HISTÓRIA E MUITA QUÍMICA			
PLANO DE AULA			
Tema	Conceituando ácidos e bases	Conteúdo	Evolução das teorias ácido-base
Público-alvo	Alunos da 2ª série do EM	Metodologia/ Recursos	- Aula expositiva ancorada na História da Ciência, usando como recurso didático o Power Point
Objetivo	Explorar a história da ciência e introduzir os conceitos de acidez e basicidade	Momentos da aula	<u>Parte única:</u> Explicação envolvendo a evolução das teorias ácidos base até os conceitos modernos
Duração	2 tempos de aula 50 minutos cada		

Quadro 03. Plano de aula da aula 02. Fonte: da autora, 2022.

Nesse momento da SD os conceitos químicos de acidez e basicidade foram desenvolvidos a partir de uma aula pautada HC. O objetivo foi facilitar a aprendizagem dos conceitos ao mesmo tempo em que humanizava o ensino da química, a partir de uma abordagem social-histórica-cultural. A inserção da HC nas aulas está de acordo com a BNCC, com os PCN, e com o referencial teórico adotado: a epistemologia de Gaston Bachelard. A linha do tempo pensada para esta aula foi projetada no quadro da sala de aula com o auxílio do projetor. A discussão se iniciou com os conceitos empíricos de acidez e basicidade, seguida dos conceitos composicionais, depois os conceitos relacionados à

associação e dissociação, chegando às teorias modernas. O que foi projetado no quadro encontra-se disponível no Apêndice 03.

5.3.3 SD – Aula 03: Informando-se sobre indicadores ácido-base

A aula 03 foi dividida em duas partes, e a sua estrutura está representada no plano de aula mostrado no quadro 04.

Aula 03: INFORMANDO-SE SOBRE INDICADORES ÁCIDO-BASE			
PLANO DE AULA			
Tema	Identificando na prática ácidos e bases	Conteúdo	Indicadores ácido-base
Público-alvo	Alunos da 2ª série do EM	Metodologia/ Recursos	- Questionário investigativo - Aula prática
Objetivo	Estimular a busca em fontes confiáveis e familiarizar os alunos com a prática	Momentos da aula	<u>Parte Inicial:</u> Aplicação do questionário
Duração	2 tempos de aula 50 minutos cada		<u>Parte Final:</u> Aula prática

Quadro 04. Plano de aula da aula 03. Fonte: da autora, 2022.

Para a parte inicial foi apresentada aos alunos a Figura 01, imagem veiculada na internet sobre o pH de alguns alimentos e sua possível relação com a COVID-19, apresentada na introdução desta pesquisa. Neste momento, os grupos formados na aula 01 se reuniram, e as carteiras foram reorganizadas em círculos. Após a apresentação da imagem, a professora fez alguns questionamentos sobre a veracidade das informações contidas ali, principalmente no que se refere ao pH estimado para os alimentos, e os membros dos grupos foram estimulados a discutirem as suas opiniões. Em seguida, os grupos receberam o link de um formulário virtual com perguntas sobre faixa de pH e indicadores ácido-base, deveriam usar a internet para pesquisar as respostas. O objetivo dessa primeira parte foi estimular os alunos a buscarem fontes confiáveis de pesquisa na internet. O formulário aplicado encontra-se disponível no Apêndice 04. A parte final foi composta de uma aula prática demonstrativa

onde o objetivo foi familiarizar os alunos com os indicadores ácido-base que eles precisariam utilizar nas aulas 04 e 05. A professora usou amostras e indicadores, e manipulou os materiais e reagentes no tablado da sala de aula, e os grupos acompanharam toda a experimentação observando e anotando suas conclusões. Assim puderam classificar as amostras junto com a professora, em tempo real, em ácidas ou básicas, a partir dos dados sobre as viragens dos indicadores extraídos da pesquisa feita por eles para o formulário aplicado na parte inicial.

Para o experimento, foram preparadas previamente 12 soluções aquosas diluídas, que não foram identificadas para os alunos, mas que foram feitas a partir das seguintes amostras: água sanitária, vinagre, catchup, shampoo, condicionador, bicarbonato de sódio, amaciante, desengordurante, detergente, desinfetante, limão e laranja. As soluções indicadoras levadas previamente preparadas foram: extrato de repolho roxo, fenolftaleína, azul de bromotimol, alaranjado de metila, vermelho de metila e violeta cristal.

5.3.5 SD – Aula 04: O que os alunos sabem sobre a reação entre ácidos e bases?

A aula 04 foi dividida em duas partes, e a sua estrutura está representada no plano de aula mostrado no quadro 05.

Aula 04: O QUE OS ALUNOS SABEM SOBRE A REAÇÃO ENTRE ÁCIDOS E BASES?			
PLANO DE AULA			
Tema	Titulação ácido-base	Conteúdo	Reações de neutralização
Público-alvo	Alunos da 2ª série do EM	Metodologia/ Recursos	- Aula prática - Ficha experimental
Objetivo	Estimular a reflexão e a análise crítica; avaliar a transposição dos conceitos estudados para a prática	Momentos da aula	<u>Parte Inicial:</u> Avaliar as respostas dadas anteriormente sobre reação ácido-base
Duração	2 tempos de aula 50 minutos cada		<u>Parte Final:</u> Aula prática

Quadro 05. Plano de aula da aula 04. Fonte: da autora, 2022.

A parte inicial tinha o objetivo de estimular a reflexão e a análise crítica dos alunos.

No questionário aplicado na primeira aula, cujo objetivo era reconhecer alguns conhecimentos prévios dos alunos, a pergunta 07 era a seguinte: “O que você espera que aconteça se misturarmos um ácido e uma base?”. Essa pergunta é direcionada para esta aula, entretanto, preferiu-se encaixar a pergunta no questionário da aula 01 e não nos momentos iniciais da aula 04, já que no questionário aplicado na aula 01 os alunos ainda não haviam participado de uma aula expositiva sobre as teorias ácido base (aula 02), e ainda não haviam discutido esse conteúdo mais amplamente. Assim, na parte inicial dessa aula retomou-se à pergunta 07 do questionário da aula 01, e as respostas que eles deram foram discutidas em sala de aula, com o objetivo de que eles avaliassem as respostas dadas e fosse possível comparar com as respostas que seriam dadas se eles fossem responder no início da aula 04.

A parte final foi uma aula prática sobre as reações de neutralização, ainda utilizando as mesmas amostras de soluções aquosas e indicadores da aula 03. Inicialmente, a professora discutiu a ideia da neutralização, e seguiu com uma demonstração feita com a solução de água sanitária colocada em um béquer, com fenolftaleína. Com o auxílio de um canudo, a professora assoprou a solução, e discutiu com os alunos o que foi observado. Em seguida, os grupos receberam um conjunto para realizar uma neutralização na prática.

Para a prática, foram preparados alguns conjuntos distintos e distribuídos aleatoriamente aos grupos. As soluções aquosas ácidas disponíveis eram limão e vinagre, e as soluções aquosas básicas disponíveis eram bicarbonato de sódio e água sanitária. Combinando as soluções ácidas e as soluções básicas, foi possível montar quatro conjuntos distintos. Em todos os kits o indicador disponível era a fenolftaleína. Os grupos receberam tubetes de acrílico para fazer a reação, e deveriam misturar as soluções até verificarem a viragem do indicador. O objetivo foi avaliar a transposição dos conceitos teóricos estudados para a prática, permitindo que reconhecessem a reação de neutralização. Os alunos receberam uma ficha experimental com algumas orientações e perguntas pré-definidas, e deveriam usá-la para anotar as suas observações ao longo do experimento que pode ser encontrada no Apêndice 05.

5.3.6 SD – Aula 05: Aula experimental – A determinação do pH na prática

A aula 05 foi dividida em duas partes, e a sua estrutura está representada no plano de aula mostrado no quadro 06.

Aula 05: AULA EXPERIMENTAL – A DETERMINAÇÃO DO pH NA PRÁTICA

PLANO DE AULA			
Tema	Aula prática	Conteúdo	Não foi inserido de modo oficial um novo conteúdo teórico
Público-alvo	Alunos da 2ª série do EM	Metodologia/ Recursos	- Aula prática - Ficha Experimental
Objetivo	Estimular a criatividade e relacionar os conceitos estudados	Momentos da aula	<u>Parte Inicial:</u> Aula prática
Duração	2 tempos de aula 50 minutos cada		<u>Parte Final:</u> Dinâmica desafio

Quadro 06. Plano de aula da aula 05. Fonte: da autora, 2022.

Todas as aulas anteriores foram preparadas e pensadas de maneira que tivessem convergência para a culminância na aula 06.

“Parmelee e Michaelsen sugerem que, para identificar o conteúdo a ser adquirido pelo estudante, o professor crie exercícios mais complexos de aplicação do conhecimento, os quais demandem do estudante o emprego de forma articulada de todo o conhecimento adquirido durante o módulo e a interação com os colegas de equipe para análise e interpretação (...) (KRUG et al., 2016, p.604).”

A aula 05 foi dividida em duas partes. Na parte inicial, foram levadas mais uma vez as mesmas amostras de soluções aquosas e de indicadores já apresentadas na aula 03, entretanto os alunos não tiveram acesso a essa informação. Os indicadores estavam rotulados, mas as amostras das soluções aquosas não estavam. Para poder identificar as amostras sem nomeá-las para os alunos, cada frasco recebeu uma numeração de I a XII. Assim, cada grupo poderia escolher aleatoriamente o frasco que gostaria de trabalhar. Para cada frasco numerado, foram previamente selecionados três dos indicadores disponíveis, assim, o grupo escolheu a amostra e pela sua numeração a professora identificava no gabarito montado previamente quais indicadores deveria fornecer ao grupo. Cada grupo deveria ainda receber três tubetes de acrílico, cada um para o uso de um dos indicadores. Após a distribuição dos materiais e reagentes, os grupos receberam uma ficha com algumas questões pré-definidas para guiá-los com as suas observações ao longo do experimento (Apêndice 06). O objetivo desta parte foi que eles conseguissem aplicar todos os conceitos estudados até a aula 06, conseguindo determinar uma faixa de pH possível para a amostra desconhecida

que eles escolheram a partir da combinação dos resultados obtidos para cada indicador em contato com aquela amostra.

O gabarito que foi montado previamente com as faixas de pH de cada amostra norteou a professora na escolha dos indicadores que seriam fornecidos aos grupos, para que os alunos pudessem encontrar uma interseção entre as cores adquiridas pelos indicadores, e com isso chegarem ao resultado que era encontrar a faixa de pH daquela amostra que o grupo recebeu. A resposta do grupo deveria estar clara na ficha experimental, e poderia ser um valor exato, ex.: pH = 8,0, ou poderia conter uma faixa de pH, por exemplo: pH entre 3,0 e 5,0. Ao finalizar a atividade, foi utilizada uma fita de pH para constatar se o valor pensado pelos grupos estava de acordo com o medido pela fita.

A atividade proposta nesta aula, como culminância da SD está de acordo com o que a literatura sugere para a ABE: “O professor deve elaborar tarefas que envolvam uma série de questões complexas que demandem a aplicação dos conteúdos aprendidos para uma tomada de decisão da equipe, mas que propiciem à equipe a apresentação de sua decisão de forma simples (Krug et al., 2016).”

A parte final da aula é uma dinâmica desafio onde os grupos devem conversar entre si, e a partir da faixa de pH determinada para as suas amostras, identificar duas amostras que possam ser usadas para realizar uma neutralização. Em seguida, utilizando fenolftaleína ou azul de bromotimol, os grupos devem realizar a neutralização.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Aula 01: O que os alunos sabem sobre ácidos e bases?

Reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos é importante para Bachelard, e por isso foi escolhido como ponto de partida reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos:

“Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos; não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar a cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.” (BACHELARD, 1996, p. 23)

Na parte inicial da aula, os alunos foram convidados de forma integralmente voluntária e anônima, a responderem algumas perguntas. As respostas dadas pelos alunos às perguntas do questionário apresentado a eles na parte inicial da aula 01 são apresentadas a

seguir.

A turma “A” apresentou 52 respostas ao questionário, enquanto a turma “B” apresentou 40 respostas. A primeira pergunta do questionário inicial da aula 01 é a única que é objetiva, as outras 6 perguntas são discursivas e subjetivas. Uma vez que seriam muitas respostas para uma mesma pergunta em cada turma, optou-se por selecionar as respostas que se repetiam com maior frequência, as que apresentassem mais explicações ou ainda as mais inusitadas para apresentar nos resultados. A fim de criar um padrão, para cada pergunta tentou-se escolher 10 respostas distintas que estivessem dentro dos critérios estabelecidos. Respostas às perguntas discursivas que se limitam a “sim” ou “não” não serão representadas. Já que o questionário foi virtual, as respostas que foram escolhidas para serem apresentadas foram reproduzidas integralmente com a mesma formatação usada pelos alunos.

A primeira pergunta feita foi “Você sabe dizer o que são substâncias ácidas ou básicas?”. Esta foi realizada para as duas turmas antes de qualquer explicação teórica. A pergunta era objetiva e as opções eram “sim”, “talvez” ou “não”, e os dados obtidos para cada uma das turmas estão representados nas figuras abaixo.

Você sabe dizer o que são substâncias ácidas ou básicas?



Figura 02. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 01 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

Você sabe dizer o que são substâncias ácidas ou básicas?

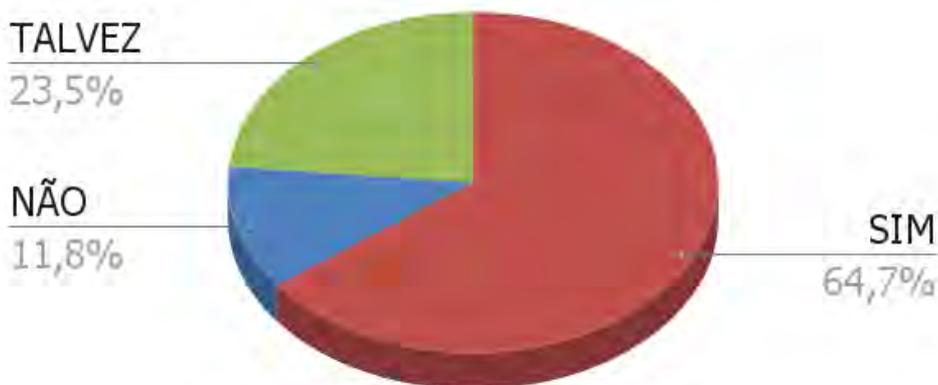


Figura 03. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 01 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

A turma “B” mostrou-se com uma pequena porcentagem de alunos que afirmam não saber dizer o que são ácidos e bases. A grande diferença em relação a turma “A” deve ter sido provocada por um reflexo do ano anterior. O colégio onde aconteceu a aplicação da SD deu aos alunos a opção de, em 2021 (ano anterior à aplicação), retornar ao presencial ou se manter em modelo remoto. A turma “B” foi uma turma em que quase todos os alunos optaram por voltar ao presencial, e assim, o conteúdo intitulado “Funções Inorgânicas” onde se estudam ácidos, bases, sais e óxidos, foi ministrado a esses alunos de maneira presencial. Já a turma “A”, teve a grande maioria dos alunos se mantendo em modelo remoto no ano de 2021. Os dados mostrados nas figuras 02 e 03 corroboram a ideia de que durante o período de ensino remoto a maioria dos alunos não estava assistindo as aulas disponibilizadas pela escola.

A segunda pergunta feita foi subjetiva, então os alunos poderiam usar as suas palavras para responder o seguinte questionamento: “Cite algumas palavras que você pensou quando leu a questão anterior, e que você poderia relacionar aos ácidos e às bases”.

Em ambas as turmas, o critério utilizado para escolher apresentar ou não a resposta dada foi considerar respostas que fossem menos genéricas, ou seja, as respostas selecionadas foram as que eram menos objetivas e com mais explicações, já que muitas respostas dos alunos nas duas turmas eram redundantes, como por exemplo “acidez” ou “basicidade”.

As respostas escolhidas da turma “A” estão apresentadas no quadro 07 enquanto as da turma “B” estão no quadro 08. As respostas que serão apresentadas nos quadros citados

foram copiadas e reproduzidas integralmente, ou seja, na mesma formatação em que os alunos escreveram, não tendo sido corrigido erro conceitual ou ortográfico.

1) Creme para cabelo , quando o ph é menor do que 7
2) Ácido eu pensei em substância corrosivas, bases eu pensei em ser uma substância padrão de tudo, por assim dizer
3) limão, acidez
4) Química, "que matéria chata"
5) Limão, vinagre e cloro
6) Em "substâncias ácidas" pensei em substâncias que seriam capaz derreter algo
7) Ácido para mim é algo que talvez fique borbulhando
8) Corrosivo, Ácido sulfúrico
9) PH alto ou baixo
10) substâncias e tabela periódica

Quadro 07. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 02 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

(continua)

1) nao pensei em nada apenas em frutas ácidas
2) ácidos: laranja, limão, acerola/ bases: leite de magnésio, bicarbonato de sódio...
3) Ácido gástrico
4) ácidos são substâncias que podem ser nocivas ou não ao ser humano existem fortes e fracos. Bases são "anti-ácidos", substâncias que reagem com os ácidos e anulam completamente ou parte do efeito do ácido
5) vinagre, remédios para azia, suco gástrico e frutas cítricas
6) ácidas são quando tem um gosto azedo. e bases sao as que combatem os ácidos

(conclusão)

7) ácido me lembrou de substâncias acidas, como limao, laranja, e de azia, na base em substâncias comuns
8) Ácidos - HCl ; Base – NaOH
9) Ácido sulfúrico, ácido láctico, ácido cítrico
10) H ⁺ , OH ⁻ , ácido sulfúrico...

Quadro 08. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 02 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Percebe-se nas respostas da turma “B” um número menor de respostas em que os alunos tenham se arriscado a acertar a resposta certa, os famosos chutes, em comparação às respostas da turma “A”. Nota-se pelas respostas 4, 8 e 9 da turma “B” que, de fato, o assunto “Funções Inorgânicas”, ministrado no ano anterior, teve relevância para as respostas dadas. Enquanto na turma “A”, as respostas 2, 6, 7 e 10 possivelmente foram uma tentativa de acerto por parte dos alunos.

A terceira pergunta do questionário pedia que o aluno citasse alguma substância ácida que ele possui em casa. No quadro 09 são apresentadas as respostas da turma “A” e no quadro 10 as respostas de turma “B”.

(continua)

1) Vinagre
2) Cloro
3) Acetona
4) Detergente
5) álcool
6) Tenho um líquido em casa para espinha que na embalagem está escrito que tem um ácido e quando coloco na pele eu sinto que dá um frescor
7) ácido q eu passo nas estrias
8) Remédio de verruga

(conclusão)

9) Refrigerante
10) Café

Quadro 09. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 03 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

1) Limão
2) Laranja
3) Vinagre
4) Morango
5) ácido cítrico
6) ácido sulfúrico
7) Frutas Cítricas
8) Não sei

Quadro 10. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 03 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Não foi possível retirar 10 respostas distintas para essa pergunta quando aplicada na turma “B”, pois das 40 respostas enviadas 27 eram “Limão”, 5 respostas eram “Laranja”, 3 respostas eram “Vinagre”, e outras cinco respostas distintas, numeradas no quadro 10 com os valores 4 a 8 obtiveram apenas uma resposta. Assim, mais uma vez, percebe-se que as respostas da turma “B” são mais certeiras que as da turma “A”, onde observa-se mais empirismo e menos precisão.

A quarta pergunta do questionário pedia que o aluno citasse alguma substância básica que ele possui em casa. Para a turma “A”, algumas das respostas dadas podem ser visualizadas no quadro 11, e para a turma “B” as respostas aparecem no quadro 12.

(continua)

1) Água
2) Sabão

(continuação)

3) Sal
4) Shampoo
5) água sanitária
6) alvejante, sabonete, ovo
7) Produtos de limpeza
8) Produtos de piscina
9) Detergente
10) Ferro

Quadro 11. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 04 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

1) Banana
2) Sal de frutas
3) Remédio antiácido
4) bicarbonato de sódio
5) Óleo
6) Pasta de dente
7) produtos químicos
8) Mamão
9) Tenho mas não lembro
10) Não sei dizer

Quadro 12. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 04 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Nesta quarta pergunta verificou-se dificuldade em ambas as turmas. As respostas dadas foram menos certas do que as respostas dadas às perguntas anteriores. Pelo estudo

feito à cerca da HC percebe-se que os cientistas também tiveram dificuldade em definir com exatidão quais eram as características das bases, e que antes de chegar a este termo, o termo álcali era o que os cientistas usavam. Diferente do conceito de ácido, onde não houve mudança na nomenclatura usada – desde sempre foi derivada da ideia do latim acere, e das suas características organolépticas. Assim, percebe-se que os alunos conseguem, a partir do seu empirismo, e mesmo na ausência de conceitos mais acadêmicos, perceber e exemplificar a presença de ácidos, enquanto sentem mais dificuldade em fazer o mesmo para as bases.

A quinta pergunta feita aos alunos foi a seguinte: “Você acha que existem substâncias ácidas ou básicas que fazem bem à nossa saúde? Cite um exemplo.” Algumas das respostas encontradas para a turma “A” estão representadas no quadro 13, enquanto as respostas de turma “B” aparecem no quadro 14.

1) Dependendo da medida: O Sal
2) não acho
3) Sim, acido dos alimentos
4) sim, mas não sei nenhum exemplo
5) Sim, os cítricos, que possuem vitamina c
6) sim, tomate
7) Sim. Laranja
8) Vinagre?
9) sim, por exemplo o ácido estomacal que serve para ajudar na digestão
10) sim,o leite materno

Quadro 13. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 05 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

(continua)

1) Sim a laranja, ela possui vitamina c que e importante para nossa saúde
2) Sim. Por exemplo o limão, pode ser usado para vários sucos naturais

(continuação)

3) existe, porém n sei nomes
4) as frutas citricas também trazem beneficios à saúde, laranja por exemplo, tem vitamina c
5) Provavelmente, o ácido (?) Aquele que fica no nosso estômago. Ele nos ajuda a digerir então deve ser bom para nós
6) As frutas fazem muito bem para imunidade

Quadro 14. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 05 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Mais uma vez não foi possível retirar 10 respostas distintas para essa pergunta quando aplicada na turma “B”, pois das 40 respostas enviadas 30 eram “Sim” seguindo dos exemplos “Laranja”, “Limão” ou ambos, 5 respostas eram positivas, mas expressavam a ideia de que o aluno não sabia citar exemplos, 3 respostas mencionavam frutas cítricas citando ou não exemplos, e outras duas respostas distintas, numeradas no quadro 15 com os valores 5 e 6 obtiveram apenas uma resposta.

A sexta pergunta feita aos alunos foi a seguinte: “Você acha que existem substâncias ácidas ou básicas nocivas aos serem humanos? Cite um exemplo.” Algumas das respostas encontradas para a turma “A” estão representadas no quadro 15 e as respostas da turma “B” no quadro 16.

1) Não, limão e laranja são ácidos e não são nocivos
2) Não, nosso próprio corpo possui ácidos e, nós não estamos sendo constantemente corroídos por eles.
3) Acho q todas não, se for pela lógica da pergunta deve ter alguma ruim
4) não, beber suco gástrico não é bom pra saúde
5) Sim, acido sulfúrico
6) eu realmente não sei responder essa
7) ??? sla oq é nocivo

Quadro 15. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 06 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

Não foi possível obter 10 respostas distintas para essa pergunta quando aplicada na turma “A” pois das 52 respostas para essa pergunta 32 eram negativas seguidas dos exemplos limão ou laranja, 12 respostas eram positivas e tinham como exemplo ácido sulfúrico, 8 respostas eram inconclusivas pois o aluno não sabia responder ou não sabia o significado de nocivo.

As respostas da turma “B” são apresentadas abaixo.

1) Não todas não, algumas são mas outras não, nocivas podemos citar ácido sulfúrico
2) não, tem coisa ácida q contém benefícios e tem vitaminas e não são nocivas
3) Não, as frutas por exemplo, limão e laranja são necessárias pra o nosso organismo
4) em excesso sim, até o limão e a laranja

Quadro 16. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 06 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Não for possível obter 10 respostas distintas para essa pergunta quando aplicada na turma “B” pois das 40 respostas para essa pergunta 31 eram negativas seguidas dos exemplos limão ou laranja e 8 respostas eram negativas e tinham como exemplo nocivo o ácido sulfúrico, e a única resposta positiva para a pergunta foi a que aparece no quadro 17 com a numeração 4.

O objetivo da quinta e da sexta pergunta era perceber se os alunos associam o caráter ácido ou básico necessariamente a substâncias corrosivas, já que os exemplos que são citados mais frequentemente nas aulas são ácido sulfúrico e soda cáustica – ambos fortes e corrosivos.

A sétima pergunta feita aos alunos foi a seguinte: “O que você espera que aconteça se misturarmos um ácido e uma base?” Algumas das respostas encontradas para a turma “A” estão representadas no quadro 17, e as respostas da turma “B” no quadro 18.

(continua)

1) Uma mistura
2) Reação química

(continuação)

3) Depende das combinações
4) Cria uma substância composta?
5) Explosão
6) O que tiver o ph com número menor definirá se e ácido ou base
7) Eles subtraem os efeitos um do outro de acordo com o mais forte?
8) Eu acho que ocorre algum fenômeno químico.
9) libere alguma substância tóxica
10) Neutralização

Quadro 17. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 07 - Turma A. Fonte: da autora, 2022.

1) Uma reação química
2) ocorre uma neutralização
3) Eu acho que o se tiver mais base o ácido "some" mas nada some então talvez e se transforme em outra coisa
4) Acho que vai dar errado
5) cria um sal e água
6) a base acaba com o ácido
7) diminui a força do acido
8) Eles vão se desintegrar
9) não ficará nem um ácido e nem base, ficará estável
10) eles irão reagir entre si e irão anular os efeitos um do outro

Quadro 18. Aula 01 – Questionário inicial – Pergunta 07 - Turma B. Fonte: da autora, 2022.

Nota-se, ao longo de todas as perguntas analisadas, as respostas da turma “B” apresentando uma menor tendência ao erro, ratificando a ideia apresentada desde a

observação das respostas dadas à pergunta número 01, a ideia de que o retorno ao modelo presencial de ensino no ano anterior fez com que a turma “B” alcançasse resultados uniformes e de acordo com o esperado.

Na parte final da aula, os alunos deveriam escolher um dos dois artigos científicos disponibilizados pela professora para realizarem a leitura e posteriormente discutirem com os colegas de turma e com a professora o que foi lido. Esta segunda parte da aula possui uma grande importância pois é o momento em que a professora analisa a participação e as falas dos alunos para poder formar as equipes para as próximas aulas, e que serão a base da ABE.

Durante a roda de conversa a professora esteve com a listagem dos alunos daquela turma, “A” ou “B”, para que pudessem ser feitas as anotações pertinentes, e que posteriormente levariam a divisão das equipes. Ao lado do nome de cada aluno, a professora anotou (1) quando o aluno foi participativo na roda de conversa e demonstrou atenção ao realizar a leitura, manifestando interesse pela aula, (2) quando o aluno fez alguma intervenção na roda de conversa sem demonstrar uma leitura atenciosa e/ou quando o aluno fez alguma intervenção apenas pela participação na atividade e (3) quando o aluno não foi participativo.

No início da discussão, os alunos de ambas as turmas se apresentaram tímidos, e a professora precisou incentivar os alunos a debaterem os temas. Para ajudar a iniciar a conversa, a professora fez algumas perguntas para a turma, como por exemplo, o que mais chamou a atenção deles durante a leitura, se eles haviam encontrado alguma curiosidade nos artigos, se eles acharam os artigos de fácil leitura e se eles conseguiriam após a leitura perceber a presença de ácidos no seu cotidiano.

Na turma “A” destaca-se os seguintes relatos:

Aluno X: *“Eu li o artigo “Ácidos Orgânicos: dos Primórdios da Química Experimental à Sua Presença em Nosso Cotidiano” e percebi que os ácidos do limão e da laranja, que é o cítrico, é orgânico. Achei legal ler sobre o cheiro deles também, e sobre como eles foram sendo descobertos e como o nome deles tem a ver com alguma coisa né? Não foram, tipo, imaginados, sei lá...”*

A partir da fala do aluno X, percebe-se como a HC se mostra importante na desmistificação da ideia de que a ciência é feita a partir de momentos de insight. A fala desse aluno instigou a contribuição do próximo:

Aluno Y: *“Eu li o artigo “A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos”, e eu acho que ia ser muito melhor se a nossa aula fosse sempre assim. Tinha história, biologia, química, tinha todas as disciplinas ali. Dava pra aprender tanta coisa...”*

Na fala do aluno Y percebe-se que ele entendeu a necessidade da interdisciplinaridade, e a falta dela na construção do seu conhecimento. Nas escolas particulares, os professores são cobrados constantemente sobre o cumprimento do planejamento didático, que muitas vezes é engessado e não privilegia o uso de outras metodologias que não sejam o quadro e o giz. Isso faz com que as aulas se tornem menos atrativas, e acabem gerando nos alunos a ideia de que as disciplinas não conversam entre si.

A roda de conversa na turma “A” foi bastante produtiva, após as falas dos alunos X e Y, outros alunos se sentiram confortáveis em participar, e acabaram se direcionando para um debate sobre as metodologias utilizadas durante as aulas de modo geral, não só as aulas de química, e sobre o quanto a escola – a instituição privada específica onde eles estudam – era responsável por não oportunizar mais aulas que utilizem outras metodologias. Os alunos reconhecem que o formato de curso que a escola adota é voltado para um volume muito grande de conteúdos e em um curto período, e isso não contribui na flexibilização das aulas e na autonomia do professor na condução delas. O resultado da roda de conversa na turma “A” foi bastante satisfatório, estando de acordo com um dos objetivos específicos desta pesquisa que é estimular a reflexão e o pensamento crítico dos alunos.

Embora também tenham se mostrado tímidos no início da roda de conversa, na turma “B” os alunos conseguiram encaminhar a conversa com mais facilidade. Nessa turma, destaca-se os seguintes relatos:

Aluno Z: *“Professora, achei interessante que eu achava que limão e laranja eram os mais ricos em vitamina C, mas eu vi no artigo da vitamina C que eu li, que o pimentão verde tem muito mais vitamina C. Vou comer mais cachorro quente (risos).”*

Aluno W: *“Eu li no artigo “Ácidos Orgânicos: dos Primórdios da Química Experimental à Sua Presença em Nosso Cotidiano” uma parte que fala dos cosméticos, e dos ácidos que têm na composição deles, fala de esfoliação e de tratamento pra espinhas, rugas, e outras coisas. Gostei por que cosméticos, maquiagem, cuidar de mim, me interessa, e química eu acho difícil então às vezes não me interessa de estudar, mas aí já achei*

interessante.”

Aluno K: *“Eu sabia que os cachorros reconheciam a gente pelo cheiro, mas achei que era pelo perfume, sabe? No artigo “Ácidos Orgânicos: dos Primórdios da Química Experimental à Sua Presença em Nosso Cotidiano” explica que é pelos ácidos carboxílicos que são produzidos pelo nosso metabolismo. Eu adoro cachorro, lá em casa tem cinco, minha casa é grande, tem quintal pra eles... Acho que eu quero fazer veterinária então achei bem legal essa parte.”*

Pelos relatos descritos acima, percebe-se que a turma “B” discutiu dados e informações voltadas para a química, e conseguiu retirar dos artigos lidos pontos de convergência entre a químicas e os seus interesses pessoais. A roda de conversa nessa turma atingiu o objetivo inicial, que era reconhecer a presença de ácidos no dia a dia dos alunos.

Finalizadas as discussões e seguindo as orientações encontradas na literatura, foram montados os grupos que serão utilizados até o final da SD, com a quantidade de 07 alunos em cada grupo. Um número ímpar de participantes, a fim de facilitar as tomadas de decisão. Em ambas as turmas, a divisão dos grupos se deu seguindo os mesmos critérios, buscando formar grupos heterogêneos. Após a roda de conversa, e de posse da listagem com o nome dos alunos e com as numerações (1), (2) e (3), a professora buscou montar grupos que fossem compostos por, pelo menos, um participante com cada uma das numerações. Em ambas as turmas, mesmo com a professora incentivando os alunos a participarem, a maioria ficou com a numeração (3). Assim, exemplificando uma montagem de grupo:

- dois participantes com o número (1)
- dois participantes com o número (2)
- dois participantes com o número (3)
- um participante aleatório

O objetivo dessa divisão foi garantir que não haveria grupos formados apenas por alunos participativos ou apenas por alunos dispersos, e nem haveria grupos formados por algum tipo de afinidade.

Ainda nesta aula, os grupos que ficaram definidos foram apresentados aos alunos juntamente com uma breve explanação sobre como funciona a ABE e como se dará a aplicação da SD nas próximas aulas.

6.2 Aula 02: Um pouco de história e muita química

A aula 02 trouxe aos alunos uma ideia da evolução histórica dos conceitos de acidez e basicidade. A importância dessa aula, embora não tenha sido feito uso dos grupos montados na aula anterior, é explorar a HC, e fornecer aos alunos embasamento teórico para as aulas subsequentes. O recurso utilizado foi o projetor, onde uma linha do tempo foi montada pela professora com a evolução dos conceitos de acidez e basicidade.

Para Bachelard a HC é de importância ímpar, pois se fundamenta na psicanálise do pensamento histórico. Conhecendo a evolução do pensamento, e assim, do desenvolvimento das ideias científicas, é possível mostrar aos alunos um caminho pelo qual eles mesmo poderão compreender a necessidade de retificação dos seus pensamentos. Para Bachelard, o conhecimento científico é construído contra um conhecimento já estabelecido e a ciência progride pela retificação de sua história. Assim, ele sugere que para avaliar a eficácia epistemológica e vencer as dificuldades do pensamento científico, a HC contribui nessa superação quando mostra como um conceito deu origem a outro, e funciona como facilitadora do processo de ensino-aprendizagem.

Para Bachelard, as rupturas no conhecimento científico no decorrer do desenvolvimento da ciência não implicam no abandono de uma teoria construída anteriormente. A química quântica nega a química Lavoisieriana que ainda assim permanece válida dentro de certos limites. Isso acontece várias vezes no ensino de química, como por exemplo nas aulas de modelos atômicos e na aula de teorias ácido-base, objeto de estudo desta aula da SD.

Entretanto, para Bachelard essa negação não se constitui de uma atitude de recusa, mas uma atitude de conciliação, e conciliar é definir o campo de validade e de aplicação daquela teoria. Assim, ele nos coloca a ponto de repensarmos o erro no processo de ensino-aprendizagem. O erro, para ele, é o caminho para o conhecimento verdadeiro, e assim, é constitutivo do processo de construção do conhecimento.

“ Por exemplo, se as funções ácidas e básicas revelaram-se, na evolução final da química, como princípios de coerência muito úteis para um classificação geral, não se deve esquecer que a propriedades químicas ácidas e básicas foram, de início, tomadas como atributos em relação direta com as sensações gustativas. E quando esses atributos inerentes, ligados pelo espírito pré-científico ao âmago da substância – como o sabor doce ou ácido – ficavam velados, o espanto era como o de alguém diante de uma transubstanciação. Muitos falsos problemas nasceram de uma impressão gustativa misteriosa. (BACHELARD, 1996, p. 149)”

Um desses problemas citados por Bachelard vem do ilustre Robert Boyle, que segundo o autor, propõe em um dos seus livros uma charada: encontrar um sal cujo sabor é doce, entretanto “composto de ingredientes salgados ou mais azedos que o vinagre mais forte”. Percebe-se aqui um texto pré-científico, onde os espíritos precisam trabalhar sobre a realidade, impregnado de experiências sensíveis contrárias.

A aula 02 da SD foi aplicada em ambas as turmas sem nenhuma intercorrência, e a maioria dos alunos demonstrou interesse pela aula. Na turma “A” surgiram perguntas sobre a vida pessoal e formação acadêmica desses cientistas, enquanto na turma “B” as perguntas se voltaram para o tipo de aparato tecnológico que estava disponível na ocasião de cada pesquisa e os métodos utilizados em cada época para que os pesquisadores chegassem a uma conclusão. Em ambas as turmas haviam alunos interessados, mas também era possível perceber alguns alunos mexendo no celular ou em conversa paralela no fundo da sala.



Figura 04. Turma “A” após a aula 02. Fonte: da autora, 2022.

6.3 Aula 03: Informando-se sobre indicadores ácido-base

A primeira parte da aula consistiu na apresentação da Figura 01 aos alunos. Neste primeiro momento, os grupos formados na aula 01 se reúnem, as carteiras são reorganizadas em círculos e os alunos são incentivados a discutirem a veracidade das informações contidas na imagem.

Tanto na turma “A” quanto na turma “B”, uma das primeiras falas dos alunos após a leitura da imagem foi relativa ao pH do limão e da laranja, onde eles perceberam que ambos estavam listados como alimentos alcalinos, e ao longo da primeira aula, após a leitura dos

artigos e posterior discussão, puderam constatar pela roda de conversa que o ácido cítrico é o componente responsável pela acidez de ambas as frutas. Questionados sobre a veracidade das informações, logo os alunos chegam à conclusão de que há erros nas informações contidas na imagem.

Ainda em ambas as turmas, os alunos firmam que não têm conhecimento sobre a afirmação “O COVID-19 é imune a organismos com pH maior que 5,5”, e que não sabem afirmar que essa também seria uma informação falsa.

Com o objetivo de mostrar aos alunos que eles devem buscar fontes confiáveis na hora de fazer buscas na internet, eles receberam dois links de acesso à sites que se ocuparam de verificar as informações contidas na imagem. O primeiro link dá acesso à Revista Arco, desenvolvida pela UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. Na primeira página do site da revista é possível encontrar uma breve descrição do trabalho realizado: “A Arco é a revista de jornalismo científico e cultural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Nossa proposta é que o conhecimento não fique restrito aos laboratórios e às salas de aula. Por meio de linguagem didática e de visual atraente, buscamos discutir temas de interesse múltiplo, em geral desenvolvidos por pesquisadores da UFSM. Na busca por informar de maneira clara sobre os estudos desenvolvidos na Universidade, a Arco interpreta dados e “traduz” termos para que os conteúdos atraiam o interesse da comunidade. Ao pensar as pautas da revista, o foco está no público e os temas tratados devem ser de relevância social.”

Esta pesquisa foi publicada em 15 de abril de 2020 e é um meio de divulgação científica, feito através do que os próprios pesquisadores chamam de “jornalismo científico e cultural”.

Link 1: <https://www.ufsm.br/midias/arco/alimentos-alcinos-ajudam-combater-coronavirus>

Neste primeiro link os alunos encontram a pesquisa na íntegra. O ponto que se deseja chamar a atenção dos alunos é para a figura 05, encontrada no link 1, que faz um comparativo entre o pH sugerido na mensagem contida na imagem veiculada nas redes sociais e o pH medido pelos pesquisadores.

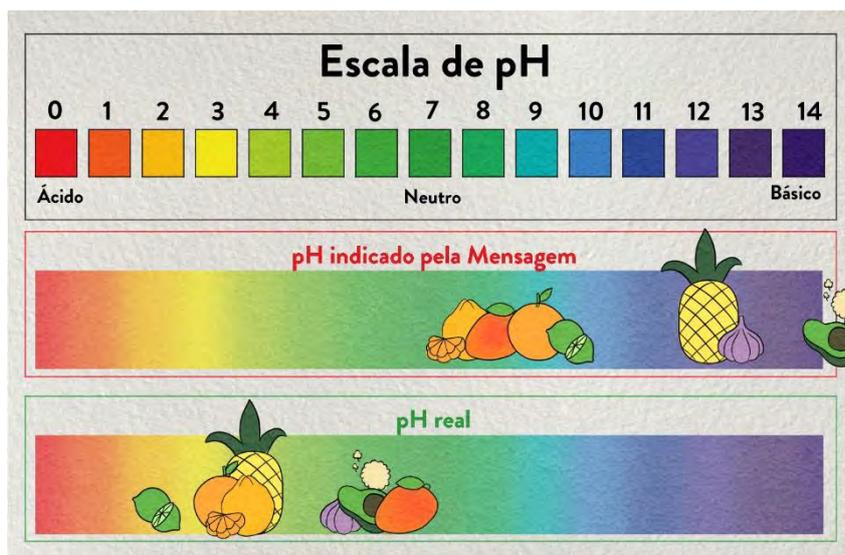


Figura 05. Comparação entre o pH indicado e o pH real. Fonte: UFSM, 2020.

No segundo link, os alunos encontram uma postagem que explica se o simples consumo de certos alimentos seria o suficiente para uma possível prevenção contra a COVID-19 e também faz um esclarecimento sobre o vírus ser ou não susceptível a pH maior que 5,5. O link é do site “Blog de Ciência da Unicamp”, que foi um blog criado logo no início da pandemia, por alunos da instituição, com o objetivo fornecer à população informações seguras sobre a COVID-19. Na descrição do blog, encontramos a seguinte informação: “Sabendo que informações de qualidade são essenciais para enfrentarmos juntos essa situação, redobramos o nosso cuidado na checagem dos dados que vocês encontrarão aqui, com colegas das várias áreas técnica-científica. E tudo isto com o máximo de agilidade para entregar um material confiável que possa contribuir com cada pessoa e com todos no atual cenário brasileiro e mundial.”

Link 2: <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/a-desinformacao-azeda-sobre-o-limao-na-covid-19/>

Depois do acesso aos editoriais, a professora explicou mais uma vez a importância de retirar informações de sites confiáveis onde seja possível acreditar na veracidade das informações contidas.

Em seguida, os grupos recebem o link de um formulário virtual com perguntas sobre faixa de pH, indicadores ácido-base e suas faixas de viragem, e os grupos devem usar a internet para pesquisar as respostas. O questionário completo encontra-se no Apêndice 03. As informações buscadas pelos grupos foram usadas por eles na etapa seguinte da aula, que

consistiu na caracterização de algumas amostras de soluções aquosas.

Em ambas as turmas, conforme os grupos encontravam as respostas para as perguntas do questionário investigativo, era comum que eles se reportassem à professora para conferir se aquele site era confiável ou não. Os grupos conseguiram respostas às perguntas sem maiores dificuldades, e conseguiram encontrar fontes confiáveis para realizar as pesquisas. Esta tarefa foi realizada de forma rápida em ambas as turmas, e os alunos não demonstraram dificuldade em encontrar fontes seguras.

Para responder ao questionário, os alunos foram orientados a usarem as suas próprias palavras, e incentivados a não reproduzirem uma cópia do que foi lido, para que eles consigam organizar as suas ideias e formar as suas próprias respostas. Nos quadros 19 e 20 estão listadas as respostas das turmas “A” e “B”, respectivamente, para a primeira pergunta do questionário investigativo aplicado nesta aula. As respostas foram copiadas e reproduzidas exatamente como os alunos enviaram pelo link do questionário, não tendo sido corrigido nenhum erro conceitual ou ortográfico.

Como funciona um indicador ácido-base?	
Grupo 1	“Colocando um determinada substancia em um frasco e ao entrar em contato com outra substancia ela muda de cor”
Grupo 2	“A cor da substância muda após receber o indicador, mostrando se ela é ácida ou básica.”
Grupo 3	“quando os indicadores de ph entram em contato com uma substancia acida, eles adquirem determinada cor, mas quando sao colocados em meio basico apresentam outra coloração”
Grupo 4	“Ele ao ser aplicado em uma solução seja ácida ou básica altera a cor da solução.”
Grupo 5	“Verificando por meio da coloração gerada pela reação indicadora na substância através da medição do ph.”
Grupo 6	“Ele muda sua coloração quando em contato com a substância, dependendo do ph”
Grupo 7	“A reação do indicador com a substância modifica a coloração de acordo com o nível do PH”

Quadro 19. Como funciona um indicador ácido-base? – Respostas da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

Como funciona um indicador ácido-base?	
Grupo 1	“quando misturamos ele com alguma substância ele altera sua cor de acordo com ph da substância”
Grupo 2	“Ele muda de cor ao entrar em contato com uma substância ácida ou básica, tornando possível a classificação da substância”
Grupo 3	“Quando coloca na substância que vc quer saber se é ácido ou base, dependendo da cor que fica vc descobre”
Grupo 4	“Ele neutraliza a substância, tornando-o ácido (acrescentando íons H+) ou básico (acrescentando íons OH-)”
Grupo 5	“Um indicador ácido base muda de cor com base no ph da solução tendo alguns mais específicos para certas reações”
Grupo 6	“Através da intensidade da sua coloração conseguimos distinguir o quão ácido ou básico é a concentração”
Grupo 7	“Funciona demonstrando o grau de ácido-base de acordo com a mudança de coloração”

Quadro 20. Como funciona um indicador ácido-base? – Respostas da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

No segundo momento da aula, o objetivo foi familiarizar os alunos com os materiais que serão usados nas próximas aulas, e por esse motivo, eles ainda não manipularam sozinhos as soluções e nem os indicadores. Em ambas as turmas, “A” e “B”, a professora se colocou no tablado e foi mostrando aos alunos cada um dos objetos: os tubetes de acrílico que serão utilizados no lugar de tubos de ensaio de vidro, os frascos com as soluções das amostras, os indicadores, os conta-gotas, e outras objetos necessários para as práticas seguintes.

Entre as 12 soluções aquosas diluídas preparadas, as amostras de limão e laranja foram deixadas para o final, já que eram frutas mencionadas na imagem veiculada da internet, de modo a prender a atenção dos alunos até chegar nas amostras em que eles estavam com maior curiosidade em função da motivação dada a eles quando foram questionados sobre a veracidade das informações contidas naquela imagem.

As figuras 06, 07, 08 e 09 trazem imagens da professora durante a prática. As fotos foram tiradas durante a prática da turma “A”, e não houve nenhuma diferença entre o que

foi apresentado para a turma “B”.



Figura 06. Materiais e reagentes. Fonte: da autora, 2022.



Figura 07. Apresentação dos materiais. Fonte: da autora, 2022.



Figura 08. Caracterização das amostras. Fonte: da autora, 2022.



Figura 09. Comparando indicadores naturais e sintéticos. Fonte: da autora, 2022.

Após a caracterização das amostras foi possível perceber que os alunos entenderam o funcionamento dos indicadores ácido-base, conseguindo explicar com as suas palavras como funcionam os indicadores e para que eles servem. As duas turmas conseguiram verificar que limão e laranja são frutas de caráter ácido, ratificando que a informação trazida pela imagem veiculada nas redes sociais durante a pandemia era falsa.

6.4 Aula 04: O que os alunos sabem sobre a reação entre ácidos e bases?

A aula 04 teve início com a retomada da sétima pergunta do questionário inicial da aula 01: “O que você espera que aconteça se misturarmos um ácido e uma base?”. As respostas para esta pergunta já foram discutidas na aula 01 e encontram-se no subitem 6.1, nos quadros 17 e 18.

As respostas dadas pelos alunos na aula 01 foram mostradas aos alunos para que eles refletissem se concordam ou não. As respostas dadas na aula 01 foram anônimas, e assim, não há identificação ou qualquer menção ao autor daquela resposta.

Em seguida, os grupos responderam novamente a esta pergunta, de forma oral, e em ambas as turmas o termo “neutralização” apareceu nas respostas dadas. Os alunos foram capazes de reconhecer que durante a aula 01 nem todos conseguiam visualizar a reação entre ácidos e bases, identificaram os erros contidos nas respostas dadas, e afirmaram que após as aulas 02 e 03 da SD foi possível entender o conceito de neutralização.

A segunda parte da aula foi a parte prática. Cada grupo, em ambas as turmas, recebeu um kit com duas soluções não identificadas, uma ácida e outra básica. As soluções ácidas eram vinagre ou limão, e as soluções básicas eram água sanitária ou bicarbonato de sódio. Combinando as quatro soluções, foi possível montar quatro kits distintos. Todos os kits

vieram acompanhados de fenolftaleína como indicador, e tubetes de acrílico no lugar de tubos de ensaio de vidro. Além disso, receberam uma ficha experimental para auxiliar que se encontra no Apêndice 06.

Os grupos deveriam escolher uma das soluções, colocar no tubete. E pingar a fenolftaleína. Baseada na coloração adquirida, os alunos rotulam esta solução em ácida ou básica. Sabendo o caráter da primeira solução, automaticamente já sabem o caráter da segunda, já que em cada kit havia uma solução ácida e uma solução básica. Na figura 10 encontra-se a imagem de um kit. Em seguida, poderiam adicionar a segunda solução ao tubete até que houvesse mudança na coloração. Como o objetivo da prática é apenas qualitativa, não houve preocupação em explicitar o pH no ponto de equivalência. Na figura 11 é possível verificar uma das turmas realizando a atividade.



Figura 10. Reagentes e materiais. Fonte: da autora, 2022.



Figura 11. Turma “B” realizando a atividade. Fonte: da autora, 2022.

Abaixo foram reproduzidas as respostas dadas pelos grupos da turma “A” e da turma “B” para a pergunta 04 da ficha experimental: “Sem o indicador ácido-base seria possível

visualizar em que momento a quantidade de íons H^+ é igual a quantidade de íons OH^- ?”

Sem o indicador ácido-base seria possível visualizar em que momento a quantidade de íons H^+ é igual a quantidade de íons OH^- ?	
Grupo 01	“Não, pois sem nenhum indicador ou mecanismo para averiguar o pH o pote não alteraria a sua cor”
Grupo 02	“Não, porque ao ir adicionando você vai vendo até onde pode acrescentar ácido/base numa solução básica/ácida”
Grupo 03	“Não, porque sem ele seria impossível analisar a faixa de acidez baseada na cor.”
Grupo 04	“não, pois não haveria nada visual que revelaria esse momento “
Grupo 05	“Não. Pois o líquido não mudaria de cor”
Grupo 06	“Não, pois não conseguimos visualizar a proporção entre OH^- e H^+ a olho nu.”
Grupo 07	“Não, porque essas reações ocorrem de maneira microscópica não sendo possível averiguar o momento que aconteceu a neutralização”

Quadro 21. Respostas da turma “A” para a pergunta 04. Fonte: da autora, 2022.

Sem o indicador ácido-base seria possível visualizar em que momento a quantidade de íons H^+ é igual a quantidade de íons OH^- ?	
Grupo 01	“Não, pois não há meio de indentificar visualmente para a maioria dos líquidos, como por exemplo a água sanitaria que se encontra incolor naturalmente”
Grupo 02	“Acreditamos que não seria possível visualizar, mas seria possível saber através de cálculos.”
Grupo 03	“Não, pois muitos dos reagentes são incolores e mesmo os que tem cor não são indicadores de PH.”
Grupo 04	“nao, pois ha alguns reagentes incolores, que dificultam a visualização”
Grupo 05	“Não, pois não veríamos a mudança de coloração”
Grupo 06	“não, porque esse indicador é usado exatamente para medir”
Grupo 07	“Não, pois a mudança de coloração dá precisão a essa mudança”

Quadro 22. Respostas da turma “B” para a pergunta 04. Fonte: da autora, 2022.

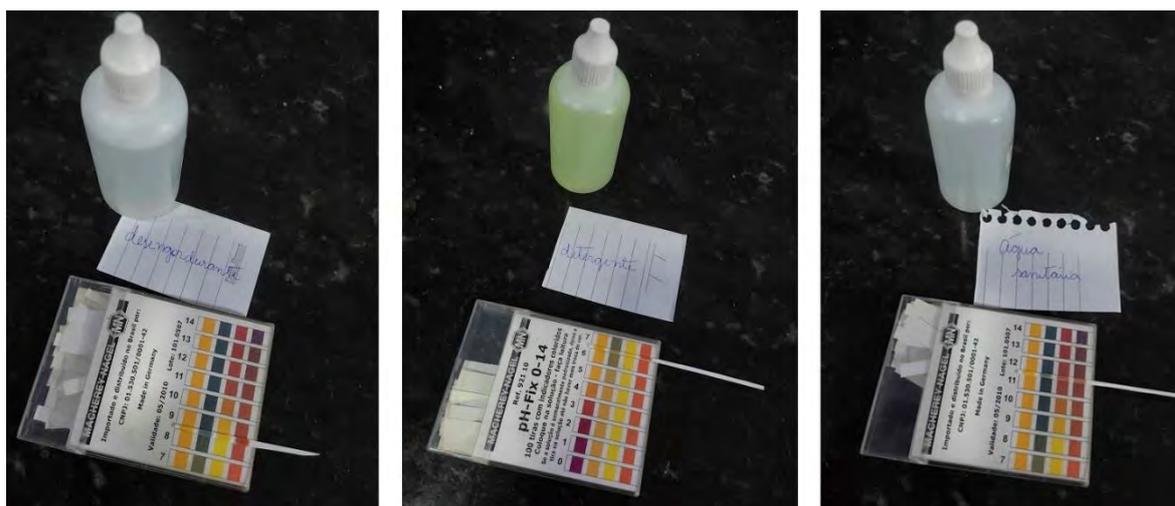
O resultado da prática foi bastante satisfatório já que os grupos perceberam a necessidade do indicador ácido-base, retificaram sua ideia inicial sobre a reação entre ácidos e bases, e se familiarizaram com os materiais e reagentes que irão utilizar para a próxima aula.

6.5 Aula 05: Aula experimental – A determinação do pH na prática

A última aula desta SD retrata a sua culminância. Foi nesta aula que os alunos precisaram usar todo o conteúdo desenvolvido ao longo das aulas anteriores. Nesta aula, os alunos escolhem aleatoriamente uma das 12 amostras não identificadas. A partir desta amostra o grupo desenvolverá duas atividades. A primeira delas consiste na determinação de uma faixa de pH para aquela amostra, medida a partir de um conjunto de indicadores ácido-base, onde a partir da interseção das cores observadas o grupo consegue fazer uma estimativa. Para validar a hipótese, ao final da primeira etapa da aula 05, a professora passa com a fita de pH e verifica se a faixa sugerida pelos alunos está de acordo com o observado.

Os grupos se organizam em círculos, e algum dos integrantes pega uma das amostras preparadas previamente pela professora. No dia anterior, as amostras foram numeradas com algarismos romanos, de I a XII, e com o auxílio da fita de pH o gabarito da atividade foi montado. A figura 12 apresenta a verificação do pH no ato do preparo das amostras.

(continua)



(continuação)

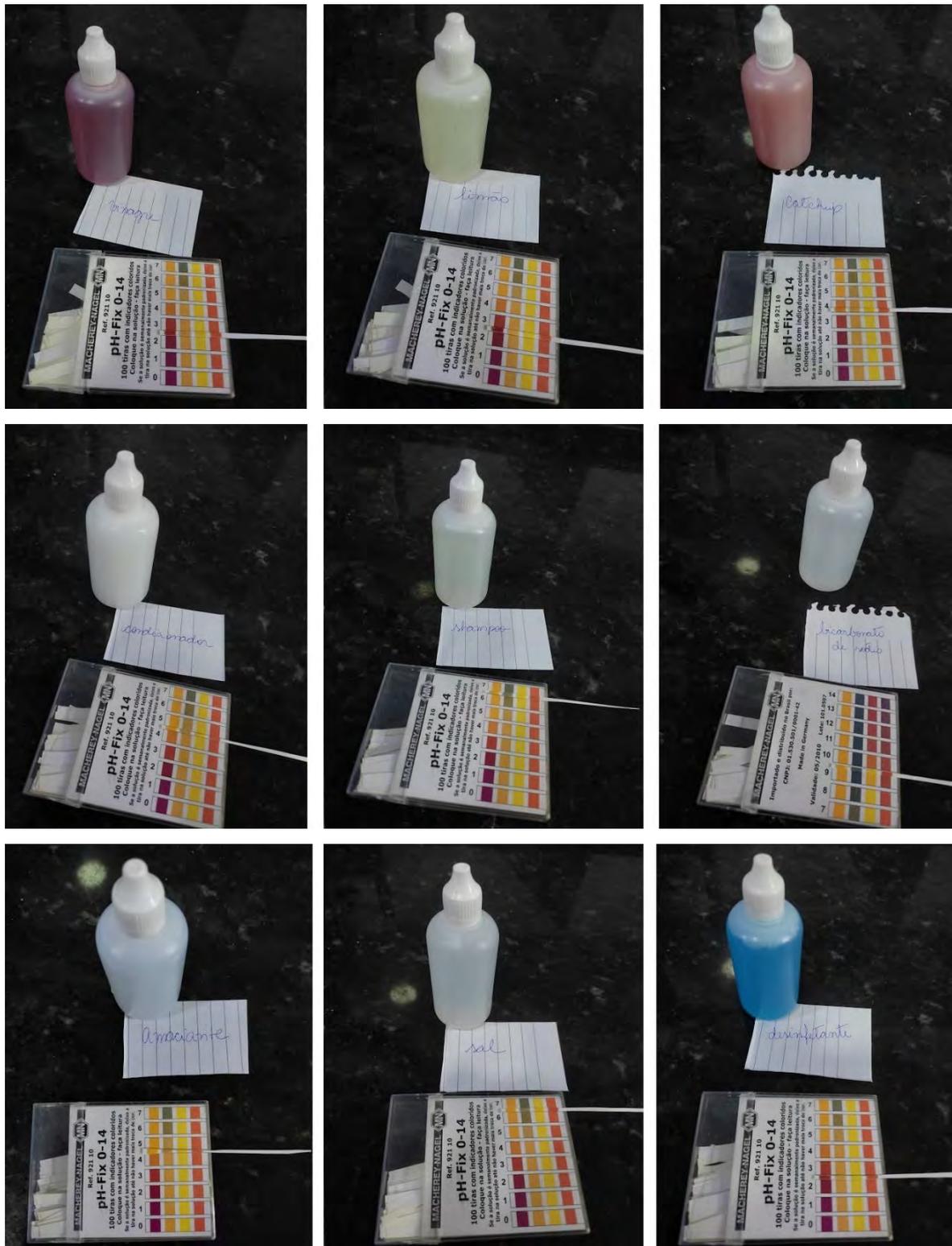


Figura 12. Preparo das amostras. Fonte: da autora, 2022.

Após a identificação do pH de cada amostra, elas foram rotuladas de I a XII, sem qualquer relação com a escala de pH como pode ser verificado nas figuras 13 e 14.



Figura 13. Amostras numeradas de I a XII. Fonte: da autora, 2022.

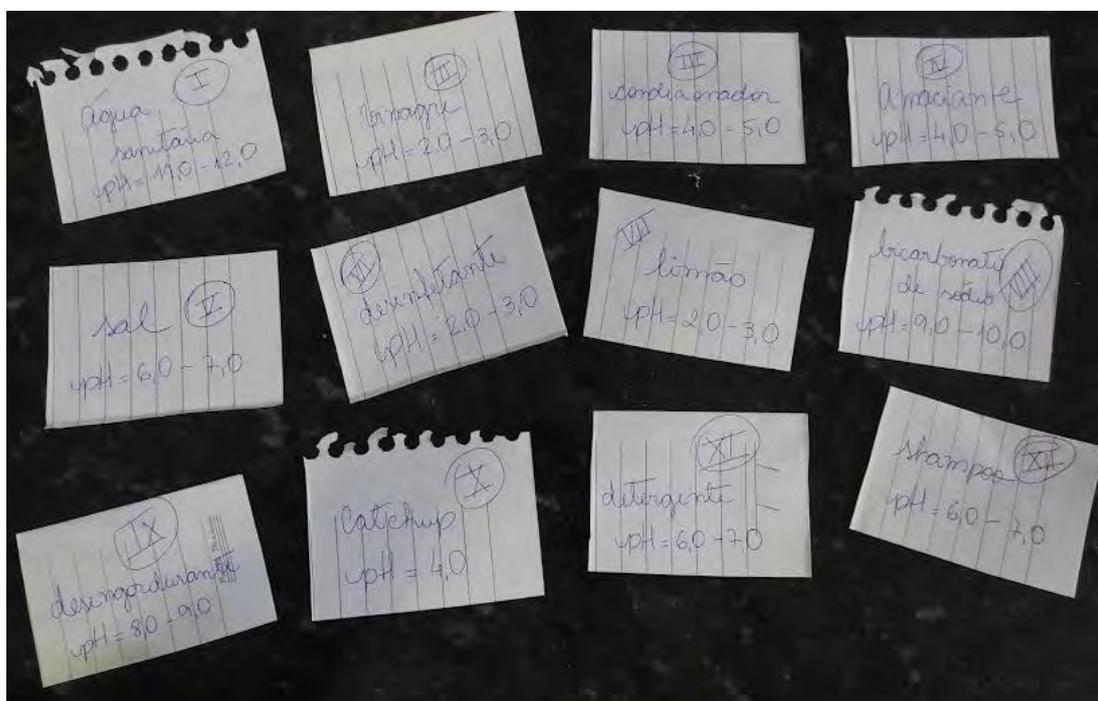


Figura 14. Relação entre a identidade das amostras e a numeração atribuída. Fonte: da autora, 2022.

Após a numeração das amostras, foi pensado no conjunto de indicadores que seria adequado para, a partir da interseção entre as cores adquiridas pelas soluções, auxiliar os alunos a encontrarem uma faixa de pH que esteja de acordo com o que foi medido previamente para aquela amostra. Para padronizar, escolheu-se três indicadores para cada amostra. Os indicadores disponíveis eram os mesmos que foram pesquisados pelos alunos na aula 03: azul de bromotimol (AB), fenolftaleína (FF), alaranjado de metila (AM),

vermelho de metila (VM) e violeta cristal (VC). Cada conjunto de uma amostra e seus três indicadores foi chamado de “kit” e cada kit recebeu a mesma numeração das amostras.

O quadro 23 representa a montagem prévia dos kits pela professora no dia anterior a aula.

Kit	Indicadores	Kit	Indicadores
I	FF/AB/AM	VII	AB/VC/AM
II	AB/VC/VM	VIII	AB/FF/AM
III	FF/AB/AM	IX	AB/FF/AM
IV	AB/AM/VM	X	FF/VC/VM
V	AB/FF/VM	XI	AB/FF/VM
VI	FF/VC/VM	XII	AB/FF/VM

Quadro 23. Relação de indicadores disponíveis para cada amostra. Fonte: da autora, 2022.

Para a montagem dos kits, os indicadores foram colocados em frascos de 3mL, com bico conta-gotas, para que os alunos pudessem ter mais facilidade na hora de manipular. Cada grupo recebe a amostra que escolheu e mais os três frascos contendo os indicadores específicos para a sua amostra. Os frascos de AM e AB foram rotulados pois as suas colorações são muito parecidas e poderiam confundir os alunos. Os demais frascos não foram rotulados pois apresentam colorações distintas, como pode ser visto na figura 15.



Figura 15. Transferência dos indicadores para os frascos conta-gotas. Fonte: da autora, 2022.

Além da amostra e dos frascos com os indicadores cada grupo recebeu também três tubetes de acrílico para que pudesse fazer o teste da amostra com os três indicadores.

Após a distribuição dos materiais e reagentes, os grupos receberam uma ficha com algumas questões pré-definidas para guiá-los com as suas observações ao longo do experimento (Apêndice 06). Em ambas as turmas, a professora explicou que o objetivo dessa primeira parte da aula era que os grupos chegassem numa faixa de pH para aquela amostra desconhecida, e que após os testes com os indicadores eles saberiam se chegaram próximo ao resultado ou não pelo uso da fita de pH. Os grupos foram orientados a não provarem as amostras, não brincarem com o conteúdo dos frascos e nem abrirem os mesmos, e não desperdiçarem os indicadores. No quadro, com o auxílio do projetor, ficou disponível durante a aula a faixa de viragem dos indicadores em uma imagem produzida pela autora, lúdica e de fácil leitura, para suporte aos alunos, apresentada a seguir na figura 16.

VIRAGEM DOS INDICADORES

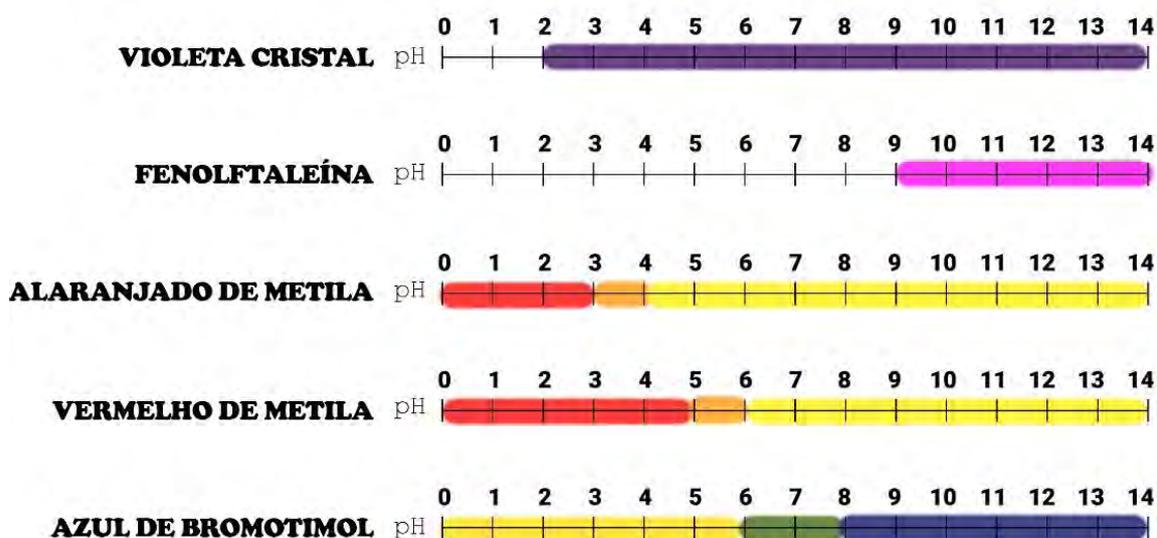


Figura 16. Viragem dos indicadores disponíveis. Fonte: da autora, 2022.

Iniciada a prática, a figuras 17 e 18 contém algumas fotos das turmas durante o primeiro momento da aula 05.

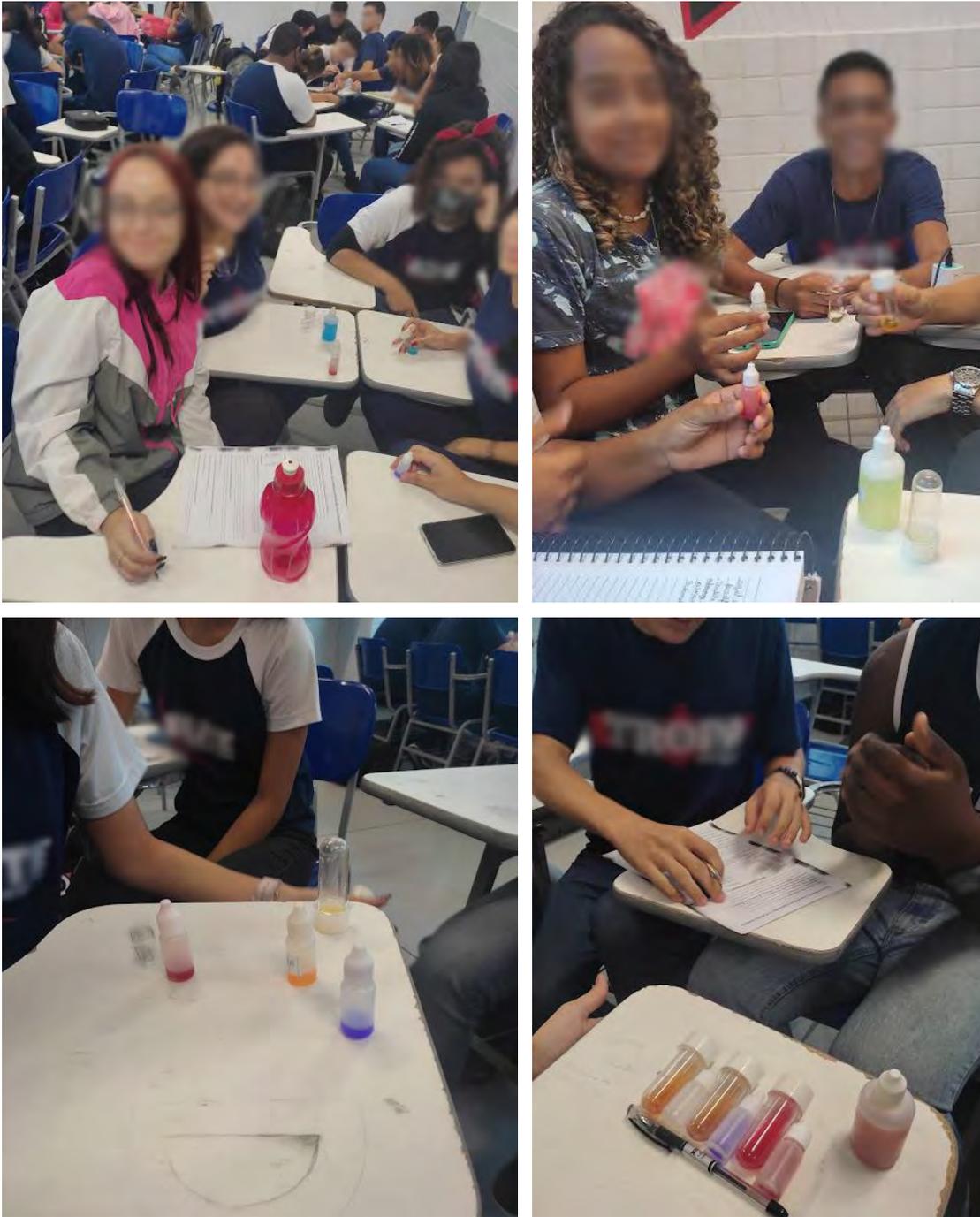


Figura 17. Turma “A” desenvolvendo a atividade. Fonte: da autora, 2022.



Figura 18. Turma “B” desenvolvendo a atividade. Fonte: da autora, 2022.

No decorrer da atividade os alunos se mostraram empolgados em poder manipular os reagentes e os indicadores. Ao caminhar pela sala e observar os grupos foi possível perceber que a maioria dos alunos estavam envolvidos com a atividade. Quando surgiam dúvidas foi possível perceber que os grupos tentaram ajudar-se entre si, e na maioria das vezes sanavam as suas dúvidas. Quando não conseguiam, então solicitavam ajuda a professora.

Os alunos realizaram a primeira parte da aula 05 sem grandes problemas. Os alunos

também se mostraram responsáveis ao manipular as amostras, e seguiram as orientações da professora sobre não fazerem brincadeiras inadequadas, e nem abrirem os frascos. A seguir estão representadas as fichas experimentais de alguns dos grupos de ambas as turmas. As primeiras fichas experimentais analisadas serão de grupos da turma “A”.

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:		Indicadores:
(I)	(VII)	<input checked="" type="checkbox"/> Fenolftaleína
(II)	<input checked="" type="checkbox"/> (VIII)	<input checked="" type="checkbox"/> Azul de Bromotimol
(III)	(IX)	<input type="checkbox"/> Violeta Cristal
(IV)	(X)	<input checked="" type="checkbox"/> Alaranjado de Metila
(V)	(XI)	<input type="checkbox"/> Vermelho de Metila
(VI)	(XII)	

Observações:

1. AB - AZUL | Básico + 7,6
2. F - Rosa Claro | 8 e 10
3. AM - Alaranjado | + 4,4

Conclusões:

Substância básica entre 8 e 10

Para que os indicadores foram usados neste experimento?

Para descobrir o pH do elemento

Sugestão de pH: 8-10

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? Sim

Ela funcionará como ácido ou como base? base

pH verificado pela fita: 8-9

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

Sim, com os indicadores só podemos ter uma aproximação do pH, porém com a fita de pH, achamos um valor exato.

Figura 19. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

Olhando para as respostas dadas pelo grupo que pegou a amostra VIII, retratada sua ficha experimental apresentada na figura 19, percebe-se que embora os alunos tenham conseguido alcançar um bom resultado, responderam que os indicadores foram usados para descobrir o pH do “elemento”. Percebe-se aqui que em algum momento não ficou claro para os integrantes desse grupo que a atividade era voltada para a análise de uma solução aquosa, ou seja, uma mistura de alguma substância com água como é o caso do bicarbonato de sódio,

ou ainda, uma mistura de substâncias com água, como é o caso da maioria das amostras, por exemplo, de desinfetante, shampoo e detergente.

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:	Indicadores:
(I) (VII)	() Fenolftaleína
(II) (VIII)	(X) Azul de Bromotimol
(III) (IX)	() Violeta Cristal
(IV) (X)	(X) Alaranjado de Metila
(V) (XI)	(X) Vermelho de Metila
(VI) (XII)	

Observações:

1. AM - As misturas ficaram amarelo - ácido
2. AS - As misturas ficaram amarelo - ácido e
3. VM - As misturas ficaram laranja - ácido

Conclusões:

Possuímos uma base.

Para que os indicadores foram usados neste experimento?

Para determinar se era base ou ácido e ver o pH.

Sugestão de pH: 4/6

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? Sim

Ela funcionará como ácido ou como base? ácido

pH verificado pela fita: 5/6

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

Não exatamente pois a fita nos disse a mesma coisa de os indicadores.

Figura 20. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

Ao analisar as respostas dadas pelo grupo que pegou a amostra IV, como verificado na figura 20, percebemos que houve alguma confusão na hora de classificar a amostra. O grupo anota em suas observações que as colorações adquiridas em contato com os indicadores sugerem pH ácido, mas afirma nas conclusões “possuímos uma base”, e logo em seguida, a sugestão de pH dada pelo grupo se encontra abaixo de 7,0.

No caso deste grupo, a SD aplicada ainda deixou dúvidas sobre a classificação de uma solução em ácida ou básica.

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:	Indicadores:
(I) (VII)	() Fenolftaleína
(II) (VIII)	<input checked="" type="checkbox"/> Azul de Bromotimol
(III) (IX)	<input checked="" type="checkbox"/> Violeta Cristal
(IV) (X)	() Alaranjado de Metila
(V) (XI)	<input checked="" type="checkbox"/> Vermelho de Metila
(VI) (XII)	

Observações:

1. Azul de Bromotimol ficou amarelo. Ácido.
2. Violeta Cristal ficou incolor.
3. Vermelho de Metila ficou Vermelho. Ácido.

Conclusões:

A substância é um ácido com o pH entre 0 e 1,8

Para que os indicadores foram usados neste experimento?

Para descobrir o pH da substância.

Sugestão de pH: 0 e 2

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? _____

Ela funcionará como ácido ou como base? Ácido

pH verificado pela fita: entre 1 e 2

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

Sim, porque com os indicadores deu um intervalo maior do que com a fita.

Figura 21. Ficha experimental de um dos grupos da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

Na figura 21 apresentamos as respostas do grupo que pegou a amostra VII. Percebe-se que o grupo conseguiu classificar a amostra corretamente, obteve êxito na faixa de pH encontrada pelo teste com os indicadores, mas não soube responder se a amostra poderia ser usada para fazer uma reação de neutralização. A SD aplicada ainda deixou dúvidas nos integrantes deste grupo sobre reações de neutralização.

A figura 22 traz as respostas de mais um grupo da turma “A”, o último dessa turma a ser apresentado na íntegra. As fichas experimentais dos demais grupos não serão apresentados aqui. A escolha das fichas experimentais que estão sendo apresentadas neste trabalho se deu a partir de erros e/ou acertos que chamaram mais atenção. O mesmo foi feito com a turma “B” no que se refere a escolha das fichas experimentais apresentadas.

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:		Indicadores:
(I)	(VII)	(X) Fenolftaleína
(II)	(VIII)	(XI) Azul de Bromotimol
(III)	(IX)	() Violeta Cristal
(IV)	(X)	() Alaranjado de Metila
(V)	(XI)	(XII) Vermelho de Metila
(VI)	(XII)	

Observações:

1. Azul de Bromotimol / Amarelo / Acido 1-6
2. Fenol / incolor / Acido / ~~base~~
3. Vermelho de metila / acido / vermelho

Conclusões:

Nossa Base Base é acida

Para quê os indicadores foram usados neste experimento?

Para identificar se o base e "ácido ou básico"

Sugestão de pH: 4,206

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? Sim

Ela funcionará como ácido ou como base? ácido

pH verificado pela fita: 5/6

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

Sim. Pois a fita tem um indicador de pH e' mais preciso

Figura 22. Ficha experimental de um dos grupos da turma "A". Fonte: da autora, 2022.

Percebe-se, pela análise das respostas dadas pelo grupo que pegou a amostra XI, algo similar com o que aconteceu com o grupo que pegou a amostra IV, alguma confusão na hora de classificar a amostra. O grupo anota em suas observações que as colorações adquiridas em contato com os indicadores sugerem pH ácido, mas afirma nas conclusões "nossa base é ácida", e logo em seguida, a sugestão de pH dada pelo grupo se encontra abaixo de 7,0. Embora o grupo tenha conseguido êxito na faixa de pH sugerida, a SD aplicada ainda deixou dúvidas sobre a classificação de uma solução em ácida ou básica.

Os demais grupos da turma "A", tiveram êxito ao sugerir uma faixa de pH para as suas amostras de acordo com o valor que foi verificado pela fita de pH, e apresentaram respostas coerentes com os dados, demonstrando que conseguiram acompanhar a SD e que

conseguiram compreender e colocar em prática os conceitos teóricos. Optou-se por não apresentar as fotos das fichas experimentais desses grupos, entendendo-se que a atividade foi desenvolvida com facilidade por eles.

A seguir serão avaliadas as fichas experimentais de alguns grupos da turma “B”.

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:		Indicadores:
(I)	(VII)	(X) Fenolftaleína
(II)	(VIII)	(X) Azul de Bromotimol
(III)	(IX)	(X) Violeta Cristal
(IV)	(X)	() Alaranjado de Metila
(V)	(XI)	(X) Vermelho de Metila
(VI)	(XII)	

Observações:

1. A amostra ficou vermelha ao entrar em contato com o Vermelho de Metila
2. A amostra permaneceu azul ao entrar em contato com o Violeta Cristal
3. A amostra permaneceu azul ao entrar em contato com o Fenolftaleína
4. A amostra apresentou um falso-verde ao entrar em contato com o Azul de Bromotimol

Conclusões:

Depois das 4 testes feitos, através das cores que se formaram, nós identificamos que a amostra era Ácido.

Para quê os indicadores foram usados neste experimento?

Para me "falar" se a amostra é Ácido ou básica.

Sugestão de pH: 4-6

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? Sim

Ela funcionará como ácido ou como base? Ácido

pH verificado pela fita: 3

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

Sim, pois ela mostra com mais exatidão, o valor do PH

Figura 23. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

O grupo que pegou a amostra VI teve dificuldade em identificar as mudanças de coloração pois a amostra era de um desinfetante azul. Ao colocarem a amostra em contato com o VC, perceberam que houve um leve aumento da coloração azul, mas ficaram na dúvida do que de fato aconteceu. Quando usaram o vermelho de metila perceberam uma coloração próxima do roxo, o que também deixou o grupo em dúvida. Após fazerem os testes

com os três indicadores previamente escolhidos, os alunos solicitaram um quarto indicador, e então receberam o azul de bromotimol. Quando fizeram o quarto teste, já que a amostra era de caráter ácido, houve deslocamento de equilíbrio do indicador para a coloração amarela, entretante, como a amostra da solução já era azul, o resultado final ficou verde. Como verde também era uma das cores que aparecia no intervalo de viragem do azul de bromotimol, o grupo teve dificuldade de perceber essa interação entre as cores. A professora precisou auxiliar o grupo, e por isso, os integrantes escreveram nas suas observações o termo “falso verde” para o indicador azul de bromotimol.

Em virtude dessa dificuldade com as cores, o grupo acabou sugerindo uma faixa de pH que não contemplava o valor de pH medido pela fita. Ainda assim, o grupo se mostrou interessado, e após a explicação da professora com relação a interação entre as cores, o grupo percebeu onde estava errando. Nas demais questões o grupo apresentou coerência entre as respostas dadas. A ficha experimental do grupo que pegou a amostra de catchup, apresentada na figura 24, é interessante pois os integrantes também sentiram dificuldade em virtude da coloração pré-existente.

(continua)

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Amostra:	Indicadores:
(I) (VII)	(X) Fenolftaleína 8-10 - 3. menor de 10
(II) (VIII)	() Azul de Bromotimol
(III) (IX)	(X) Violeta Cristal 0-1,8 5
(IV) (X)	(X) Alaranjado de Metila
(V) (XI)	(X) Vermelho de Metila 4,2 - 6,33 menor 4,2
(VI) (XII)	

Observações:

1. fenolftaleína = não mudou de cor, pH < 8
2. vermelho de metila = não mudou de cor, pH < 4,2
3. violeta cristal = não mudou de cor, pH < 1,8

Conclusões:

Substância encontrada por uma lâmina, com pH > 2

Para quê os indicadores foram usados neste experimento?

para determinar o pH e concluir se era ácido ou base

Sugestão de pH: 0,1-1,8, 1,8-3,1

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? Sim

Ele funcionará como ácido ou como base? ácido

(continuação)

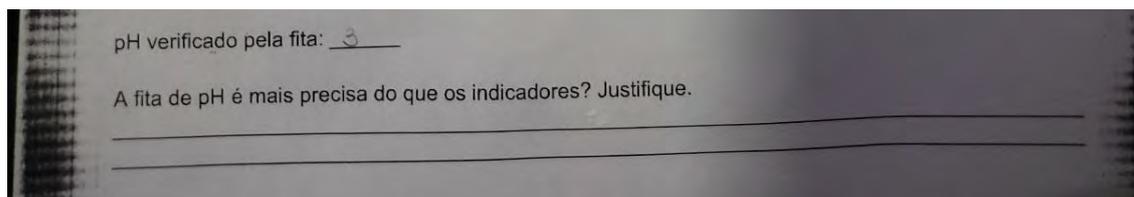
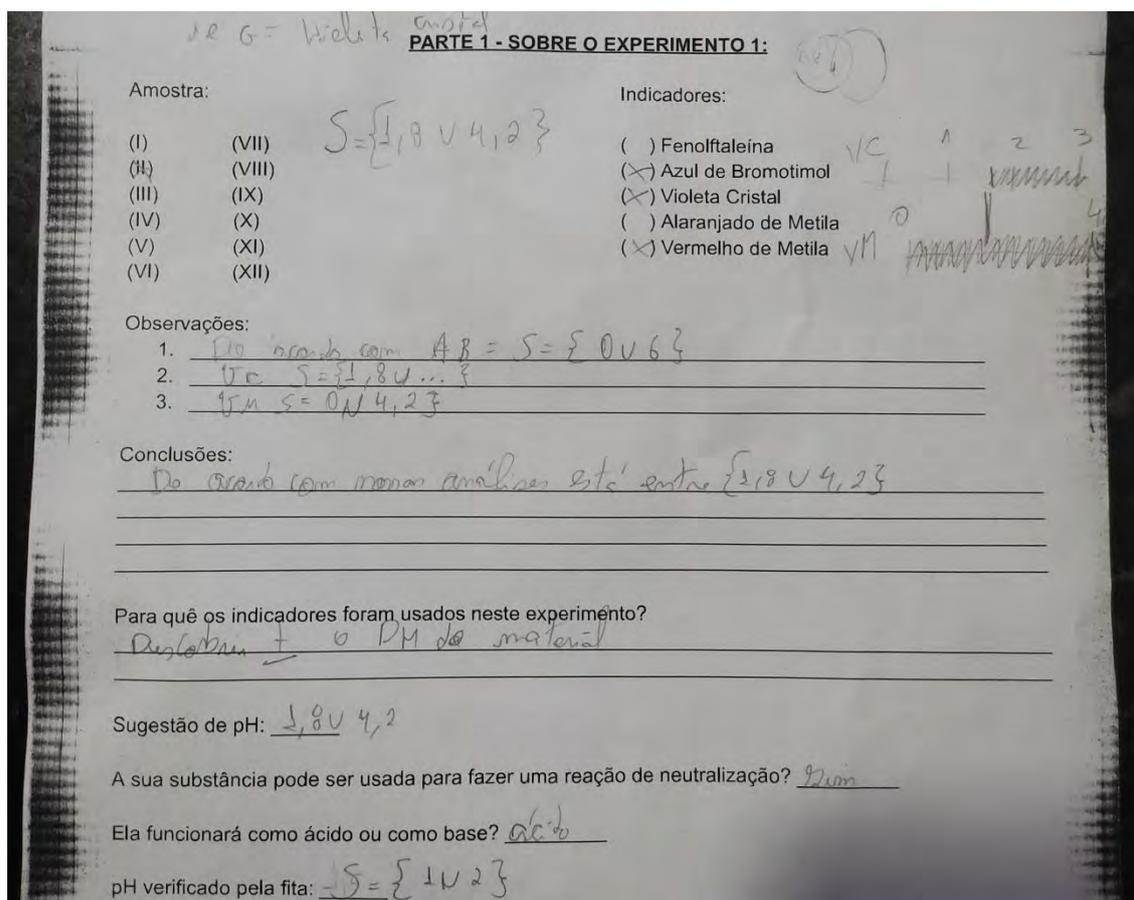


Figura 24. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

A figura 24 apresenta a ficha experimental do grupo que ficou com a amostra X. Os integrantes não conseguiram responder se a fita pH é mais precisa do que os indicadores, entretanto mostrou coerência nos dados apresentados, e conseguiu uma boa aproximação entre o pH sugerido pelo grupo e o verificado pela fita.

As duas últimas fichas experimentais da turma “B” que serão apresentadas nas figuras 25 e 26, relativas aos grupos que pegaram as amostras II e IV, demonstram que os alunos conseguiram utilizar seus conhecimentos matemáticos e aplicar na atividade proposta.

(continua)



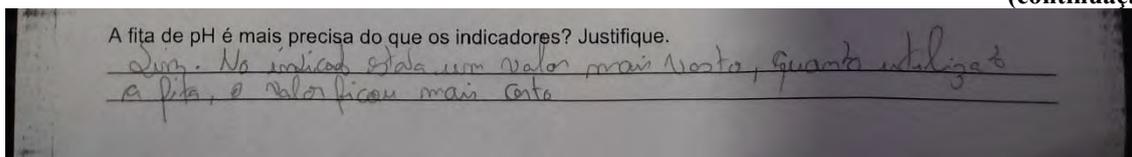


Figura 25. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

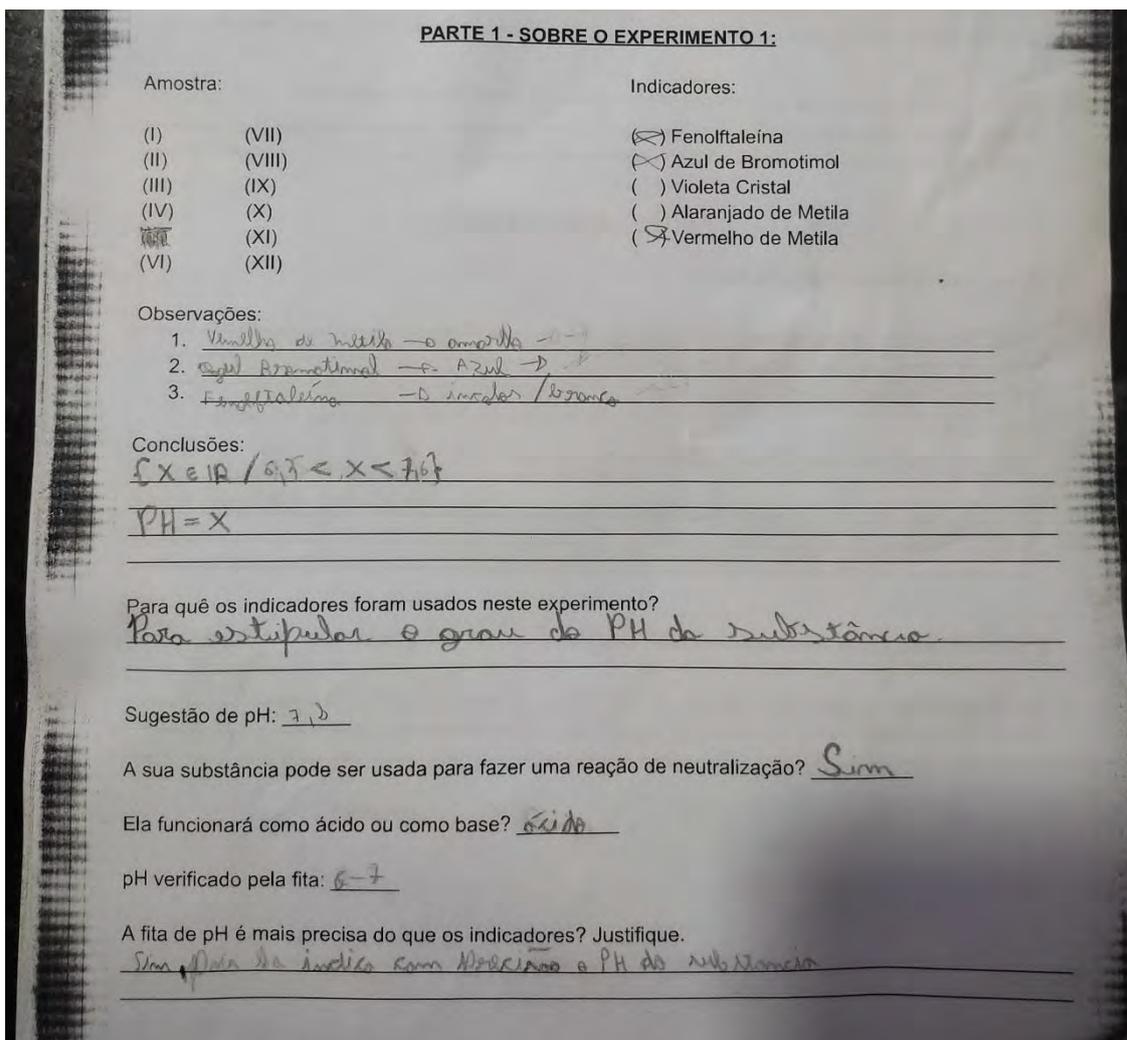


Figura 26. Ficha experimental de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

Ainda sobre as respostas dadas nas fichas experimentais apresentadas nas figuras 25 e 26, percebe-se que os alunos usaram termos como união, interseção, intervalo, solução, e isso, segundo Bachelard, demonstra uma evolução no pensamento científico desses alunos, já que um espírito pré-científico vai opor-se à informação matemática com a justificativa de que ela serve para aqueles que sabem mais calcular do que explicar um fenômeno. Os

espíritos pré-científicos usariam química para explicar química, e física para explicar física.

“Bastaria forçar um pouco as palavras dessa opinião sobre o papel da matemática na física, para encontrar a teoria epistemológica, tão apregoada em nossa época, segundo a qual a matemática *expressa* mas não *explica*. Contra essa teoria, achamos pessoalmente que o pensamento matemático forma a base da explicação física e que as condições do pensamento abstrato são doravante inseparáveis das condições da experiência científica. (BACHELAR, p. 285, 1996)”

Embora seja importante salientar essa evolução no pensamento científico dos alunos, é preciso cuidar para que eles percebam a importância dos métodos de medir, e das incertezas envolvidas nele. Os indicadores ácido-base e suas faixas de viragem colocadas na imagem que foi projetada no quadro contemplam muitas aproximações, não dispõem da exatidão das casas decimais, e dependem intimamente da visão de quem os estão utilizando. Além dos indicadores, a fita de pH não dá qualquer informação sobre casas decimais, e por isso, não era esperado, em nenhum dos métodos, que os grupos utilizassem as casas decimais.

“Medir exatamente um objeto fugaz ou indeterminado, medir exatamente um objeto fixo e bem determinado com um instrumento grosseiro, são dois tipos de operação inúteis que a disciplina científica rejeita liminarmente. (...) É preciso refletir para medir, em vez de medir para refletir. (...) Não raciocina para ver que a precisão num resultado, quando vai além da precisão nos dados experimentais, significa exatamente a determinação do nada. As decimais da conta não pertencem ao objeto. Quando duas disciplinas interferem, como a matemática com a física, é raro que os alunos harmonizem as duas "precisões". (BACHELARD, p. 262, 1996)

Os demais grupos da turma “B” alcançaram os resultados esperados e conseguiram responder às perguntas com coerência. Assim, optou-se por não apresentar aqui as suas fichas experimentais em detrimento daquelas onde seria possível fazer apontamentos acerca das respostas dadas.

Na segunda atividade da aula 05, os grupos deveriam realizar uma dinâmica e se “desafiarem”. Como os grupos já haviam realizado a prática anterior e a faixa de pH da amostra já havia sido ratificada pela fita de pH, a professora passou aos alunos a identidade de cada amostra. Os grupos deveriam então conversar entre si para descobrir as faixas de pH das amostras dos outros grupos, e encontrar duas amostras que pudessem ser usadas para uma reação de neutralização.

Na turma “A” o grupo que retirou a amostra de água sanitária desafiou o grupo que retirou a amostra de limão. Como todos os grupos da turma participaram da atividade, apresenta-se a seguir apenas uma das fichas experimentais da turma “A” para esta atividade.

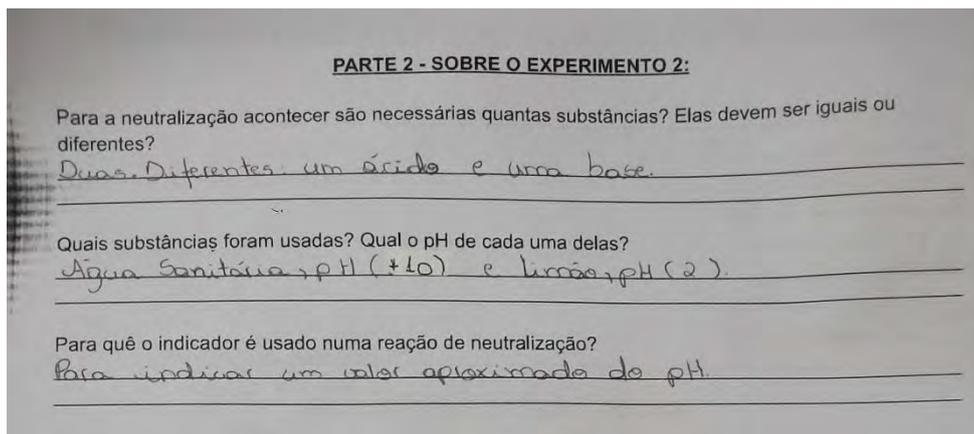


Figura 27. Ficha experimental da atividade 02 da aula 05 na turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

Na turma “B” o grupo que estava com a amostra de limão “desafiou” o grupo que estava com a amostra de bicarbonato de sódio.

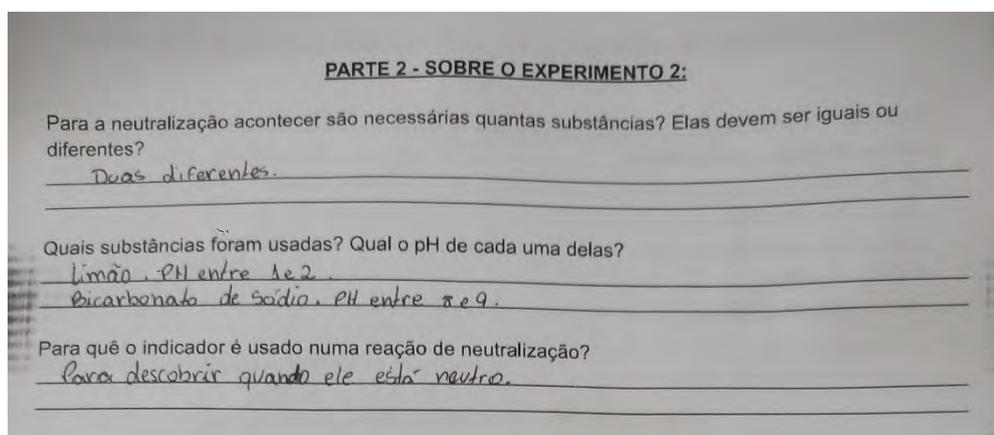


Figura 28. Ficha experimental da atividade 02 da aula 05 na turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

Em ambas as turmas, a dinâmica desafio foi realizada com sucesso. Os grupos conseguiram conversar entre si, e conseguiram realizar a neutralização.

A última parte da ficha experimental é uma pesquisa de opinião dos grupos sobre a aula prática. As respostas dadas pelas duas turmas foram parecidas. Os grupos reconhecem que ter aulas práticas com mais frequência contribuiriam no seu aprendizado, e afirmam que gostaram de ver os conceitos teóricos aprendidos sendo aplicados.

“Em todos os fenômenos, procura-se a utilidade humana, não só pela vantagem que pode oferecer, mas como princípio de explicação. Encontrar uma utilidade é encontrar uma razão. (BACHELARD, p. 114, 1996)”

A seguir são apresentadas as respostas de dois grupos de cada turma, nas figuras 29 e 30.

PARTE 3 - SOBRE A AULA:

O que você aprendeu na aula de hoje?

Como neutralizar e identificar a base e o ácido, analisar o PH das substâncias e como manipulá-las.

O que você gostou e o que você não gostou na aula de hoje?

Todas gostamos da aula, foi produtiva.

O que você acha sobre aulas experimentais? Elas contribuem no seu aprendizado? Justifique.

Contribuem pois são experiências que fazem uma prática a teoria que foi aprendida.

Figura 29. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

PARTE 3 - SOBRE A AULA:

O que você aprendeu na aula de hoje?

Como efetuar uma reação de neutralização

O que você gostou e o que você não gostou na aula de hoje?

*Amamos a dinâmica
→!*

O que você acha sobre aulas experimentais? Elas contribuem no seu aprendizado? Justifique.

Incríveis, queremos mais! Contribui muito, ver a química na aula a dia

Figura 30. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “A”. Fonte: da autora, 2022.

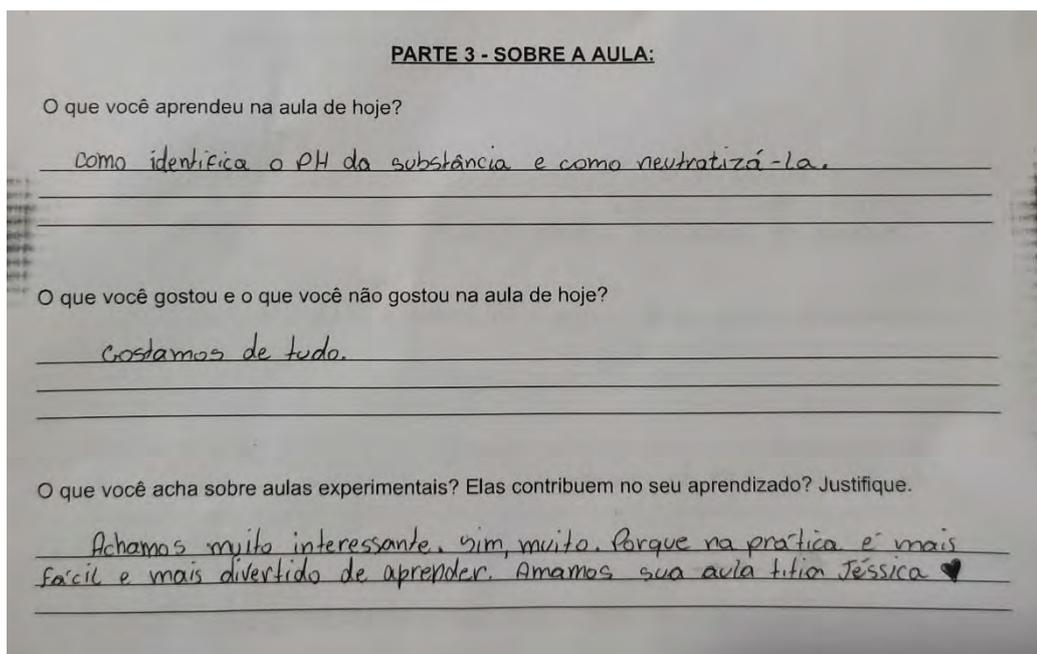


Figura 31. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

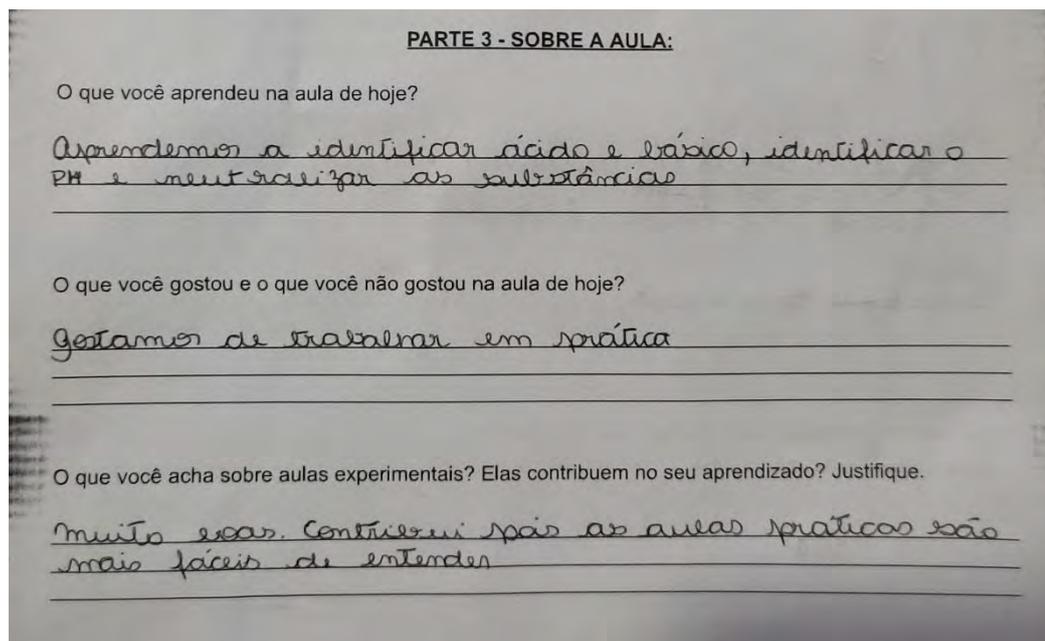


Figura 32. Parte 3 da aula 05 – sobre a aula. Resposta de um dos grupos da turma “B”. Fonte: da autora, 2022.

7. CONCLUSÃO

O contexto pós pandemia evidenciou a necessidade de repensar as metodologias utilizadas em sala de aula, uma vez que os alunos retornaram ao ensino presencial cheios de

lacunas, inseguranças, e o ambiente escolar se tornou algo novo de novo. O ano de 2022 foi repleto de surpresas e dificuldades, tanto para os professores quanto para os alunos. A Química já é tida pelos alunos como uma disciplina difícil e desconexa da realidade, então é preciso, antes de mais nada, convencer os alunos de que estes pré-conceitos sobre a disciplina podem ser desfeitos. Neste sentido, este trabalho apresentou uma proposta de superação destas dificuldades, trazendo atividades que chamem a atenção e gerem maior interesse e motivação, ancorando-se na ABE, uma metodologia ativa, que está de acordo com as ideias de Gaston Bachelard, referencial teórico adotado. Segundo o filósofo francês:

“(…) o ambiente jovem é mais formador que o velho; os colegas, mais importantes do que os professores. Os professores, sobretudo na multiplicidade incoerente do ensino secundário, apresentam conhecimentos efêmeros e desordenados, marcados pelo signo nefasto da autoridade. Os alunos assimilam instintos indestrutíveis. Seria preciso incitar os jovens, como grupo, à consciência de uma razão de grupo, ou seja, ao instinto de objetividade social, (...) em outros termos, para que a ciência objetiva seja plenamente educadora, é preciso que seu ensino seja socialmente ativo. (BACHELARD, p. 299, 1996)”

A SD proposta neste trabalho trouxe em uma das aulas, como recurso didático, uma aula pautada na HC, com o objetivo de desmistificar a ideia de que a ciência é feita por “descobertas” soltas e ao acaso. Além de estar de acordo com a epistemologia de Bachelard, a contextualização histórica também é uma preocupação da BNCC. Assim, foi possível humanizar a química, mostrando aos alunos que os conhecimentos científicos são construções histórico-sociais.

Outro ponto que buscou-se evidenciar neste trabalho, foi a necessidade de mostrar a estes alunos, nativos digitais, que as informações recebidas através das redes sociais precisam ser verificadas, e as buscas acerca de conteúdos científicos precisam acontecer em sites confiáveis. Durante a pandemia, uma imagem que foi divulgada nas mídias digitais relacionava alguns alimentos e seus valores de pH. Um alimento popularmente conhecidos por seu caráter ácido, o limão, foi trazido na imagem como um alimento alcalino. Em uma das aulas da SD proposta, os alunos puderam constatar, a partir a medição do pH de uma amostra de limão que realmente era incoerente o que estava sendo divulgado, ficando provado que a notícia era *fake news*. Segundo a BNCC, esta também é uma das competências gerais no âmbito pedagógico:

“Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento

ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.” (BRASIL, 2018, p.8, grifo da autora)

Na finalização da SD, quando os alunos foram perguntados sobre a aula prática, as respostas dos grupos estavam alinhadas, e convergiam na ideia de que se torna mais fácil aprender a teoria quando é possível vê-la na prática. Outro ponto levantado pelos alunos foi a questão do interesse, eles afirmam que foi mais divertido e o aprendizado se deu com leveza. Em muitas respostas os alunos pediram que fossem feitas mais aulas práticas, e que encontrar no dia a dia aplicação dos conteúdos dados em sala de aula foi um diferencial.

Esta pesquisa atingiu o objetivo geral, aplicando uma SD que se mostrou eficaz, apresentando o conteúdo de acidez e basicidade relacionado com o cotidiano, aliando o lúdico e a experimentação, e atingiu também os objetivos específicos, explorando a HC, estimulando a criatividade, a autonomia, o pensamento crítico, a tomada de decisão, o diálogo e a resolução de conflitos.

Durante as aulas desta SD, a maioria dos alunos esteve comprometido em contribuir com o grupo, e mesmo os alunos que costumam ser mais agitados e menos participativos envolveram-se nas atividades. A partir do que foi visto ao longo das aulas, conclui-se que a metodologia ativa se mostrou um bom instrumento motivador. Foi possível perceber que a ABE também proporcionou socialização aluno/aluno e aluno/professor, fator importante no contexto pós-pandemia, onde os alunos vêm de dois alunos de isolamento social. A professora esteve disponível para os alunos durante as aulas, se colocando como mediadora do processo, e colocando os alunos como protagonistas da construção do seu conhecimento científico.

Ao comparar o desenvolvimento das duas turmas ao longo da SD, que foi aplicada do mesmo modo em ambas, a turma “B” se mostrou mais madura em relação à turma “A”. Possivelmente o melhor desempenho da turma “B” nas atividades se deva ao fato de ser uma turma formada majoritariamente por alunos que já eram da escola onde a SD foi aplicada, e uma boa parte desses alunos optou pelo retorno ao presencial no final de 2021, quando houve a opção do modelo híbrido. Na turma “A”, a maioria dos alunos veio de outras escolas, e afirmam terem se mantido afastados das atividades presenciais ao longo do ano anterior. Estes dados corroboram a ideia de que o ensino remoto não foi efetivo para a maioria dos alunos, deixando uma defasagem de conteúdo e fazendo com que os alunos retornassem desmotivados.

O produto educacional desta dissertação é uma cartilha destinada à professores de química do ensino médio que tenham interesse em reproduzir esta SD. A proposta é flexível, pode e deve ser adaptada à realidade de cada grupo escolar, desde que não se perca o objetivo da SD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRHENIUS, S. Electrolytic dissociation. **The Journal of the American Chemical Society**, 34(4), 353–363, 1912.

BACCIOTTI, K. Direitos humanos e novas tecnologias da Informação e Comunicação: o acesso à internet como direito humano. 2014. 186f. **Dissertação (Mestrado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**, São Paulo, 2014.

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. **Rio de Janeiro: Contraponto**, v. 314, 1996.

BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 115, 2018.

BARBOSA, T. K. de F. **Equilíbrio químico em um contexto litorâneo: uma proposta de unidade didática**. 2019. 133f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BELTRAN, M. H. R. História da Ciência e Ensino: Algumas Considerações sobre a Construção de Interfaces. **Ensino de Ciências e Matemática: Análise de problemas**, orgs. Fujiwara, R.; Witter, G P. Cotia. Ateliê Editorial, 2009

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. Química geral, volume 1. 2 ed. Rio De Janeiro: **Livros Técnicos e Científicos** Editora S.A.-LTC, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação**, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

BOYLE, R. Experiments, notes, &c., about the mechanical origine or production of divers particular qualities: among which is inserted a discourse of the imperfection of the chymist's doctrine of qualities; together with some reflections upon the hypothesis of alcali and acidum. **Davis Bookfeller in Oxford**. Londres, 1675. Recuperado de: <https://archive.org/details/experimentsnotes00boyl/page/n8>

CARDOSO, A. S.; PEDROTTI-MANSILLA, D. E. . Desenvolvimento de uma Sequência Didática Investigativa Sobre Educação Ambiental na Educação de Jovens e Adultos em Lacerda-MT. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e21053, 2021.

CELESTINO, S. M. & DE SOUZA, R. Relações sociais, pandemia da COVID-19 e ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, 86(2), 45-59, 2021.

COLEMARX. Em defesa da educação pública comprometida com a igualdade social: porque os trabalhadores não devem aceitar aulas remotas. Rio de Janeiro: **PPGE, UFRJ**, 2020. Disponível em: <https://esquerdaonline.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Colemarx-texto-cr%C3%ADtico-EaD-vers%C3%A3o-final-b-1.pdf>. Acesso em abr. 2022

CORDEIRO, C. M. F. Anísio Teixeira, uma "visão" do futuro . **Estudos Avançados**, [S. l.], v.15, n.42, p.241-258, 2001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9804>. Acesso em: 22 out. 2022.

CORRÊA, J. N. P. & BRANDEMBERG, J. C. Tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de matemática em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, 8(22), 34-54, 2021.

COSTA, J. P. S; LIMA. T. S.; FIGUEIREDO; A. S.; FREITAS, A. S. Consumo de informações por estudantes de uma escola de educação de jovens e adultos: a internet como foco. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p. 47999-48018, 2021.

DEWEY, John. Vida e Educação. 8.ed. Tradução ANÍSIO S. TEIXEIRA. São Paulo: **Edições Melhoramentos**, 1973.

DIAS, É. & PINTO, F. A Educação e a Covid-19. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro. v.28, n.108, p.545-554, 2020.

DO PRADO, L., & CARNEIRO, M. C. O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na

busca pela humanização do trabalho científico. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, 18, 153-180, 2018.

FREIRE, Paulo, 1969. “Papel da educação na humanização”. Tradução de Carlos Souza. **Revista Paz e Terra**. Rio de Janeiro, 4(69):123-132, out. 1969.

GADOTTI, M. Pedagogia do oprimido como pedagogia da autonomia e da esperança. **Revista UniFreire**, Universitas Paulo Freire. Ano 6, ed. 6, p. 6-30. Dezembro, 2018.

GRAMSCI, A. Cadernos do Cárcere: temas de cultura, ação católica, americanismo e fordismo. **Rio de Janeiro: Civilização Brasileira**. v. 4. 2ª ed, 2001.

GRAMSCI, A. Escritos políticos. **Lisboa: Seara Nova**. v. 1, 1976.

KRUG, Rodrigo de Rosso et al. O “Bê-Á-Bá” da Aprendizagem Baseada em Equipe. **Rev. Bras. Educ. Med.**, Rio de Janeiro , v. 40, n. 4, p. 602-610, Dez. 2016.

LEITE, B. S. Estudo do corpus latente da internet sobre as metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino das Ciências. **Pesquisa e Ensino**, v. 1, e202012, 2020.

LIMA, C. M. C. F.; SILVA, J. L. P. B. Contribuições do Desenvolvimento Histórico-Cultural dos Conceitos de Ácido e de Base para o Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 157–191, 2020.

MACEDO, R. M. . Direito ou privilégio?: Desigualdades digitais, pandemia e os desafios de uma escola pública. **Revista Estudos Históricos**, v. 34, n.73, p. 262-280, 2021.

MANCEBO, D. Pandemia e educação superior no Brasil. **Revista Eletrônica de Educação**. v.14, jan./dez., p. 1 -15, 2020.

MANACORDA, M. A. História da Educação: da Antiguidade aos nossos dias. 12ª ed. São Paulo. **Cortez**, 2006

MOREIRA, J. A., HENRIQUES, S. & BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, 34, p. 351-364, 2020.

NEUMANN, A. L.; KALFELS, F.M.; SCHMALZ, F.; ROSA, R. L. M; PINTO, L. H. Impacto da pandemia por COVID-19 sobre a saúde mental de crianças e adolescentes: uma revisão integrativa. **Pandemias: impactos na sociedade**. Synapse editora. p. 56-67. 2020.

OLIVEIRA, T. F. de. Ensino médio integrado: uma necessidade possível para a educação pós pandemia. **Holos – IV Dossiê COVID-19 e o mundo em tempos de pandemia**. Ano 37, v.4, p.1-19, 2021.

OLIVEIRA, S. S.; TEZZI M. M. D.. O papel dos influenciadores digitais na formação da opinião pública: a indústria do posicionamento. **Revista do Instituto de Ciências Humanas**, v.17, n.27, p. 362-375, 2021.

PASQUARELLI, B. V. L., OLIVEIRA, T. B. Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 186-203. 2017.

PAULINO, J. F.; AFONSO, J. C. Da fama ao ostracismo: oito reagentes que deixaram o ambiente laboratorial. **Química Nova**, v. 44, p. 1395-1403, 2021.

PARTINGTON, J. R. **A History of Chemistry** (Volume 2). London: Macmillan, 1961.

PEREIRA, E. A; MARTINS, J. R.; ALVES, V. dos S. e DELGADO, E. I. – A contribuição de John Dewey para a Educação. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar, v.3, no. 1, p. 154-161, mai. 2009

PIMENTA, R. Investigação, educação e democracia. **Educação – História da Pedagogia**, São Paulo, fascículo 6, p. 64-73, 15 dez. 2010.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque cts para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 71-84, jan. 2007.

PRADO, Edman Weverton do. **Sequência didática e canteiros de ervas aromáticas: estratégias para aprendizagem significativa de conteúdos botânicos no ensino médio**.

Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2018.

RODRIGUES, N. C.; SOUZA, N. R.; PATIAS, S. G. O.; CARVALHO, E. T. de; CARBO, L.; SANTOS, A. F. da S. Recursos didáticos digitais para o ensino de Química durante a pandemia da Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e22710413978, 2021.

ROSA, T. F. DA; LORENZETTI, L.; LAMBACH, M. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, p. 1–26, 28 ago. 2019.

SANTOS, W. L. P. dos. LETRAMENTO EM QUÍMICA, EDUCAÇÃO PLANETÁRIA E INCLUSÃO SOCIAL. **Química Nova**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 611-620, fev. 2006.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. TOMADA DE DECISÃO PARA AÇÃO SOCIAL RESPONSÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Ciência & Educação**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 95-111, jan. 2001.

SALES, P. F. “Químiemcasa”: aspectos de um processo de ensino para a aprendizagem de Química em épocas de pandemia. **Research, Society and Development**, v.9, n.11, p.1-19, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SENHORAS, E. M. (2020). Coronavírus E Educação: Análise Dos Impactos Assimétricos. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, 2(5), 128-136.

SILVA, M. P. D., & SANTIGAO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da história da ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, 5, 48-82. 2012.

SILVA, M. L. C DA; KALHIL, J. D. B; SOUZA, M. R DE CASTRO. Metodologias ativas para uma aprendizagem significativa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5,

p. 51280-51291. Maio, 2021.

SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. **Química Nova na Escola**, v. 40, p. 33–43, 2018.

SOUZA, B. L. S.; BEZERRA, C. W. B.; SILVA, J. R. S.; CANTANHEDE, S. C. S. Cenário das publicações CTS/CTSA no ensino de química: revisão bibliográfica de publicações no portal de periódicos da CAPES/CAFÉ. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 5, n. 11, p.27267-27283, 2019

TEIXEIRA, A. Educação não é privilégio. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, n. 63, p. 3-31, 1956.

TEIXEIRA, P. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Jequié, v. 9, n. 2, p. 177-190, out. 2003.

VALENTE, G. S. C., Moraes, E. B de, Sanchez, M. C. O., Souza, D. F. de & Pacheco, M. C. M. D. O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente. **Research, Society and Development**, 9(9). 1-13, 2020.

APÊNDICES

Apêndice 01 – Questionário inicial da aula 01

Pergunta 01:

Você sabe o que são substâncias ácidas ou básicas?

- (A) SIM
- (B) TALVEZ
- (C) NÃO

Pergunta 02:

Cite algumas palavras que você pensou quando leu a questão anterior, e que você poderia relacionar aos ácidos e às bases.

Pergunta 03:

Cite uma substância ácida que você possui em casa.

Pergunta 04:

Cite uma substância básica que você possui em casa.

Pergunta 05:

Você acha que existem substâncias ácidas ou básicas que fazem bem à nossa saúde? Cite um exemplo.

Pergunta 06:

Você acha que existem substâncias ácidas ou básicas nocivas aos seres humanos? Cite um exemplo.

Pergunta 07:

O que você espera que aconteça se misturarmos um ácido e uma base?

Apêndice 02 – Link de acesso aos artigos da aula 01

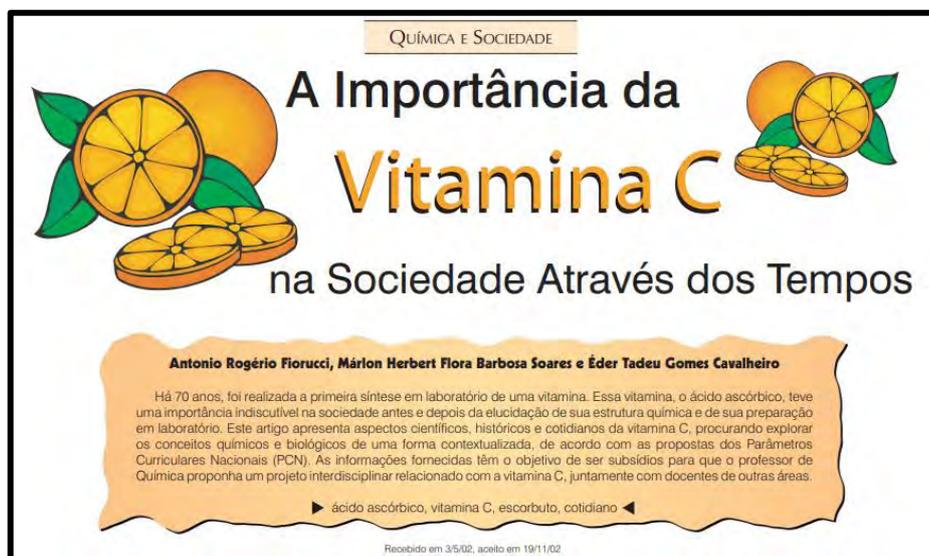


Figura 33. Capa do artigo “A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos”

Link de acesso: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a02.pdf>



Figura 34. Capa do artigo “Ácidos Orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano”

Link de acesso: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a02.pdf>

Apêndice 03 – Evolução dos conceitos de ácido-base – HC – aula 02

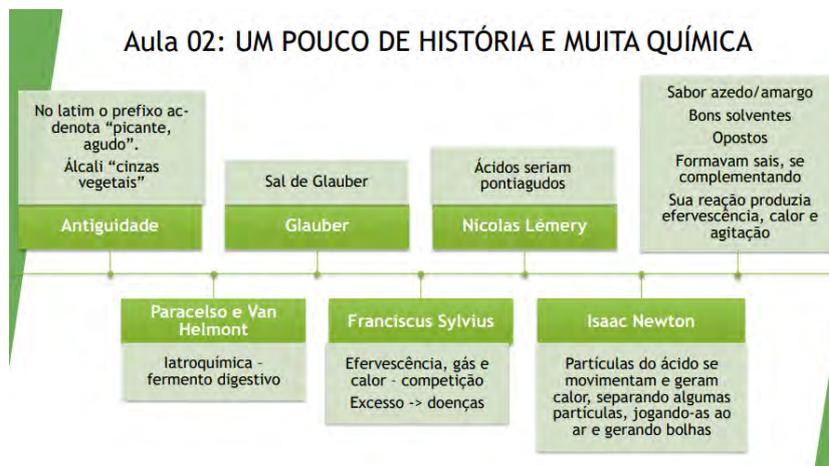


Figura 35. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte I. Fonte: da autora, 2022.

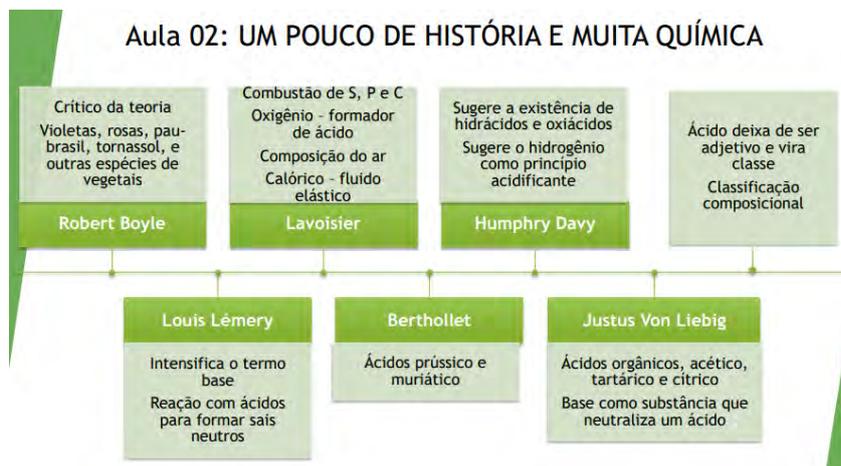


Figura 36. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte II. Fonte: da autora, 2022.

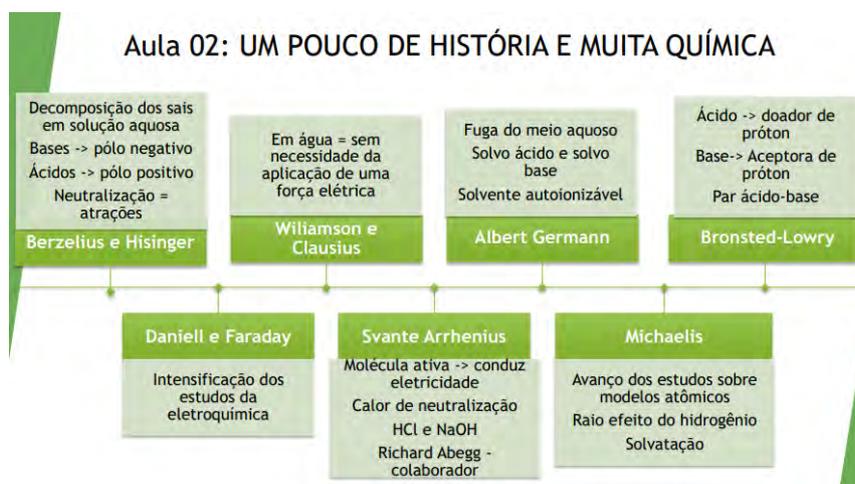


Figura 37. Evolução dos conceitos ácido-base – Parte III. Fonte: da autora, 2022.

Apêndice 04 – Questionário investigativo da aula 03

Pergunta 01:

Como funciona um indicador ácido-base?

Pergunta 02:

Para que servem os indicadores ácido-base?

Pergunta 03:

Para que serve a escala de pH?

Pergunta 04:

Existem indicadores ácido-base naturais?

Pergunta 05:

Pesquise para cada indicador abaixo sua faixa de viragem e as cores verificadas antes e depois dela.

- a) Fenolftaleína
- b) Azul de Bromotimol
- c) Alaranjado de metila
- d) Vermelho de metila
- e) Violeta Cristal

Pergunta 06:

Caracterização das amostras:

Água sanitária () ácido () básico

Vinagre () ácido () básico

Catchup () ácido () básico

Shampoo () ácido () básico

Condicionador () ácido () básico

Bicarbonato de sódio () ácido () básico

Amaciante () ácido () básico

Desengordurante () ácido () básico

Detergente () ácido () básico

Desinfetante () ácido () básico

Limão () ácido () básico

Laranja () ácido () básico

Apêndice 05 – Ficha experimental da aula 04

Primeiro passo:

Escolher uma das soluções e encher o tubete de acrílico até um terço do seu volume

Segundo passo:

Colocar 4 gotas do indicador

Pergunta 01:

Com base na coloração adquirida após o acréscimo do indicador, o grupo concluiu que a primeira amostra utilizada é () ácida / () básica.

Pergunta 02:

Para neutralização da amostra que o grupo colocou no tubete de acrílico será necessário que a segunda amostra seja () ácida / () básica.

Terceiro passo:

Ir colocando a segunda solução aos poucos para reagir com a solução colocada no tubete.

Pergunta 03:

Como o grupo percebeu que poderia parar de acrescentar a segunda solução?

Pergunta 04:

Sem o indicador ácido-base seria possível visualizar em que momento a quantidade de íons H^+ é igual a quantidade de íons OH^- ?

Apêndice 06 – Ficha experimental da aula 05

PARTE 1 - SOBRE O EXPERIMENTO 1:

Assinale o número da sua amostra.

Marque com um (X) os seus indicadores.

- (I) (VII)
- (II) (VIII)
- (III) (IX)
- (IV) (X)
- (V) (XI)
- (VI) (XII)

- () Fenolftaleína
- () Azul de Bromotimol
- () Violeta Cristal
- () Alaranjado de Metila
- () Vermelho de Metila

Observações:

1. _____
2. _____
3. _____

Conclusões:

Para que os indicadores foram usados neste experimento?

Sugestão de pH: _____

A sua substância pode ser usada para fazer uma reação de neutralização? _____

Ela funcionará como ácido ou como base? _____

pH verificado pela fita: _____

A fita de pH é mais precisa do que os indicadores? Justifique.

PARTE 2 - SOBRE O EXPERIMENTO 2:

Para a neutralização acontecer são necessárias quantas substâncias? Elas devem ser iguais ou diferentes?

Quais amostras foram usadas? Qual o pH de cada uma delas?

Para que o indicador é usado numa reação de neutralização?

PARTE 3 - SOBRE A AULA:

O que você aprendeu na aula de hoje?

O que você gostou e o que você não gostou na aula de hoje?

Com base na aula de hoje, o que você acha sobre aulas experimentais? Elas contribuem no seu aprendizado? Justifique.
