



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

CAMPUS RECIFE

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM

QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI)



HUGO DE OLIVEIRA SOUSA

**PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS
CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO**

RECIFE

2024

HUGO DE OLIVEIRA SOUSA

**PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS
CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de pós-graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências do Programa para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

RECIFE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

S725p Sousa, Hugo de Oliveira.
Proposta de abordagem para o ensino de ácidos e bases em uma sequência didática estruturada a partir da Teoria dos Perfis Conceituais: Contribuições para o livro didático / Hugo de Oliveira Sousa. – Recife, 2024.
184 f.; il.

Orientador(a): Edenia Maria Ribeiro do Amaral.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Ácidos. 2. Bases (Química). 3. Química - Ensino e estudo. I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient. II. Título

CDD 540

HUGO DE OLIVEIRA SOUSA

**PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS
CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO**

Dissertação de Mestrado apresentado ao programa de pós-graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências do Programa para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Em: / /

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Orientadora e presidente da banca) -
UFRPE

Prof. Dr. Eliemerson de Souza Sales (Examinador externo) - UFAL

Prof. Dr. Antônio Inácio Diniz Júnior (Examinador interno) - UAST-UFRPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e pelas condições que possibilitaram a conclusão deste curso. Sem Ele nada disso seria possível.

Minha esposa, Thaís Nobre, merece meu agradecimento pelo amor incondicional, pelos conselhos e pelo constante encorajamento, estando sempre ao meu lado durante toda a minha jornada. Às nossas filhas, Alice Cristina e Maria Eliza, que, mesmo crianças, entenderam e apoiaram minha dedicação ao projeto, expressei minha profunda gratidão. Seus sorrisos e paciência foram um alicerce fundamental para a realização deste sonho.

Agradeço também aos meus pais, meus sogros, meu irmão e cunhados, pelas contribuições, incentivos e, principalmente, pelas orações e amor incondicional.

Não poderia deixar de mencionar aqueles que me ajudaram ao longo da minha vida: meus colegas e amigos de profissão, Madre Aurélia, Rosciere e Paulo de Tasso (in memoriam), e meus grandes amigos Júnior Bola, Rodrigo Leão e meu compadre Alisson, que sempre acreditaram na minha capacidade de concluir esta empreitada.

Agradeço também aos amigos de pós-graduação, em especial, Cleiton, Eric, Erivaldo, Fabiano, Klebson, Luciano, Maxwell e Vinicius, que estiveram ao meu lado durante esses anos. A parceria e o apoio mútuo foram essenciais para alcançarmos nossos objetivos, sempre lembrando que “ninguém larga a mão de ninguém.”

Minha enorme gratidão se estende à minha Professora e orientadora Edenia Maria Ribeiro do Amaral. Pela paz que nos passa e por ensinar muito mais que teorias educacionais. É uma honra, ter tido a convivência da senhora por esse período.

Aos meus colegas do NUPEDICC, pelas valiosas discussões que foram essenciais para o aprimoramento e a construção deste trabalho, e aos professores Antônio Inácio Diniz Junior e Eliemerson de Souza Sales, pela confiança e por me mostrarem novas perspectivas pedagógicas, mesmo após anos de docência.

Agradeço igualmente aos funcionários e aos professores do Departamento de Química da UFRPE, pelo apoio à minha formação profissional. Por fim, um sincero agradecimento à CAPES pelo suporte financeiro e institucional, que foi fundamental para a realização deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu alcançasse o tão sonhado diploma, o meu muito obrigado!

RESUMO

A presente pesquisa teve como intuito propor uma sequência de ensino e aprendizagem sobre ácidos e bases, estruturada com base na Teoria dos Perfis Conceituais, vislumbrando como esta pode instigar uma mudança no modo em que estão dispostos esses conteúdos nos livros didáticos, visando também, promover a evolução das concepções dos estudantes e superar as dificuldades comumente encontradas nessa temática. A temática acidez e basicidade foi escolhida devido à sua relevância para a sociedade, haja vista suas aplicações e implicações no mundo que vivemos. Assim, utilizamos o perfil conceitual de substância proposto por Silva e Amaral (2013), adaptada para ácidos e bases apresentado por Silva e Amaral (2016 e 2020). A sequência didática consistiu na aplicação de oito aulas, elaboradas seguindo o Losango Didático de Méheut, que busca estabelecer um equilíbrio entre o conhecimento científico e a prática pedagógica, e foi ministrada nas aulas de Química em uma turma de 1ª Série do Ensino Médio numa escola pública estadual localizada na cidade de Pombal, no alto sertão paraibano. A coleta de dados, com a premissa de observamos a emergência das zonas do perfil conceitual durante as aulas, se deu através de questionários, anotações e gravações em áudio, os quais, após análise, foram também categorizadas e organizados em planilhas do Microsoft Excel®, para geração de gráficos e melhor entendimento. O questionário final, desenvolvido com base nas diretrizes de Viggiano e Mattos (2007), contemplava diversas zonas do perfil conceitual, permitindo um acompanhamento das mudanças na compreensão dos estudantes ao longo da sequência didática. Os resultados mostraram uma mobilização significativa das zonas do perfil conceitual dos estudantes ao longo da aplicação da sequência didática. Observou-se uma transição das zonas mais intuitivas e generalistas para zonas mais científicas, como as empiristas, racionalistas e relacionais. A abordagem didática desempenhou um papel crucial na evolução das concepções dos estudantes, pois, foram eficazes em promover uma compreensão mais profunda e integrada dos conceitos de ácidos e bases sem recorrer diretamente a memorização de fórmulas nem a separação de tópicos, como comumente se apresenta nos livros didáticos. Temos, então, que a estruturação e aplicação de uma sequência didática baseada na Teoria dos Perfis Conceituais constitui uma ferramenta eficaz para melhorar o ensino e a aprendizagem de conceitos químicos, implicando na necessidade de se repensar a organização dos conteúdos em livros didáticos e a importância de estratégias pedagógicas que conectem o conhecimento científico com o contexto dos estudantes.

Palavras-chave: Acido. Base. Perfil Conceitual. Proposta didática.

ABSTRACT

The present research aims to propose a teaching and learning sequence about acids and bases, structured based on the Conceptual Profile Theory, envisioning how this can instigate a change in the way these contents are arranged in textbooks, also aiming to promote the evolution of students' conceptions and overcome the difficulties commonly found in this theme. The theme of acidity and basicity was chosen due to its relevance to society, given its applications and implications in the world we live in. Thus, it was used the conceptual profile of substance proposed by Silva and Amaral (2013), adapted for acids and bases presented by Silva and Amaral (2016 and 2020). The didactic sequence consisted of the application of eight classes, developed following Méheut's Didactical Rhombus, which seeks to establish a balance between scientific knowledge and pedagogical practice, and was taught in Chemistry classes to a 1st year High School class in a public school located in the city of Pombal, in the upper hinterland of Paraíba. Data collection, with the premise of observing the emergence of conceptual profile zones during classes, it was carried out through questionnaires, notes, and audio recordings, which, after analysis, were also categorized and organized in Microsoft Excel® spreadsheets for graph generation and better understanding. The final questionnaire, developed based on the guidelines of Viggiano and Mattos (2007), contemplated various zones of the conceptual profile, allowing for a monitoring of changes in students' understanding throughout the didactic sequence. The results showed a significant mobilization of students' conceptual profile zones throughout the application of the didactic sequence. A transition was observed from more intuitive and generalist zones to more scientific ones, such as empiricist, rationalist, and relational zones. The didactic approach played a crucial role in the evolution of students' conceptions, as it was effective in promoting a deeper and more integrated understanding of acid and base concepts without directly resorting to memorization of formulas or separation of topics, as commonly presented in textbooks. We have, then, that the structuring and application of a didactic sequence based on the Conceptual Profile Theory constitutes an effective tool to improve the teaching and learning of chemical concepts, implying the need to rethink the organization of contents in textbooks and the importance of pedagogical strategies that connect scientific knowledge with the students' context.

Keywords: Acid. Base. Conceptual Profiles. Didactic Proposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo do PNLD	30
Figura 2 - Estruturando diferentes modos de pensar sobre ácido/base a partir do perfil de substância.....	40
Figura 3 - Losango didático.....	43
Figura 4 - Losango didático adaptado	44
Figura 5 - Relações conceituais das teorias ácido-base comumente estudadas	53
Figura 6 - Exemplo de uma reação de equilíbrio químico e a expressão da constante	54
Figura 7 - Relação K_a , pK_a e força ácida.....	55
Figura 8 - Força ácida e básica e suas constantes.....	55
Figura 9 - Relação entre as concentrações dos íons hidrônio e hidróxido e do pH e pOH a 25 °C	56
Figura 10 - Propriedades ácido-base de alguns íons em solução aquosa	57
Figura 11 - Caminho para identificar o caráter ácido ou básico de uma solução salina	57
Figura 12 - Equilíbrio químico do indicador fenolftaleína.....	59
Figura 13 - Vol.1 do livro didático de química e proposta curricular do ensino médio adotado pelo Governo do Estado da Paraíba.....	63
Figura 14 - Imagem dos textos motivadores	75
Figura 15 - Imagem dos vídeos motivadores.....	76
Figura 16 - Cores dos indicadores em meio ácido e básico.....	76
Figura 17 - Montagem final do experimento.....	78
Figura 18 – Execução das misturas	78
Figura 19 - Escala de pH (a 25°C).....	79
Figura 20 - Fake news envolvendo pH e coronavírus	79
Figura 21 - Mudança de coloração dos indicadores em relação ao pH	80
Figura 22 - Cálculo de pH de forma “direta”	81

Figura 23 - Efeito da mudança da concentração no pH.....	81
Figura 24 - Comportamento ácido ou básico de alguns grupos de substâncias em relação a água.....	82
Figura 25 - Interação ácido-básico	83
Figura 26 - Expressão da constante de equilíbrio.....	86
Figura 27 - Relação constante de equilíbrio e acidez/basicidade	87
Figura 28 - Valores de constante de equilíbrio de algumas substâncias	87
Figura 29 - Equilíbrio químico simplificado para a fenolftaleína.....	88
Figura 30 - “Fases” do deslocamento de equilíbrio.....	89
Figura 31 - Emergência das zonas do perfil conceitual na aula 01	101
Figura 32 - Emergência das zonas do perfil conceitual das aulas 02 e 03.....	103
Figura 33 - Emergência das zonas do perfil conceitual das aulas 04 e 05.....	109
Figura 34 - Emergência das zonas do perfil conceitual no questionário final.....	118
Figura 35 - Emergência das zonas do perfil conceitual ao longo da sequência didática	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégias que podem ser adotadas no ensino de química	20
Quadro 2 - Habilidades BNCC trabalhadas na pesquisa	28
Quadro 3 - Compromissos que norteiam as zonas de um perfil conceitual	33
Quadro 4 - Aprendizagem conceitual segundo a Teoria dos Perfis Conceituais	35
Quadro 5 - Zonas do perfil conceitual de substância	36
Quadro 6 - Embasamento teórico das zonas do perfil conceitual de substância exemplificados	37
Quadro 7 - Modos de pensar e zonas do perfil conceitual de substância Associados a temática	41
Quadro 8 - Quadrantes do Losango Didático	45
Quadro 9 - Interação Perfil Conceitual e o Losango Didático	46
Quadro 10 - Livros didáticos de química aprovados nos três últimos PNLD	62
Quadro 11 - Acidez e basicidade nos livros didáticos escolhidos e na proposta paraibana	64
Quadro 12 - Visão geral da SD	74
Quadro 13 - Algumas reações onde ocorre a formação de H_3O^+ e de OH^- em meio aquoso	82
Quadro 14 - Visões diferentes acerca do comportamento ácido do HCl em água	84
Quadro 15 - Relação da fala dos estudantes e as zonas do perfil conceitual (aula 01)	99
Quadro 16 - Escritos dos grupos e as zonas mobilizadas (aula 02)	103
Quadro 17 - Falas dos estudantes e zonas mobilizadas nas aulas 04 e 05	108
Quadro 18 - Questionário final - Quantitativo de respostas dos estudantes e zonas do perfil conceitual	117

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA.....	16
2.1.1	O que dizem os documentos oficiais	16
2.1.2	As dificuldades do ensinar e aprender química	18
2.1.3	Estratégias didáticas mais adotadas no ensino de química	19
2.1.3.1	<i>Modelagem</i>	21
2.1.3.2	<i>Experimentação</i>	22
2.2	O LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA E O PNLD	24
2.2.1	O currículo e o livro didático	25
2.2.2	O Programa Nacional do Livro Didático	29
2.3	TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS.....	31
2.3.1	O perfil conceitual de substância e sua adaptação para ácidos e bases	36
2.4	PERSPECTIVA DE MÉHEUT E A SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM	43
2.4.1	Integrando a Teoria do Perfil Conceitual e a perspectiva de Méheut	46
2.5	ABORDAGEM DE ÁCIDOS E BASES	47
2.5.1	Os conceitos de ácidos e bases	48
2.5.2	Acidez e basicidade pela ótica do equilíbrio químico	53
2.5.3	Como os livros didáticos abordam	59
2.5.4	Como os professores abordam	65
2.5.4.1	<i>“O que” ensinar, ao invés de “como” ensinar</i>	66
3	METODOLOGIA	69
3.1	ABORDAGEM QUALITATIVA.....	69
3.1.1	Os atores e o lócus da pesquisa	70
3.2	DESENHO DA SEQUENCIA DIDÁTICA	70
3.3	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA AULA A AULA	73
3.4	COLETA E ANÁLISE DE DADOS DA SD.....	91
3.4.1	A coleta de dados	91
3.4.2	A análise dos dados	92

3.4.3	Ética na pesquisa.....	92
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	94
4.1	ANÁLISE DA AULA 01 - CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES E ENGAJAMENTO COM A TEMÁTICA.....	94
4.1.1	Análise da atividade 01.....	95
4.2	ANÁLISE DAS AULAS 02 e 03 - EXPERIMENTAÇÃO	101
4.2.1	Análise da atividade 02.....	102
4.3	ANÁLISE DAS AULAS 04 e 05 - CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA	104
4.3.1	Análise da atividade 03.....	107
4.4	ANÁLISE DAS AULAS 06 e 07 – ENRIQUECIMENTO DAS IDEIAS RELACIONAIS DA TEMÁTICA: ACIDEZ / BASICIDADE E O EQUILÍBRIO QUÍMICO (IÔNICO)	110
4.5	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL (aula 08)	112
4.5.1	Análise comparativa.....	120
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
	REFERÊNCIAS.....	126
	APÊNDICE A	
	APÊNDICE B	
	ANEXO A	147
	ANEXO B	148
	ANEXO C	149
	PRODUTO EDUCACIONAL	

1 INTRODUÇÃO

Em sua organização curricular, tem-se observado ao longo dos anos, que o Ensino Médio apresenta um currículo pragmático, trazendo informações que terminam quase sempre resultando em um aprendizado trabalhoso, inconsciente e automatizado. Entretanto, buscando formar o estudante para a tomada de decisão e de fato exercer sua cidadania, o conhecimento conceitual estudado deve permitir fazer-se uma relação com o cotidiano, não o isolando, para que desta forma possa-se compreender mais amplamente o contexto social no qual está inserido (Santos, 2007). Neste interim, tem-se como objetivo, então, segundo Santos e Schnetzler (2003), que os conhecimentos conceituais estruturados a partir das inter-relações entre os aspectos macroscópicos, teóricos e representacionais, tragam uma contextualização e interação e não acabem por si mesmos, e sim que conduzam a pensamentos mais amplos, ou seja, aqueles que envolvam vários aspectos da vida do estudante.

Temos em linhas gerais, que a Química se debruça sobre o estudo das propriedades e transformações dos materiais, logo, quando se dá ênfase ao estudo excessivo de fórmulas, nomenclaturas ou equações químicas, estamos indo contra a própria gênese da química, pois, é como se "os nomes das coisas antecedessem ou substituíssem sua compreensão" (Lima e Barboza, 2005). Ainda segundo as autoras alguns conceitos químicos trazem ideias estruturadoras, sendo "aquelas que potencializam nosso pensamento e nossa capacidade de relacionar, sintetizar, e propor explicações a partir daquilo que já se conhece", um exemplo é a ideia de reação química e de substância. Desse modo, podemos associar os conceitos relativos a temática ácidos e bases como estruturantes devido sua importância para o entendimento científico e histórico do conhecimento químico, bem como atrela-lo a outros conteúdos, o que de certa maneira admite e encoraja as transformações científicas, pois, pode corroborar para o entendimento de muitos fenômenos químicos nas mais diversas áreas do conhecimento, sejam elas, sociais, ambientais ou tecnológicas.

Segundo Sá e Silva (2008), a abordagem dos conhecimentos conceituais, sem a devida contextualização e sem nenhuma relação com a vivência e concepção prévia dos estudantes, seria um dos vários fatores da dificuldade na aprendizagem da química, logo, "a mudança pedagógica está condicionada à concepção do

professor de seu papel mediador no processo de construção de conhecimento”. Assim, a temática ácidos e bases está intrinsecamente relacionado a historicidade (Bellás *et al.*, 2019) pois, no compasso de sua formação, foram influenciados pelos meios sociais, econômicos e políticos, o que informa que os conhecimentos conceituais de química, não se encontram soltos, isolados do seu contexto, mas sim de mãos dadas ao bem da sociedade de forma geral.

A Química, deste modo, de acordo com os documentos oficiais, em particular a BNCC (2018) e anteriormente aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002), não está desconectada das questões sociais, econômicas e políticas, pois é uma ferramenta de formação e transformação humana que amplia os espaços culturais e a autonomia para o desempenho da cidadania, e assim, o conhecimento químico será alavancado como um dos meios de interpretar e interferir no mundo e relacionar-se com muitos aspectos da vida em sociedade e isto de certo modo vem sendo trazido em alguns livros didáticos dos últimos anos, após termos mais pesquisas na área de educação em química neste período.

Há de se buscar, então, ir além das estratégias de ensino para os conteúdos dispostos nos livros didáticos, ou seja, é permitir-se pensar “o que ensinar” ao invés do “como ensinar”, e assim, propor uma mudança na dinâmica e sequência destes, partindo daquilo que tenha relevância para a sociedade, como é o caso dos conhecimentos sobre acidez e basicidade, que vai muito além da simples memorização de fórmulas, teorias ou nomenclaturas, tornando-se fundamental para muitas aplicações em nossa sociedade. Esta nova abordagem se faz necessária, pois, a fragmentação dos conhecimentos conceituais geralmente apresentadas nos livros didáticos do ensino médio e espelhada na prática docente, acaba muitas vezes por não integrar o conhecimento científico, e assim, tende por afastar os estudantes da aprendizagem científica.

O ensino de ácidos e bases frequentemente é estruturado de maneira que os tópicos são apresentados de forma contínua, um após o outro, construindo um entendimento gradual à medida que se avança no conteúdo e ignorando a historicidade da ciência. Estudantes têm dificuldades em distinguir entre substâncias de comportamento ácido ou básico, bem como entendimento que acidez e basicidade é algo relacional e não estrutural, e confundem as teorias de Brønsted-Lowry e Arrhenius e frequentemente acreditam erroneamente que as reações entre ácidos e bases sempre produzem soluções neutras. Esses problemas conceituais

não se limitam aos estudantes, pois atingem os professores que quase sempre seguem a sequência de conteúdos abordadas no livro didático. A complexidade do ensino de ácidos e bases exige uma compreensão integrada de diversos conceitos incluindo a natureza das partículas da matéria, estrutura atômica e ligações químicas (Nascimento e Santos, 2019; Santos e Neto, 2021).

Dado este cenário e pensando na ideia de mobilização, de mudança, temos que a mola propulsora deste projeto é que por meio das zonas do perfil conceitual de ácidos e bases (Silva e Amaral, 2016 e 2020), superar tais dificuldades, sendo viável guiar o ensino e monitorar de maneira mais próxima o progresso na compreensão que os estudantes têm da temática em questão, isso porque, ao identificar as concepções iniciais dos estudantes, pode-se planejar atividades que enriqueçam seu perfil conceitual, ou seja, alguns modos de pensar e formas de falar vão ficando mais bem elaborados, sem contudo ocorrer o abandono das concepções prévias dos mesmos. Logo, podemos observar *in loco* a importância da união entre pesquisa e prática, para o desenvolvimento de estratégias didáticas que tendem a ser mais eficazes.

Essa heterogeneidade do pensamento também é inerente a ciência e em particular citando ácidos e bases, temos que:

a ciência não é a realidade, é uma descrição possível sobre ela. A diferença entre os conceitos de ácido e base deixa claro isso. Uma nova conceituação não surgiu por ser “errada”, mas sim por ter limitações ou não se adequar a um determinado contexto, o que não a “inviabiliza” para o contexto inicial. Por isso ainda usa-se os diversos conceitos a depender dos objetivos (Nunes et al., 2015, p. 56).

Com isso, temos que a dificuldade dos estudantes em construir uma compreensão mais robusta e significativa dos conceitos de ácidos e bases, devido à abordagem tradicional fragmentada e muitas vezes descontextualizada, apresentada na prática docente e principalmente nos livros didáticos, motivou esta pesquisa.

Nos referimos neste trabalho a uma abordagem didática na qual a temática ácidos e bases seja integrada em diferentes contextos, relacionando-a aos diversos aspectos dos conteúdos que conversam com a temática. Assim, a abordagem se destaca por não enfatizar diretamente os tópicos tradicionais de química, como, “ácidos e bases na química orgânica” e “equilíbrio iônico”, por exemplo, mas em vez disso, usar a temática como ferramenta para um entendimento mais amplo dos

diversos conteúdos de Química, apresentando-a de forma “única”, como um tópico central, e não em diferentes momentos como ainda é abordado nos livros didáticos, desse modo, então, coloca-se como fundamento o que se deve ensinar, em contraponto a como se deve ensinar a temática.

Considerando o exposto, esta dissertação de mestrado tem como norte estruturar uma Sequência de Ensino e Aprendizagem sobre ácidos e bases levando em consideração as principais dificuldades apontadas na literatura em relação aos conceitos apresentados, assim como também, os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre estes conceitos, bem como a minha experiência de mais de vinte anos de docência no ensino médio e fundamental. Sendo assim, traçamos agora os objetivos da nossa pesquisa a seguir explicitados.

Objetivo geral

Propor e validar uma abordagem didática para o ensino de ácidos e bases estruturada em uma sequência didática com base na Teoria dos Perfis Conceituais, visando a produção de textos para o livro didático.

Objetivos específicos

- Estruturar uma sequência didática para a abordagem de ácidos e bases considerando diferentes modos de pensar sobre esses conceitos, ou seja, considerando a heterogeneidade da linguagem.
- Analisar a emergência das zonas do perfil conceitual de ácidos e bases nas falas dos estudantes no decorrer da sequência didática.
- Validar as estratégias didáticas propostas a partir da aquisição de zonas conceituais com zonas mais complexas do perfil.
- Sistematizar as estratégias propostas em uma sequência didática desenhada que possa se constituir como recurso de ensino para aulas sobre ácidos e bases.

A sequência didática pretende – tendo a temática acidez e basicidade e utilizando dos pressupostos da Teoria dos Perfis Conceituais e das ideias de Méheut

– a partir da vivência, apontar possibilidades de estruturar um processo de ensino e aprendizagem mais efetiva do ponto de vista de uma aprendizagem com significado. Com isso visamos promover uma alteração da maneira pela qual se aborda a temática, tanto nos livros didáticos como na prática docente, que deve estar atrelada ao modo com que tais conhecimentos são tratados no ensino médio.

Esperamos que a proposta apresentada contribua para o enriquecimento do perfil conceitual dos estudantes, tornando as aulas mais dinâmicas, os conhecimentos conceituais menos fragmentados e, de fato, contextualizados, onde ocorra uma mudança significativamente verdadeira na maneira como vemos a disposição dos conteúdos, visando sempre uma melhoria na educação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No decorrer deste capítulo, serão expostas as contribuições teóricas que tendem a constituir as bases para a elaboração e desenvolvimento desse trabalho. A divisão feita, traz fundamentos teóricos relativos ao: Ensino de Química, os perfis conceituais, os aportes teóricos dos conceitos de ácido e base, e a abordagem da temática nos livros didáticos e pelos professores de química no ensino médio.

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA

Apresenta-se neste item, as reflexões acerca do ensino bem como suas dificuldades e a necessidade de sobrepô-las na relação com a aprendizagem de química. Identicamente mostra-se que trazendo para mais próximo do estudante um conhecimento mais vívido (contextualizado) e transpondo velhas práticas docentes (simples memorizações, por exemplo), pode-se ter um melhor aprendizado em química, e como isto de certo modo se apresenta nos documentos oficiais.

2.1.1 O que dizem os documentos oficiais

Com foco na reformulação do currículo escolar, o Brasil iniciou em 1990 uma reforma educacional que fez parte de um esforço mais amplo para melhorar a qualidade da educação no país, e como resultado houve a publicação de diversas diretrizes e referências curriculares (DCN, DCNEM, PCN, PCNEM, PCN+, OCN, OCNEM) como parte das políticas educacionais para implementar tais reformas (Soares Junior e Romero, 2020). Pois, como bem colocado por Kato e Kawasaki (2011), os conhecimentos conceituais tratados na educação formal, ao se afastarem da premissa dos seus contextos e produção científica e mostrados de forma isolada e fragmentada, foram o norte necessário para que se buscasse relacioná-los ao conjunto de soluções-problemas que o originaram, trazendo assim, uma visão científica mais social, tecnológica e ambiental.

Corroborando com o exposto, Torres e Costa (2007), indicam que nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) “é reforçada a

noção de que educar é para a vida, com forte ênfase na formação para o mundo produtivo, estimulando a Escola à reflexão e à discussão dos impactos dessas transformações na formação dos jovens”. A ideia de temas transversais citadas nestes documentos traz à tona uma mudança centrada nos conteúdos e não no método de ensino em si (Ferreira e Wortmann, 2007). Ainda ressaltam que:

Entre os documentos analisados, o editado em 2006 é o que mais “explicita” a orientação sobre os conteúdos a serem trabalhados, organizando-os em dois eixos: Conhecimentos químicos, habilidades, valores da base comum e Conhecimentos, habilidades e valores relativos à história, à filosofia da Química e às suas relações com a sociedade e o ambiente. Além disso, apenas nesse documento, há um item sobre metodologia de ensino, mas mesmo assim essa não é a principal questão, a ênfase das orientações recai sobre as temáticas e os assuntos que devem ser ensinados. (Ferreira e Wortmann, 2007 p. 1)

Ao pensar deste modo, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN, 2013) para a Educação básica, propõem que é preciso “romper com a centralidade das disciplinas nos currículos e substituí-las por aspectos mais globalizadores e que abranjam a complexidade das relações existentes entre os ramos da ciência no mundo real”. Para tal, o texto preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), debate sobre a ideia de os estudantes adquirirem as competências (conceitual e procedimental) e as habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), “atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”.

Conforme consta nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM, 2016), deve-se ocorrer uma reforma da prática curricular, desde: a decisão do que será ensinado; como será ensinado; como se avaliar, pois, assim, poderemos vislumbrar mudanças mais significativas na educação e na sociedade como um todo.

Por meio da integração das ciências biológicas, físicas e químicas, a nova BNCC para o Ensino Médio reconhecida em 19 de dezembro de 2018 define

[...] competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BNCC, 2018 p. 547).

Segundo a BNCC (2018), a aprendizagem valoriza a aplicação dos conhecimentos em situações reais, pois, é importante que os estudantes aprendam a usar tais conhecimentos para resolver problemas reais do mundo. Isso pode ser feito através de atividades práticas, projetos de pesquisa, ou até mesmo debates sobre temas atuais. Ao fazer isso, os estudantes tornam-se mais ativos e participantes na sociedade, desenvolvendo habilidades valiosas para o futuro. Por esta ótica, a integração da vida do estudante ao cotidiano escolar abordada na BNCC, pode ser entendida como a síntese do que sempre se discutiu há décadas no âmbito, dos Parâmetros Curriculares Nacionais, das Orientações Curriculares Nacionais e das Diretrizes Curriculares Nacionais.

2.1.2 As dificuldades do ensinar e aprender química

Os obstáculos epistemológicos, segundo o poeta e filósofo francês Gaston Bachelard (1996), seriam de forma geral uma "resistência do pensamento ao pensamento", e no ensino das ciências da natureza há de se tentar sobrepor inúmeros destes, pois, agem como uma espécie de bloqueio impedindo que a estruturação do espírito científico ocorra, resultando em uma não-aprendizagem.

Desse modo, Barcellos *et al.* (2010), examina que alguns elementos como: dogmatização, matemática excessiva, pragmatismo (compreensão objetiva e unitária) do conhecimento e impedimento de questionamentos, obstacularizariam a articulação e a interrupção entre o conhecimento científico e o do senso comum, bloqueando novos saberes. Assim, ao herdar conceitos preliminares, haveria um bloqueio para as mudanças de novos conceitos. De acordo com o National Joint Committee on Learning Disabilities – NJCLD (1990), a designação de DA (dificuldades de aprendizagem) estaria associada a um termo geral “que se refere a um grupo heterogêneo de transtornos manifestados por dificuldades significativas na aquisição e uso da escuta, da fala, leitura, escrita, raciocínio ou habilidades matemáticas”. Quando em debate, as DA, podem ocorrer em todos ou apenas em um conhecimento particular. Alguns fatores alavancados podem ser, a apatia do

professor frente ao conhecimento prévio do aluno e de domínio de teorias, ou até mesmo o contexto social e carga efetiva do discente (Silva e Eichler, 2016).

Ao pensarmos na área da química, temos que esta desempenha um papel fundamental na análise e entendimento dos impactos causados pelas atividades humanas no meio ambiente e na sociedade em geral, assim, o conhecimento químico é de extrema importância para a economia global (Meneses e Nuñez, 2018). Porém, há dificuldades em se aprender estes conhecimentos químicos pelos estudantes, devido estes terem que se movimentar entre níveis de linguagem “macroscópico (observacional), microscópico (atômico - molecular) e o representacional (símbolos, fórmulas e equações)” (Caamaño, 2007, apud Meneses e Nuñez, 2018). Mortimer e Machado (2000, p. 276) argumentam que “do ponto de vista didático, é útil distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional”.

Além destes, há obstáculos epistemológicos observados no campo conteudista da química, como por exemplo, ao que diz respeito ao termo aromaticidade/aromático, referindo-se a um grupo de compostos que tem o anel benzênico, onde sabe-se que este conceito sofreu diversas alterações ao longo dos anos, e ainda assim está presente nos livros didáticos, sendo reproduzido pelos professores nas aulas (Santos *et al.* 2010).

Como a química apresenta sua maneira própria de atuação de visão do mundo, os estudantes a veem de uma forma distinta, assim, a alfabetização científica se dará, ao tentar compreender seus métodos e linguagem próprias, podendo-se ir além do conhecimento teórico-conceitual e entendendo melhor o mundo que os cerca (Milaré *et al* 2010). Ao se respeitar a raiz cognitiva do estudante, deixando de lado excessos e dogmas, aliado a uma preparação melhor do professor bem como do melhor entendimento do conhecimento científico, os obstáculos epistemológicos e por conseguinte as DA, podem ser de certa forma superados ou minimizados.

2.1.3 Estratégias didáticas voltadas para o ensino de química

Em linhas gerais podemos citar, segundo Lima (2018), a importância do papel do professor como um guia que orienta os estudantes na jornada do aprendizado, haja visto que essa tarefa não é simplória, especialmente em disciplinas que podem ser desafiadoras, como a Química, portanto, o professor pode (e deve) empregar uma variedade de estratégias de ensino para facilitar o processo de aprendizado dos estudantes. Anastasiou e Alves (2010, p. 71) apud Viera *et al.* (2018), colocam que as estratégias visam à

consecução de objetivos, portanto, há que ter clareza sobre onde se pretende chegar naquele momento com o processo de ensinagem. Por isso, os objetivos que norteiam devem estar claros para os sujeitos envolvidos – professores e alunos – e estar presentes no contrato didático, registrado no Programa de Aprendizagem correspondente ao módulo, fase, curso, etc...

Neste cenário, é essencial reconhecer a relevância de diversas metodologias de ensino, visando aprimorar a educação ao abordar as lacunas remanescentes e abrir novas possibilidades para aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem, como é o caso da abordagem CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) que tem se tornado uma tônica no ensino de química (Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007).

Quadro 1 - Estratégias que podem ser adotadas no ensino de química

Estratégia	Resumo	Exemplo de aplicação
Resolução de problemas	Os alunos são desafiados a resolver problemas relacionando-o com o conhecimento químico. Isso pode ajudar a promover o pensamento crítico e a compreensão dos conceitos químicos.	Inicia-se com uma questão-problema do tipo: "Como recuperar o chumbo evitando que contamine os corpos d'água?".
Modelagem	Faz-se o uso de modelos para representar conceitos químicos, tendendo a deixar os conceitos mais concretos e fáceis de entender.	Se utilizar de modelos de moléculas para ensinar ligações químicas (inter e intramoleculares e geometria).
Jogos e simulações	A utilização de jogos ou simulações pode tornar o aprendizado de química mais divertido e envolvente.	Pode-se usar um jogo de tabuleiro para ensinar sobre os elementos químicos.
Tecnologias educacionais	As tecnologias educacionais, como softwares, aplicativos, podcasts, quizzes e vídeos, podem ser utilizadas para ensinar	Pode-se utilizar aplicativos de reações químicas que envolvam

	química, tornando o aprendizado mais acessível e personalizado.	as transformações abordadas na aula.
Experimentação	A realização de experimentos visa ajudar a promover a aprendizagem ativa e a compreensão dos conceitos químicos.	A aula pode incluir um experimento acerca de ácidos e bases.

Fonte: do autor

Para o nosso trabalho, que o foco diz respeito a “o que ensinar”, não nos aprofundaremos em tais estratégias, porém, convém comentarmos brevemente duas destas que, consideramos inerentes para o entendimento da temática:

2.1.3.1 Modelagem

Um modelo é desenvolvido com o objetivo de se fazer com que se entenda, estude, explique ou preveja algo relacionado ao que está sendo representado, logo, essa representação é criada com um propósito específico em mente, isso significa que um modelo é uma maneira de representar algo, como uma ideia, um objeto, um evento, um processo ou um fenômeno (Souza e Justi, 2010). Ainda segundo os autores, os modelos são construídos e tem sua etapa de validação, “tendo em vista que as teorias e hipóteses produzidas pela ciência não estão acabadas. Elas constituem explicações provisórias, que buscam contemplar as evidências disponíveis da melhor maneira possível”.

No que tange ao ensino de química tem-se inúmeros trabalhos que dizem respeito a utilização da modelagem como um suporte valioso na aprendizagem do conhecimento químico (Prado *et al.*, 2022). Alguns deles são:

- Modelagem molecular e equilíbrio químico
- Modelagem no estudo de ligação químicas
- Utilização do ChemSketch (modelagem 2D e 3D de moléculas)

Pensando deste modo, a modelagem é uma ferramenta que permite aos professores representar conceitos químicos de forma concreta e visual. Isso pode

ajudar os estudantes a entender melhor esses conceitos, mesmo que eles sejam abstratos ou complexos. Além disso, esse tipo de abordagem pode tornar as aulas mais dinâmicas e envolventes, pois, tendem a estimular a curiosidade e a participação dos estudantes.

2.1.3.2 Experimentação

O surgimento da química se deu da observação dos fenômenos naturais, onde se construíram modelos e conceitos a partir do viés experimental, portanto, as aulas experimentais são importantes para a melhoria do processo de ensino aprendizagem (Merçon, 2003). Logo, em relação a experimentação no ambiente escolar, pode-se observar que:

As práticas escolares (experimentos) respondem a vários propósitos: familiarizar-se com os fenômenos, ilustrar um princípio científico, desenvolver atividades práticas, contrastar hipóteses, investigar; e que, em geral, são estas práticas que respondem àqueles que têm menos presença nas salas de aula, quando são elas que os ajudam a aprender (Izquierdo, M.; Sanmartí, N. e Espinet, 1999).

Desse modo, Angotti (1992), observou que com o intuito da construção do conhecimento científico pelo aluno, a prática experimental deve almejar uma construção pessoal e se distanciar de uma atividade puramente mecânica. Com isso, reforça-se o enlace entre a teoria e a realidade, ocorrendo uma troca entre o conhecimento científico teórico e o experimental, visando uma organização dos fenômenos e experimentos conforme a realidade (Arruda e Laburu, 1998). Então, segundo Bizzo (2002 p.75) apud Bueno e Kovaliczn (2009):

(...) o experimento, por si só, não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor, se necessário, uma nova situação de desafio.

Silva e Costa (2009), citam as várias maneiras de se propor a atividade experimental: investigativas / problematizadoras, demonstrativas / ilustrativas;

tradicionais / convencionais e, de reelaboração conceitual. Nesta última os autores indicam que ela ocorre de tal forma a promover a evolução conceitual dos alunos. Sendo assim, Guimarães (2009), afirma que a prática experimental não deve ser enviesada a sempre reproduzir algo esperado, haja visto que pode ocorrer algo que não condiz com o especulado, e assim o próprio aluno pode vir a testar suas hipóteses, confrontando-a com o que é aceito e explicado pela ciência.

Pelo seu poder de gerar controvérsia e discussões no ambiente escolar, e também pelas diversas perspectivas exigidas, a experimentação, pode então, reduzir as dificuldades existentes no aprendizado (Cunha *et al.*, 2012). Assim, no ensino de ciências, segundo Alonso-Tapia e Pardo (2006), esta estratégia pode ser um eficiente recurso para a criação ou resolução de problemas reais que permitam a contextualização.

As dificuldades alegadas pelos professores para não utilizar as práticas experimentais, incluem falta de tempo para cumprir todo o conteúdo curricular exigido, ausência de laboratórios adequados, poucos caminhos que conectem a teoria com os experimentos, e mesmo quando há laboratórios, a presença deles não garante a realização de atividades experimentais de qualidade (Silva, Machado e Tunes, 2011).

A experimentação traz várias contribuições, incluindo motivação e interesse dos alunos, trabalho em grupo, desenvolvendo a iniciativa e habilidades de tomada de decisões, aprimoramento da capacidade de observação e registro, análise de dados e formulação de hipóteses para fenômenos, além do aprimoramento das habilidades práticas em laboratório (Oliveira, 2010). Conforme aludido, há uma necessidade de se utilizar meios que despertem o interesse dos estudantes, sendo a experimentação um destas estratégias, visto que, como já colocado, estes apresentam complicações para a compreensão e a absorção dos conteúdos, pois o binômio professor-aluno é na maioria das vezes o mesmo do século passado.

Como suporte para alguns experimentos envolvendo o conhecimento químico, (em especial ao tema do nosso trabalho), Santos, Martin e Pavan (2012), e Cuchinski, Caetano e Dragunski, (2010), citam os indicadores ácido-base, os quais são substâncias orgânicas de caráter ácido ou básico fracos, que em contato com soluções de características ácidas ou básicas, podem ter sua coloração alterada.

Como colocado por Palácio, Olguin e Cunha (2012), a mudança de cor notada quando corantes naturais interagem com soluções ácidas e retornavam a sua cor ao interagir com soluções básicas, foi observado por Robert Boyle ainda no século XVII. Muitas plantas podem apresentar pigmentos que podem vir a ser utilizados como indicadores ácido-base, o que indica, que não é necessário algo muito sofisticado para a realização das práticas no ambiente escolar (Guimarães, Alves, Filho, 2012; Yamaguchi *et al.*, 2020). Acerca das aulas experimentais com uso de indicadores tem-se que:

Aulas experimentais com indicadores de pH naturais estão se revelando como um oportuno recurso didático alternativo utilizado para ensinar a titulação em aulas práticas. [...] Normalmente, os indicadores usados em laboratório são artificiais, como fenolftaleína, azul de bromotimol e laranja de metila. [...] O mais famoso indicador natural é o extrato de repolho roxo. (Catapan *et al.*, 2022 p 17695)

Temos então, de acordo com Berton *et al.* (2018), que a ideia dos experimentos na prática educacional traz uma melhor noção da relação micro-macro dos fenômenos, e no tocante a temática acidez/basicidade, a abordagem com indicadores pode ser útil para explicar outros conhecimentos conceituais, como equilíbrio químico e reatividade. Atualmente, existem muitos indicadores ácido-base disponíveis, cada um com suas próprias características e faixa de pH, sendo utilizados em uma variedade de aplicações, incluindo a determinação do pH de soluções e a titulação ácido-base, por exemplo.

Conforme o exposto neste subitem, o uso de experimentos se confunde com o próprio desenvolvimento da ciência, e utilizar-se deste meio nas práticas educativas pode ser valioso, pois, seu uso tende a tornar a aula mais dinâmica podendo levar o estudante a ampliar suas ideias e concepções sobre a temática.

2.2 O LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA E O PNLD

Nesta parte do nosso trabalho, colocamos um olhar acerca dos livros didáticos de Química do Ensino Médio, haja visto que dentre as várias ferramentas didáticas disponíveis, o livro didático ocupa um lugar relevante na prática dos educadores, pois serve como uma base curricular de referência. E em relação a essa referência,

Choppin (2004 p. 553) coloca que o livro didático “constitui um suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário rico dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações”. Devido estes parâmetros torna-se mister discutirmos alguns aspectos desta ferramenta.

2.2.1 O currículo e o livro didático

Devido a sua grande importância na caminhada do ensino e aprendizagem, os livros didáticos tem despertado um elevado interesse entre os pesquisadores das mais diversas áreas nas últimas décadas (Passos, 2007). Logo, a escolha do livro didático é uma ferramenta de grande valor no processo educacional, pois, na grande maioria das vezes é o único material utilizado na prática docente, sendo ainda um espelho dos valores da sociedade à luz da ciência e como esta demonstra seu conhecimento, isto mostra também um viés político e cultural do livro didático (Freitag, Motta e Costa, 1989).

Pode não ser tão sedutor quanto às publicações destinadas à infância (livros de histórias em quadrinhos), mas sua influência é inevitável, sendo encontrado em todas as etapas da escolarização de um indivíduo: é cartilha quando alfabetização; seleta, quando da aprendizagem da tradição literária; manual quando do conhecimento das ciências ou da profissionalização adulta, na universidade (Lajolo e Zilberma, 1999, p. 121)

Porém, não podemos falar do livro didático sem abrir um espaço para falarmos brevemente sobre o currículo, que segundo Varago e Sousa (2022), “a própria essência do que se entende como currículo implica a ideia de uma cultura “organizada” por certos critérios para a escola”. Ainda segundo os autores, o currículo, refere-se ao conjunto de conteúdos, práticas e objetivos educacionais, e é moldado e influenciado por diversas instâncias, como comportamentos didáticos, políticos, administrativos e econômicos. Essas influências estão enraizadas na sociedade e, muitas vezes, não são explicitadas, ficando ocultas por trás das decisões curriculares.

O currículo escrito é uma representação documental do que é ensinado e aprendido no sistema educacional. Ele serve como um registro das diretrizes e conteúdos educacionais propostos em determinado contexto e período de tempo (Varago e Sousa, 2020). Desta forma, podemos entender que

O currículo escrito estabelece a lógica e a retórica da matéria, o que aparece é apenas o aspecto mais tangível, abrangendo padronização de recursos, meios financeiros, exames, iniciativas correlatas e interesses de carreira. Nesta simbiose, é como se o currículo escrito oferecesse um roteiro para a retórica legitimadora da escolarização, à medida que esta mesma retórica fosse promovida através de padrões para alocação de recursos, atribuição de status e classificação profissional (Goodson, 2013, p. 21).

Por tornar possível o processo de ensino-aprendizagem, o currículo desempenha um papel de núcleo no projeto pedagógico e é importante ressaltar isto (Santos, 2010). Como reforço ao exposto, temos que:

O currículo é a ligação entre a cultura e a sociedade exterior à escola e à educação; entre o conhecimento e cultura herdados e a aprendizagem dos alunos; entre a teoria (ideias, suposições e aspirações) e a prática possível, dadas determinadas condições (Sacristán, 1999, p. 61).

Pensando desta forma, “o currículo não é um elemento neutro de transmissão do conhecimento social. Ele está imbricado em relações de poder e é expressão do equilíbrio de interesses e forças que atuam no sistema educativo em um dado momento” (Santos, 2010, p. 2641).

O currículo de química no Brasil tem suas origens no início do século XIX. Segundo Varago e Sousa (2020), buscava-se uma certa organização, e surge, então, “em 1837 o Colégio Pedro II, idealizado para servir de modelo estrutural às demais unidades de educação formal do país, contendo disciplinas científicas em seu currículo”, porém, as disciplinas de natureza ainda estavam relegadas em relação aos estudos acerca da área de humanidades.

Conforme Silva, Alves e Andrade (2019), o ensino no Brasil teve um histórico de reformas muitas vezes motivadas por mudanças sociais e políticas. No início do século XX, o número destas era alto, o que demonstrara a necessidade de cada uma suprir o que se faltava na ou nas anteriores. A primeira grande reforma do ensino no

Brasil foi a Reforma Luis Alves / Rocha Vaz (1925), que foi responsável por dois pontos: extinção da vigência de exames que preparavam para os cursos superiores, e, após mais de meio século do início do ensino de Ciência no país, separou-se as disciplinas de Química e Física. Outra grande reforma do ensino no Brasil foi a Reforma Capanema (1942-1946), que foi responsável pelo estabelecimento de leis orgânicas. Ainda segundo os autores, foi nesta reforma que os livros didáticos de química passaram a dar ênfase a conteúdos como: tabela periódica e radioatividade, por exemplo, em detrimento de outros.

Silva, Alves e Andrade (2019), colocam que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1961 também foi um importante reforma do ensino, pois, estabeleceu as diretrizes e bases da educação nacional com a inclusão de maior tempo para ciências. A ditadura militar que governou o Brasil de 1964 a 1985, também teve um impacto significativo no ensino do país, pois promoveu um ensino mais voltado para o mercado de trabalho e menos para a formação do cidadão crítico, apontado pela reforma na LDB de 1971.

Após a redemocratização do Brasil em 1985, o ensino passou por uma série de reformas, como a Lei 9.394 de 1996, que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, tornando o “Ensino Médio parte da Educação Básica e com características finalistas” (Varago e Sousa, 2020 ; Silva, Alves e Andrade, 2019), que instituiu os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM – 1997-2000), e os PCN+ (2002), nos quais eram citadas as três grandes áreas “Linguagens, Códigos e suas Tecnologias”; “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” e “Ciências Humanas e suas Tecnologias”; e posteriormente, a Lei 13.415/2017 que traça a nova rota a ser seguida pelo Ensino Médio, contemplando a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) que foi publicada em 2017 (Varago e Sousa, 2020), e tendo texto final em 2018 (tudo isto em meio a uma derrocada democrática no nosso país). Silva *et al.* (2019, p. 51) apud Varago e Sousa (2020), indicam que esta nova proposta com “ênfase na unificação do ensino no Brasil – Base Nacional Curricular Comum (BNCC) – enfatiza que comuns são as aprendizagens essenciais, mas não os currículos, sendo resguardadas as autonomias para a construção destes”.

Então, como já comentado anteriormente, a BNCC no tocante ao Ensino Médio, diz respeito a “competências e habilidades que permitem a ampliação e a

sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental”, e deste modo, utilizamos as referidas habilidades na nossa escola, bem como algumas destas foram trabalhadas com os estudantes na nossa pesquisa e estão expostas no quadro a seguir:

Quadro 2 - Habilidades BNCC trabalhadas na pesquisa

Habilidades BNCC	O que indica?
(EM13LP28) Organizar situações de estudo e utilizar procedimentos e estratégias de leitura adequados aos objetivos e à natureza do conhecimento em questão.	A importância de ser organizado ao preparar seu ambiente de estudo, além de adaptar suas técnicas de leitura e estratégias de aprendizado de acordo com seus objetivos específicos
(EM13LP39) Usar procedimentos de checagem de fatos noticiados e fotos publicadas (verificar/avaliar veículo, fonte, data e local da publicação, autoria, URL, formatação; comparar diferentes fontes; consultar ferramentas e sites checadores etc.), de forma a combater a proliferação de notícias falsas (fake news)	Uma série de ações que se deve tomar ao encontrar informações, especialmente online, com o objetivo de verificar sua autenticidade e precisão.
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	Promover a conscientização sobre os impactos de nossas escolhas e ações no que diz respeito aos materiais e produtos que usamos e a importância de tomar decisões informadas e responsáveis para proteger a saúde e o ambiente.
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	Avaliar como eventos naturais e a atividade humana afetam os ciclos e promover ações para mitigar os impactos negativos, assim, tem-se uma visão global do conhecimento científico aliado a conscientização ambiental com ações práticas.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou	O desenvolvimento de estratégias para identificar fontes confiáveis de informações científicas, aprendendo a discernir entre textos científicos confiáveis e aqueles que podem não ser confiáveis

tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	com base em uma análise crítica dos elementos destes.
(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.	Avaliar as propriedades dos materiais para escolher os mais adequados para diferentes aplicações, considerando fatores como segurança, sustentabilidade e contexto específico

Fonte: do autor (adaptada de BNCC, 2018)

Acerca do momento atual da nossa educação, no que diz respeito a “reforma” do ensino médio, a revista Química Nova na Escola Vol. 43, N° 2, de maio de 2023, fez um editorial chamado “Os rumos do ensino médio”, apontando que:

“Entre os efeitos de sua implantação a partir de 2022, tem se observado a redução da carga horária de disciplinas como química, sociologia e história, e a implantação de disciplinas para “incentivar o protagonismo do estudante”, que tratam, por exemplo, da produção de brigadeiros, formação de influencers ou como escrever currículos para pedir emprego. O oferecimento de dez ou onze itinerários formativos para que os estudantes possam escolher permanece no terreno das intenções, como era de se esperar. A falta de professores de determinadas áreas do conhecimento é “resolvida” pelo não oferecimento do respectivo itinerário formativo. Ou seja: a escolha, pelos alunos, dos itinerários que mais lhes interessem, não tem sido mais do que ilusão. A “reforma” trouxe mais desorganização às escolas e esvaziamento da formação dos estudantes, piorando uma situação anterior que já não era boa. (Porto e Queiroz, 2023, p 91)

Estas últimas reformas buscam “melhorar” a qualidade do ensino e tornar o currículo mais interdisciplinar e contextualizado, porém, parece-me que foram elaboradas por alguns grupos privilegiados com o objetivo de preservar suas posições de poder, e sem uma consulta verdadeira dos mais interessados: estudantes e professores.

2.2.2 O Programa Nacional do Livro Didático

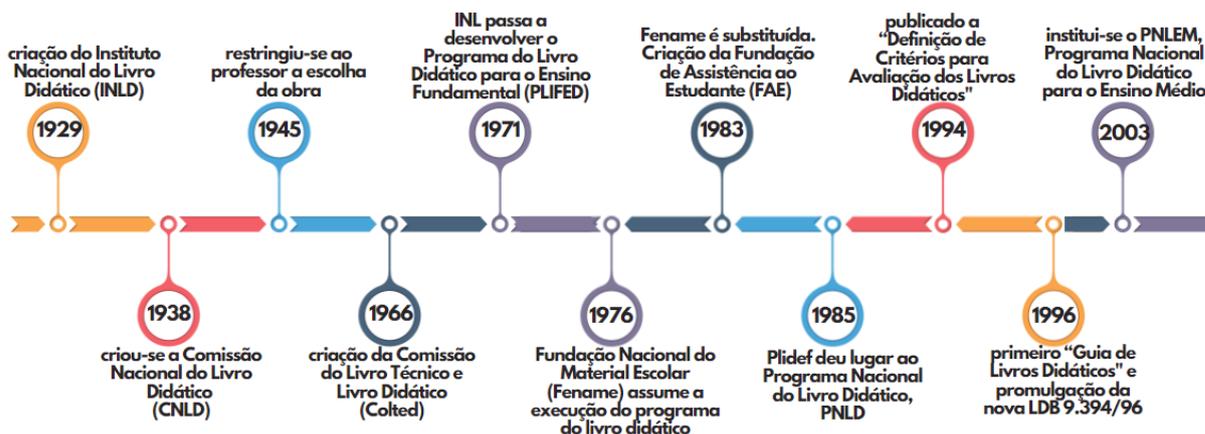
Conforme Marcondes e Silva (2022), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um programa do Ministério da Educação (MEC) que distribui livros

didáticos gratuitos para alunos da rede pública de ensino fundamental e médio. O programa foi criado há quase cem anos (1929) e passou por algumas mudanças ao longo dos anos (seja de nomenclatura ou de execução), mas seu objetivo principal sempre foi o mesmo: garantir que todos os alunos tenham acesso a materiais de qualidade para aprender. Segundo Maria da Graça Costa Val (pesquisadora do Ceale, vinculado a Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG), a avaliação das obras se iniciou em 1996 e isso tem ajudado e melhorar a qualidade dos livros que chegam aos estudantes. Ainda segundo ela:

Antes desse projeto de avaliação pedagógica, o livro didático disseminava preconceitos, fazia proselitismo religioso, político, e esse projeto controlou, porque a gente faz uma avaliação muito minuciosa e apurada dessas questões. Em relação à qualidade pedagógica desses livros houve um progresso imenso entre o livro didático que era produzido até 2000 e o livro que passou a ser produzido de lá pra cá. A qualidade, a abrangência dos meios de ensino, o tratamento dado aos meios de ensino mudou pra melhor radicalmente. (VAL, Maria da Graça Costa, 20--)

Abaixo, a evolução histórica deste programa:

Figura 1 - Linha do tempo do PNLD



Fonte: do autor (adaptado de: Marcondes e Silva, 2022)

Para se ter uma ideia da abrangência deste programa, em 2021 se investiu R\$ 1,9 bilhão em demandas do PNLD (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação [FNDE], 2022). Após análises a partir do portal da transparência, Silveira e Teixeira (2020), destacaram que o investimento em material didático por

beneficiado é em média (considerando 2014 a 2019) de R\$ 71,64 para os estudantes do ensino médio. Os autores também comentam sobre a falta de clareza acerca dos meios que tragam informações específicas acerca dos “mecanismos de controle de qualidade, para o livro didático”, abordando também o fato de que as empresas que tratam da aquisição destes “intervêm no processo de publicidade, influenciando indevidamente a escolha do professor, além de restringirem o acesso público ao livro”. Há cerca de 30 anos, Höfling (2000) constatou que 90% dos recursos oriundos do antigo Fundo de Assistência Estudantil (FAE) para compra e distribuição de livros didáticos ficaram nas mãos de apenas seis editoras (o que não mudou muito para os dias atuais).

Há previsão que além dos materiais em formato impresso, sejam disponibilizados livros em formato eletrônico, segundo o Edital do PNLD 2023, e assim, "Toda sociedade empresária detentora exclusiva de direitos autorais pode inscrever obras no PNLD, bastando que o livro contemple as regras estabelecidas pelo edital" (FNDE, 2023). Ainda segundo o programa: “A escolha dos materiais do PNLD deve ser realizada de maneira conjunta entre o corpo docente e dirigente de cada escola com base na análise das informações contidas no Guia do PNLD”.

Em relação ao PNLD nesses novos tempos de tantas alterações na educação, Porto e Queiroz (2021) salientam que:

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio seguirá pela primeira vez as modificações introduzidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) homologada no final de 2018. Entre as novidades está a possibilidade de as escolas escolherem livros sobre “Projetos de Vida” e “Projetos Integradores”. São propostas fundamentadas na aprendizagem baseada em projetos, que exigem formas de trabalhar que não têm sido as mais comuns nas escolas. (Porto e Queiroz, 2021, p 147)

Tais “novidades”, pelo que observamos no ambiente escolar, trouxeram mais problemas que soluções, incluindo muitos estudantes sem acesso ao livro didático.

2.3 TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

O trabalho neste ponto traça o respaldo teórico para a proposta de mudança na abordagem da temática ácidos e bases. Referenciando a ideia sobre conceito e conceituação, temos que:

“Sob um prisma sociointeracionista, os conceitos podem ser entendidos como generalizações/abstrações situadas em um plano social, supraindividual, que resultam em significados atribuídos a entidades e fenômenos, como, por exemplo, os conceitos de átomo e de calor. Categorias mais amplas, que são ao mesmo tempo objetos científicos e metafísicos, como matéria, vida, mente e sociedade, são classificadas como ontoconceitos. Conceituação, por sua vez, é um processo emergente, produzido por meio da interação entre um indivíduo e algum evento ou experiência social, processo esse que ocorre no pensamento do sujeito e é socialmente orientado” (Coutinho, 2007; Mortimer *et. al*, 2014 apud Santos e Santos, 2023, p. 3).

Houveram pesquisas no campo do Ensino de Ciências nas décadas de 1970 e 1980 por Posner e colaboradores (em 1982), que se concentraram em examinar as concepções informais, ou seja, as maneiras de pensar sobre um conceito que não se relacionam com a perspectiva científica. O objetivo era identificar como essas concepções informais poderiam ser incorporadas ao processo de ensino e aprendizagem. Isso levou ao desenvolvimento do modelo de mudança conceitual, que sugere que os estudantes podem abandonar suas concepções informais à medida que percebem suas limitações e incompatibilidades com o conhecimento científico, substituindo-as por um novo entendimento construído com base nas informações científicas (Carvalho, 2014).

Porém, com a intenção de promover uma melhor compreensão dos conceitos científicos entre os estudantes, foi desenvolvido um modelo capaz de representar as diversas maneiras pelas quais os estudantes pensam. Assim, na década de 1990, Eduardo Mortimer propôs a Teoria do Perfil Conceitual. Segundo Mortimer, Scott e El-Hani (2009), o perfil conceitual funciona como um modelo que busca compreender como os indivíduos abordam um determinado conceito, levando em conta suas perspectivas, experiências e crenças prévias, sendo estruturado em zonas, sendo cada uma delas representativas de uma maneira única de interpretar e dar sentido ao conceito, permitindo uma análise mais completa das diversas concepções presentes entre os estudantes, porém, sem abandonar seus conhecimentos anteriores. Ainda segundo os autores, a percepção de um conceito associado ao perfil se relaciona com as zonas, onde como resultado:

“Implica ser capaz de aplicar uma ideia científica nos contextos em que ela é apropriada, inclusive na vida cotidiana, e, ao mesmo tempo, preservar modos de pensar e falar distintos do científico nas situações em que se mostrem pragmaticamente apropriados” (Mortimer, Scott e El-Hani, 2009).

As diferentes maneiras de mobilizar o conceito dizem respeito aos compromissos (epistemológicos, ontológicos e axiológicos) que embasam cada zona de um perfil conceitual (Santos e Santos, 2023). Ainda segundo os autores, p.4 “o arranjo das zonas em um perfil é organizado com base nos estágios da gênese sociocultural que direciona a significação do conceito, e os compromissos dirigem os diferentes modos de significá-lo em determinada situação”.

Quadro 3 - Compromissos que norteiam as zonas de um perfil conceitual

Compromissos	A que se referem
Epistemológico	Ao modo como o conhecimento é produzido por meio de diferentes substratos filosóficos e de uma variedade de interpretações da natureza e de seus fenômenos. Algumas dessas perspectivas epistemológicas identificadas em zonas propostas para diferentes perfis são o realismo, o substancialismo, o empirismo, o racionalismo e o ultrarracionalismo.
Ontológico	Dimensionam a natureza existencial do ser e as propriedades que garantem a sua essência. São exemplos de categorias ontológicas a classificação das “coisas” como materiais, abstrações ou processos. É a polissemia do conceito.
Axiológico	Aos valores e finalidades atribuídas às entidades, bem como ao caráter afetivo e de julgamento moral da relação do sujeito com o mundo tal como ele o representa. O valor dado a certo contexto é o que o interliga ao uso do conceito.

Fonte: do autor (adaptado de Santos e Santos, 2023)

Com a ideia de entendimento sobre as mais diversas maneiras de pensar e de descrever o mundo, tem-se notado no que diz respeito ao Ensino de Ciências, uma busca para se compreender o contexto das interações no ambiente de aula,

com a implantação de diferentes pesquisas educacionais. Desse modo, segundo Ayala (2010), levando-se em consideração os preceitos informais dos alunos, observadas no ato de aprender, conjuntamente com a ideia de estruturar um conceito das mais diferentes maneiras, é que é suscitada a ideia de perfil conceitual. E isto se relaciona ao que foi colocado por Silva e Amaral (2013, p.55):

Outro aspecto apontado é o fato de que os estudantes muitas vezes não percebem a aplicabilidade dos conceitos científicos estudados na escola em situações do seu dia a dia. Após um período de aplicação de estratégias didáticas que adotavam o modelo de mudança conceitual como principal suporte para a organização do ensino, houve um desgaste natural desse modelo, pois os resultados da aprendizagem não correspondiam às expectativas colocadas nas pesquisas.

Como observado por Diniz Junior, Silva e Amaral (2015), no ambiente de sala de aula ocorre quase sempre uma falta de ampliação sobre a visão dos conceitos abordados, e desse modo se atém ao que está no livro didático ou se recorre a simplicidade das noções do senso comum. Então, na busca de uma aprendizagem que ocorra de maneira satisfatória, pensando deste modo, deve-se entender as diferentes maneiras e contextos que as pessoas tem de observação de mundo e isto pode ocorrer quando se dinamiza o discurso acerca dos conhecimentos científicos e conceitos apresentados.

Assim, deve-se levar em conta para organização de um perfil conceitual, todas as etapas do desenvolvimento da sociedade, reconhecendo sua história e sua cultura, a partir de um pensamento estruturante dos indivíduos (Amaral e Mortimer, 2001). O perfil conceitual, então, permite uma perspectiva abrangente sobre os mais diversos pontos de vista que surgem no ambiente escolar, corroborando com isso para que o professor se planeje em relação aos conceitos ensinados, haja visto a heterogeneidade de contextos presentes, ajudando-o, desse modo, a se assentar melhor na sua prática docente (Silva e Amaral, 2013).

Dessa maneira, cada zona de um perfil conceitual, nos fornece uma maneira heterogênea de experimentarmos as mais diferentes teorias e linguagens, mostrando que não se tem uma visão única da realidade, onde cada zona tem sua visão particular e diferentes das demais (Mortimer, 2017). Por outro lado, Sepúlveda, Mortimer, El-Hani (2007), dizem que o conhecimento e a reflexão são intrínsecos aos

perfis conceituais, sendo assim, reconhece-se se que não há uma clara divisão entre as diversas zonas. Assim, Silva e Amaral (2013) inferem que: “os modos de falar se referem às expressões escritas ou faladas pelos estudantes que, consideramos estar relacionados com os modos de pensar dos mesmos.”

Santos e Santos (2023), apontam que 2014 foi um marco para a Teoria dos Perfis Conceituais, pois, foi publicada a obra chamada "Conceptual Profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts," organizada por Eduardo Mortimer e Charbel Niño El-Hani. Nessa obra, foi introduzida a ideia de "perfis conceituais" como uma teoria para o ensino e aprendizado de conceitos, e desde então, essa teoria tem ganhado destaque na comunidade científica e se tornou uma referência importante em pesquisas tanto a nível nacional quanto internacional na área de Educação Científica.

Na teoria do perfil conceitual, a aprendizagem conceitual é concebida como consistindo de dois processos entrelaçados (Mortimer e El-Hani, 2014), apresentados a seguir:

Quadro 4 - Aprendizagem conceitual segundo a Teoria dos Perfis Conceituais

Processos de aprendizagem	Como ocorre
1. Construção de novas formas de pensar e modos de falar o conceito	Através de novas zonas de um perfil conceitual, onde as zonas mais científicas se dão no ambiente escolar.
2. Conscientização da diversidade nas formas de pensar e nos modos de falar o conceito	Os diversos modos de falar e pensar um conceito são internalizados pelos estudantes e demarcados entre si, tendo seu valor pragmático em contextos distintos, é o que se coloca como “tomada de consciência”.

Fonte: do autor (adaptado de Mortimer e El-Hani, 2014).

Assim, temos a importância de promover certos processos na sala de aula, como, interação, argumentação e conscientização dos estudantes, a fim de facilitar a aprendizagem. Isso implica que as atividades escolhidas para o ambiente de ensino devem ser capazes de estimular a troca de ideias entre os estudantes, promover discussões, e ajuda-los a tornarem-se mais conscientes e reflexivos em relação ao que estão aprendendo. Uma questão fundamental em relação à

abordagem de ensino, é promover em sala de aula uma diversidade de contextos através dos quais as ideias científicas possam ser aplicadas, logo, a importância da consciência do perfil conceitual como um norte para a educação científica está relacionada a esse objetivo.

2.3.1 O perfil conceitual de substância e sua adaptação para ácidos e bases

Um exemplo da ideia de perfil conceitual foi apresentado por João Roberto Ratis Tenório da Silva no ano de 2011, ao propor o perfil conceitual de substância, onde este conceito foi visto de forma ampla, variada. Segundo o autor, atrelamos em nossos tempos, as concepções enraizadas da maneira que foram vivenciadas, ou seja, a ideia de substância ainda guarda um cunho mais reflexivo, subjetivo, atrelado a uma química ainda antiga, do século XVIII. Segundo Sabino (2015), o conceito de substância se encaixa na ideia de conceitos estruturantes, pois, quando o estudante o compreende, ocorre uma facilitação da progressão e a continuidade da aprendizagem, pois, as informações e conceitos subsequentes podem ser relacionados e organizados com base neste conceito.

As zonas e características do perfil conceitual de substância podem ser apresentadas como se segue (Silva, 2011):

Quadro 5 - Zonas do perfil conceitual de substância

Zonas	Característica
essencialista	a ideia do existir das coisas
generalista	aceitações quaisquer sobre o termo
substancialista	conceito a partir do que é formado a matéria
racionalista	concepções macro e micro
relacional	relação matéria e energia

Fonte: do autor (adaptado de Silva, 2011).

Aqui um adendo: a zona essencialista foi posteriormente chamada de utilitarista/pragmática (Silva, 2017). Silva e Amaral (2013) indicam que as duas primeiras zonas (essencialista -utilitarista / pragmática- e generalista) representam “formas ingênuas e intuitivas de pensar o conceito de substância”, apresentando

como diferença a ideia palpável presente na zona generalista, enquanto a zona essencialista traz um modo de pensar mais abstrato podendo ser real ou não (aspecto ontológico). Desse modo, a diferença dessas duas zonas para a zona substancialista, é a “expressão consciente sobre a existência de diversas substâncias e que estas apresentam propriedades específicas” (p.62), assim, temos um modo de ver o conceito como algo mais voltado ao conhecimento químico, sendo, então, a zona que tem a interface entre o que é de fato científico e o que não é.

Ainda segundo os autores, as zonas chamadas de racional (macro e micro - atômico molecular) e relacional são as de cunho mais científico, pois, agora tem-se uma consciência a respeito da diferenciação entre os mais diferentes conceitos inerentes as substâncias. Na zona racional há a importância das propriedades na identificação e diferenciação das substâncias, porém, não se leva em consideração as variações que a substância pode sofrer a depender do meio. E assim, é diferente da zona relacional, que trata da relação com o “meio externo”, logo, tem-se que esta vai no sentido de uma maior abstração e complexidade.

Conforme aludido, a diferença entre essas duas últimas zonas mostra que:

Na zona relacional, temos um nível de compreensão mais complexo, no qual as relações das substâncias entre si, com o meio e a energia são determinantes para a conceitualização das mesmas. As propriedades são vistas como um jogo relacional e não como parâmetros completamente definidos, como na zona racionalista. (Silva e Amaral, 2013 p 63).

Fornecendo um apanhado mais amplo, Silva e Amaral (2013) exploram as zonas do perfil conceitual para substância ao indicar os compromissos teóricos (epistemológicos e ontológicos), que as fundamentam, bem como exemplos das suas colocações. Silva (2017) comenta sobre o compromisso axiológico, onde “concepções, quando organizadas a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, podem constituir zonas de um perfil conceitual”. Desse modo, tais compromissos teóricos, como já mostrados, dizem respeito a:

- Como conhecemos um determinado objeto (epistemológico).
- O que é o conceito (ontológico).
- O porquê das escolhas e fins associados ao objeto (axiológicos).

Quadro 6 - Embasamento teórico das zonas do perfil conceitual de substância exemplificados

Zonas	Embasamento teórico	Exemplo
Essencialista (utilitarista / pragmática)	metafísica objetiva essencialista (Lakoff, 1987) e ontologia de abstração (Chi, 1992)	“importância às substâncias metálicas pelos alquimistas, atribuindo às mesmas a capacidade de gerar e manter a vida”
generalista	compromisso realista (Bachelard, 1940/1984) e ontologia de Chi (1992)	uso do termo “substância” como sinônimo geral de coisa, material e elemento.
substancialista	Discussão substancialista (Bachelard, 1938/1996 e Oliveira, 1995) e ontologia material de Chi (1992)	“licenciandos consideravam que a cera da vela, quando queimada, era convertida em calor”.
racionalista	pensamento racionalista (Bachelard, 1938/1996)	“a propriedade ácida que é atribuída ao cloreto de hidrogênio quando, na verdade, essa acidez só pode ser verificada a partir do momento que essa substância interage com a água”
relacional	ultrarracionalismo (Bachelard, 1940/1986)	“acidez e basicidade, comportamento redox, efeitos de solventes em reações e outros, dependem da interação entre moléculas e não unicamente da estrutura de uma espécie isolada.”

Fonte: do autor (adaptado de Silva e Amaral, 2013).

De acordo com Silva (2017), a zona racionalista se apoia em estudos da época da Química Clássica (início no século XVII). Na visão macroscópica desta zona, o modo de pensar associado a forma de falar, diz respeito ao estudante compreender que se tem inúmeras substâncias, e que estas podem ser identificadas por suas propriedades a olho nú, sendo características específicas delas, como podemos citar as características de substâncias metálicas (brilho e dureza), por exemplo. Por outro lado, quando o entendimento acerca das substâncias perpassa a identificação pelas propriedades, incluindo composição e classificação (como por exemplo, a identificação de substâncias simples e compostas), tem-se a visão microscópica (atômico-molecular) desta zona.

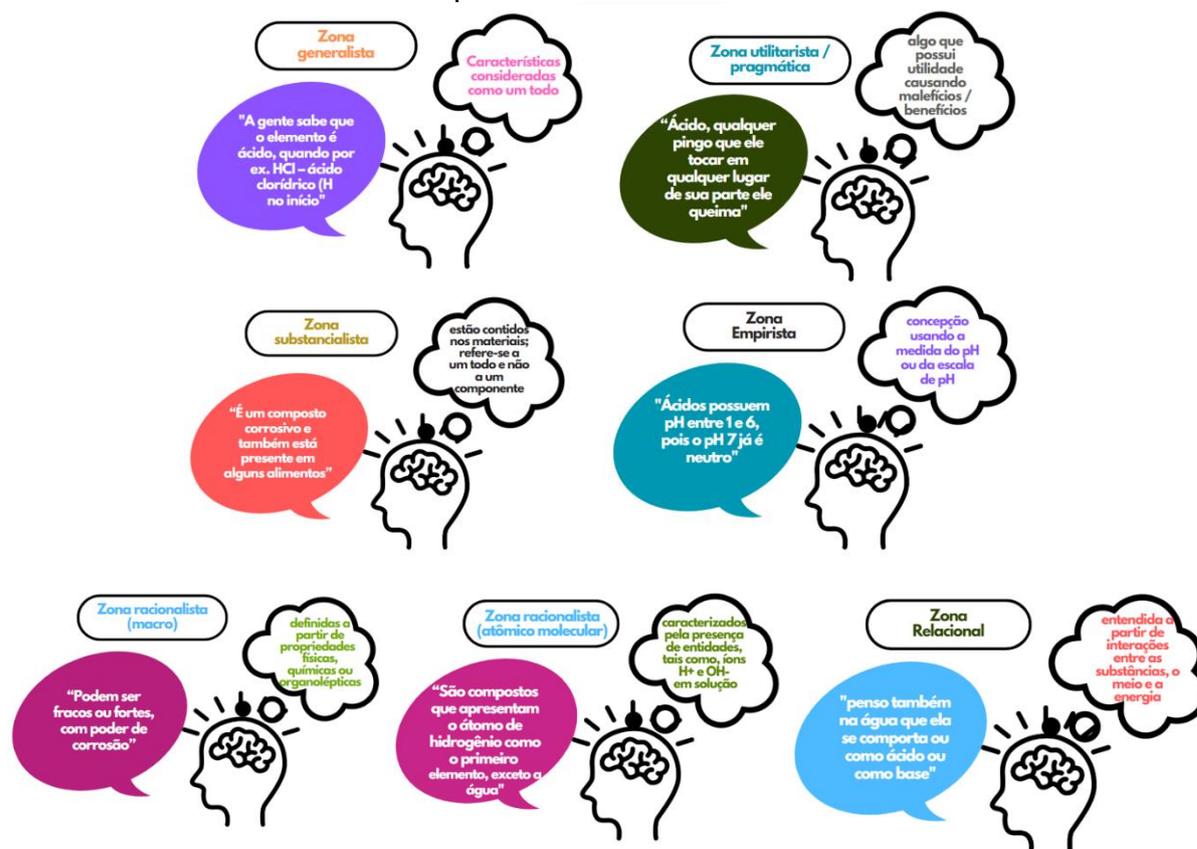
Com uma modelação mais voltada as teorias, a zona relacional diz respeito a interação entre as espécies (e a energia), e assim, muitas das propriedades de certa espécie não é intrínseca a ela, porém, fruto de algo relacional (Silva e Amaral, 2013; Mortimer, 2007, apud Silva, 2017), assim, tem-se a natureza relacional de inúmeras

propriedades químicas. O autor cita por exemplo, a concepção oxidante ou redutora do zinco, que irá depender com quem ele interaja, pois, “nesse caso, algumas propriedades relacionais vão depender não só do meio, mas também da própria natureza das substâncias” (Silva, 2017). Do mesmo modo, exemplificando a acidez, pode-se dizer que “a acidez de um ácido só tem sentido químico se mencionarmos o solvente. Não existem ácidos por si, mas algo é ácido em relação a alguma outra coisa” (Oliveira, 1995, p. 09, apud Silva, 2017).

Imersos nesse suporte teórico, Silva e Amaral (2016 e 2020), se debruçaram a analisar acidez e basicidade adaptando o perfil conceitual de substância para esta temática, com a ideia de ampliar o nicho de aplicação para os perfis conceituais. Esta primeira adaptação do perfil conceitual de substância para ácidos e bases se deu no trabalho de análise de pesquisa bibliográfica (periódicos, teses, dissertações e outros) e de entrevistas com licenciandos em química do programa PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (PIBID-QUI) (Silva e Amaral, 2016). Tendo como envasamento trabalhos anteriores de Silva (2011) e Silva e Amaral, (2013), a “pesquisa bibliográfica e as entrevistas, foram analisadas conforme as diferentes visões de substância e as zonas do perfil conceitual de substância” e, então, relacionadas a “ácidos” (Silva e Amaral, 2016).

Posteriormente esse estudo foi trabalhado a “partir de significados construídos em duas situações distintas - na prática profissional de cabeleireiras, uma comunidade de prática, e na formação inicial de professores de química” (Silva e Amaral, 2020). Este segundo trabalho das pesquisadoras foi fundamentado nas cinco zonas do perfil conceitual de substância, com uma reformulação da zona essencialista que passou a ser chamada de “utilitarista / pragmática”, por Silva (2017), “segundo os compromissos epistemológicos destacados por Silva e Amaral (2013)”, e ainda a proposta de uma nova zona para ácidos e bases, chamada zona empirista, sendo esta embasada na zona de mesmo nome “identificada por Amaral e Mortimer (2001), na proposição do perfil conceitual de calor, quando este conceito era reconhecido pela medida de temperatura” (Silva e Amaral, 2020). Segundo essas autoras, tem-se abaixo alguns exemplos dessas concepções encontradas na literatura:

Figura 2 - Estruturando diferentes modos de pensar sobre ácido/base a partir do perfil de substância



Fonte: do autor (adaptado de Silva e Amaral, 2020)

Ao se observar os diversos modos de falar da temática, Silva e Amaral (2020), concluíram que nas respostas aos questionários disponibilizados, os licenciandos se aproximam mais de um falar científico, se utilizando de falas das zonas utilitarista/pragmática, racionalista, empirista e relacional, por outro lado, as cabeleireiras não demonstraram modos de falar das zonas racionalista e relacional, pois, o domínio delas acerca de temática ocorre por vias mais diretas e de praticidade, diferentemente dos licenciandos. Ainda segundo as autoras, ao tentar resolver um problema real sobre o uso de produtos químicos no cabelo, evidenciou-se que "o deslocamento dos licenciandos do contexto da sala de aula para o contexto das cabeleireiras trouxe desafios para a articulação entre conhecimentos científicos e práticos [...]". Ambos, cabeleireiras e licenciandos, buscaram relações diferentes das observadas na fala, para resolver o exposto: as cabeleireiras recorriam a uma melhor elaboração do conhecimento, enquanto os licenciandos buscaram suporte nos saberes mais práticos.

Concordamos com Amaral e Silva (2021, p. 69), quando se afirma que os perfis conceituais apresentam uma conjectura em que “embora cada indivíduo tenha o seu próprio perfil conceitual, as diferentes zonas que o compõem são semelhantes, mudando apenas a importância relativa de cada zona”.

O entendimento de um conceito científico não é apenas memorizar uma definição ou um conjunto de fatos. É também compreender como esse conceito se relaciona com outros conceitos, como ele é usado no mundo real e como ele pode ser usado para resolver problemas. Todas essas diferentes maneiras de entender um conceito são importantes no discurso da sala de aula, assim, as zonas do perfil conceitual são fundamentais já que os saberes intrínsecos não são relegados, desse modo, os conhecimentos científicos podem ser usados para resolver problemas em uma variedade de contextos, não apenas no campo da ciência, pois, segundo Mortimer (2006) “procura-se levar o estudante a reconhecer o domínio e o contexto em que suas ideias prévias são aplicáveis, o que não significa que ele deva abandoná-las”, assim, tem-se o processo da tomada de consciência, e se opõe de certo modo, a ideia de mudança conceitual. Entende-se, então, que algumas zonas apresentam um viés mais próximo do saber científico, que no caso de ácidos e bases, são as zonas racionalista e relacional (Silva e Amaral, 2013) (talvez aqui se encaixasse de certa forma a zona empirista).

Tendo essa perspectiva, Amaral *et al* (em processo de submissão), indicam que embora relacionados ao perfil conceitual de substância, os modos de pensar sobre ácidos e bases apresentam características distintas dos perfis anteriormente estabelecidos por Silva em 2013 e 2017, pois, enquanto categorias de substâncias, são compreendidos por indivíduos em determinadas experiências.

Quadro 7 - Modos de pensar ácidos e bases enquanto categoria de substância química

Zona	Modos de pensar
Generalista	Não há distinção entre o que se entende por substância ácida, elementos que constituem ácidos, meio ácido, produto ácido, solução ácida. Características e propriedades ácidas ou alcalinas são consideradas como um todo nos sistemas e produtos, sem a percepção de que alguns dos seus componentes possam ser responsáveis por elas.

Utilitarista / pragmático	Ácidos/bases são identificados como algo que possui utilidade e finalidade e está presente em situações/atividades do cotidiano, e podem causar malefícios/benefícios aos seres humanos.
Substancialista	Ácidos/bases estão contidos nos materiais, mas não é feita distinção entre aspectos macroscópicos e atômico moleculares de ácidos/bases, propriedades ácido/base são transferidas para os constituintes e o todo, e a visão de que acidez/basicidade se refere a um todo e não a um componente.
Racionalista / Macroscópico	Ácidos/bases são definidos a partir de propriedades macroscópicas - físicas, químicas ou organolépticas.
Racionalista / Atômico molecular	Ácidos/bases são caracterizados pela presença de entidades, constituintes ou configurações químicas específicas, tais como, íons H^+ e OH^- em solução, presença de H ionizável na estrutura molecular, íon H^+ ou OH^- e pares de elétrons doados ou recebidos.
Relacional	O caráter ácido/base é compreendido a partir de condições estabelecidas e/ou de interações entre substâncias ou delas com o meio e seus aspectos energéticos.
Empirista	Concepção de ácido/base usando a medida do pH ou da escala de pH; o pH determina o caráter ácido/básico/neutro de substâncias e materiais.

Fonte: do autor (adaptado de Amaral *et al*, em processo de submissão)

Sintetizando o exposto, é imprescindível observar, que ao mencionarmos o escopo da aprendizagem sob a visão dos perfis conceituais, estamos discutindo o aprimoramento das áreas do perfil conceitual dos indivíduos e a conscientização em relação aos cenários adequados para utilizar certos modos de pensar e expressar-se sobre um conceito específico. Esta teoria ao manter as concepções cotidianas que se mostram relevantes em determinados contextos, promove assim, a percepção da diversidade dos modos de pensar e o aprimoramento deste, pois, nessa perspectiva considera que o professor tem a possibilidade de introduzir nos estudantes conhecimentos adicionais associados ao saber científico, diferente daqueles inatos, e assim, o estudante ter a consciência que a ciência explica muitos dos fenômenos em “comum acordo” com suas concepções pré-existentes.

De acordo com Diniz Junior, Silva e Amaral (2015), em relação ao professor, este pode, com base na ideia do perfil conceitual, propor e aplicar atividades, pois,

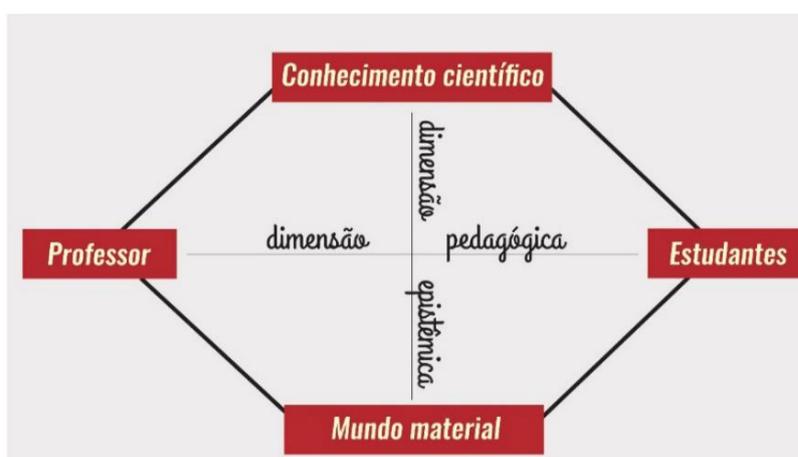
esta teoria auxilia a compreender as diversas ideias que emergem de um dado conceito, onde, também, a tomada de consciência pelo professor em torno de suas ideias tende a causar efeito na aprendizagem dos estudantes. Portanto, para aprimorar o ensino de ciências ao entender a integração entre ensino e aprendizagem (teórico-prática), é essencial ter uma compreensão dos perfis conceituais.

2.4 PERSPECTIVA DE MÉHEUT E A SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Na construção de uma sequência de ensino e aprendizagem, surgem diversas questões sobre as dinâmicas do ensinar e aprender, desafios, atividades e decisões a serem tomadas. Essas questões são influenciadas por uma variedade de fatores, como a análise do conteúdo, a forma como o conhecimento é estruturado, as ideias e motivações dos estudantes, as teorias que embasam a aprendizagem e a prática educativa, além das limitações impostas pelo contexto educacional, corroborando assim, por resultados oriundos de ampliação da pesquisa referentes ao cunho didático, segundo apontam Martine Méheut e Dimitris Psillos em seu trabalho *“Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research”*, publicado em 2004.

Tais termos são apresentados em um Losango Didático (Meheút, 2004, apud Barros e Ferreira, 2017), conforme a imagem a seguir:

Figura 3 - Losango didático

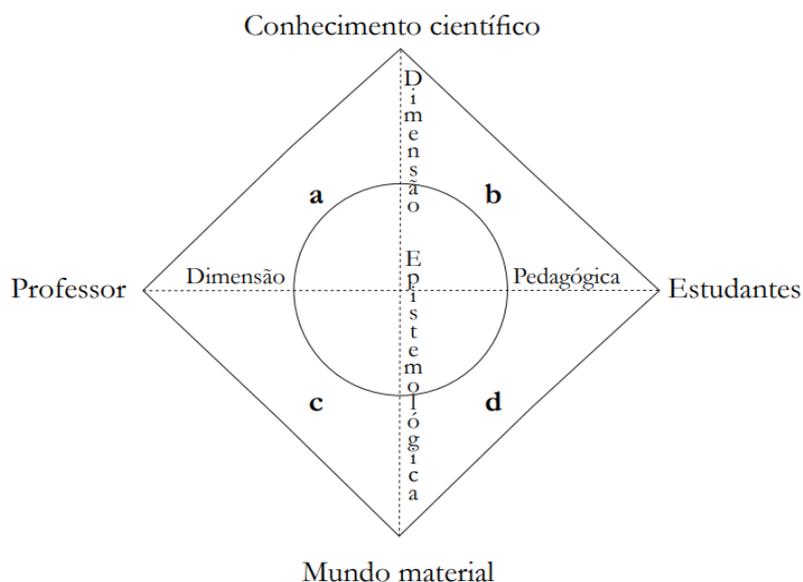


Fonte: Méheut e Psillos (2004) apud Barros e Ferreira (2017)

Méheut e Psillos (2004) propõem um modelo que contempla esses elementos através de duas abordagens distintas: uma focada na prática educacional onde considera-se os elementos ligados ao papel desempenhado pelo professor, às interações entre o professor e os alunos, assim como entre os próprios alunos, e que também leva em consideração os aspectos limitadores de programas, cronogramas e outros aspectos estruturais das instituições (dimensão pedagógica); e outra no conhecimento científico propriamente dito e sua historicidade, levando em conta também as etapas de criação, os procedimentos utilizados e a confirmação da validade do conhecimento científico, bem como sua relevância e aplicação no mundo real (dimensão epistêmica).

Com base no losango, Silva e Wartha (2018) utilizam quatro quadrantes (a, b, c, d) para explorar as relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no ensino de ciências, onde é inserido um círculo que segundo os autores “indica uma zona de aproximação em que as relações implícitas entre as dimensões epistêmicas e pedagógicas são, de nosso ponto de vista, mais favorecidas”.

Figura 4 - Losango didático adaptado



Fonte: Adaptado de Méheut e Psillos (2004) e de Méheut (2005) apud Silva e Wartha (2018)

Os autores ainda afirmam que encontrar um equilíbrio entre teoria (viés epistêmico) e prática educativa (viés pedagógico) no contexto educacional, passa por utilizar abordagens que se alinhem mais sobre o círculo do Losango Didático, e

isto pode ser feito por “planejamento e construção de materiais didáticos com propostas de ensino que lancem mão de elementos como textos, conceitos, situações problemas, exercícios e a experimentação”, ingredientes que tentamos pôr em prática no nosso trabalho.

Quadro 8 - Quadrantes do Losango Didático

Quadrante	Foco	Característica e Dimensão predominante
a	Ação do professor e conhecimento científico.	Aulas centradas na exposição e explicação dos conteúdos científicos pelo professor, com menor interação direta com o mundo material dos estudantes – Dimensão Epistemológica.
b	Conhecimento científico e contexto material.	Abordagens que conectam diretamente o conhecimento científico com o contexto material e cotidiano dos alunos – Dimensão Epistemológica e Pedagógica.
c	Ação do professor e contexto material.	Aulas onde o professor conduz atividades que integram o contexto material dos alunos com a ação pedagógica – Dimensão Pedagógica.
d	Estudante e contexto material.	Abordagens que incentivam a autonomia dos estudantes na construção do conhecimento a partir de suas experiências cotidianas – Dimensão Pedagógica

Fonte: do autor (baseado em Silva e Wartha, 2018).

Ainda segundo os autores, para promover uma aprendizagem significativa, é preciso considerar tanto o que se ensina (conteúdo) quanto como se ensina (métodos), pois, as dimensões epistêmica (relativa ao conhecimento) e pedagógica (relativa ao ensino) são interdependentes e igualmente importantes (perspectiva denominado por Mehéut de Construtivista Integrada). Ao integrar essas duas dimensões, o professor cria um ambiente de aprendizagem onde o estudante é protagonista e encontra sentido no que está aprendendo.

2.4.1 Integrando a Teoria do Perfil Conceitual e a perspectiva de Méheut

A Teoria dos Perfis Conceituais e a perspectiva de sequência de ensino-aprendizagem de Méheut, oferecem abordagens que se complementam, permitindo uma compreensão mais ampla e detalhada do processo de ensino-aprendizagem, especialmente no contexto do ensino de química. A Teoria dos Perfis Conceituais, proposta por Eduardo Mortimer, reconhece que os estudantes podem ter diferentes formas de compreender e aplicar um conceito, organizadas em "zonas" que representam diferentes níveis de entendimento. Esta teoria se alinha com a dimensão epistemológica do Losango Didático de Méheut, que considera o conhecimento científico e sua relevância no mundo real. Por outro lado, o Losango Didático também incorpora a dimensão pedagógica, que se concentra nas interações entre professor, estudantes e o ambiente de aprendizagem. Esta perspectiva complementa a Teoria dos Perfis Conceituais ao fornecer uma estrutura para implementar estratégias de ensino que levem em conta as diferentes zonas do perfil conceitual dos estudantes.

Esta integração permite o desenvolvimento da sequência didática que não apenas reconheça as diferentes formas de pensar dos estudantes sobre ácidos e bases, mas também proporcione experiências de aprendizagem que facilitem o movimento entre diferentes zonas do perfil conceitual, promovendo uma compreensão mais profunda e versátil dos conceitos. Algumas formas de articulação estão representadas no quadro abaixo:

Quadro 9 - Interação Perfil Conceitual e o Losango Didático

TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL	LOSANGO DIDÁTICO
Utilizar o perfil conceitual de substância adaptada para ácidos e bases para identificar e compreender as diferentes formas de pensar dos estudantes sobre esses conceitos.	Alinhamento com o eixo epistemológico do Losango Didático.
Desenvolver uma sequência didática que aborde as diferentes zonas do perfil conceitual de ácidos e bases (atividades que explorem desde concepções mais generalistas até as mais relacionais).	Losango Didático como guia para equilibrar aspectos epistemológicos e pedagógicos.

Facilitar a transição entre diferentes zonas do perfil conceitual (diferentes níveis ou formas de compreensão), à medida que os estudantes interagem e discutem suas experiências, avançando, assim, para uma compreensão mais complexa e integrada.	Losango Didático utilizado para planejar atividades que promovam a interação entre os estudantes e o mundo material (quadrante “b”).
Incorporar estratégias pedagógicas que ajudem os estudantes a se tornarem mais conscientes sobre como eles próprios compreendem e processam informações sobre seus próprios perfis conceituais.	Alinhamento com a dimensão pedagógica do Losango Didático

Fonte: do autor

De acordo com as ideias apresentadas, a sequência didática proposta procura, no seu viés epistemológico, unir diferentes maneiras de abordar o conceito de ácidos e bases através da criação de atividades concebidas para oferecer situações variadas que permitam explorar o conceito de diversas maneiras, explorando contextos de diálogo entre o professor e os alunos, possibilitando a aproximação de diferentes perspectivas e ideias sobre o assunto, o que auxilia na compreensão da variedade de interpretações que os conceitos podem ter (isto se relaciona com as zonas do perfil conceitual dos estudantes).

Pensando no viés pedagógico dessas ideias, tais atividades foram planejadas visando estimular a participação ativa dos estudantes, promovendo interações e debates em sala de aula. Assim, através desse processo, poderemos almejar que os estudantes tenham uma perspectiva de uma compreensão mais ampla do conceito, envolvendo diversas maneiras de pensar sobre a temática (enriquecimento das zonas do perfil conceitual).

2.5 ABORDAGEM DE ÁCIDOS E BASES

As teorias e a historicidade dos conceitos sobre ácidos e bases são retratadas neste item, visto que seu surgimento se entrelaça com a própria gênese da química, e ao longo dos séculos foram criadas diversas teorias para explicá-los, bem como trataremos de suas colocações nos livros didáticos e também na prática docente.

2.5.1 Os conceitos de ácidos e bases

Existem raríssimas referências aos ácidos na antiguidade, porém, substâncias ácidas e básicas já eram conhecidas no antigo Egito, pois, estes detinham as técnicas de produção de vinagre e vinho por intermédio da técnica de fermentação. Ao ponto que na Grécia Antiga (VI - IV a.C.) conhecia-se apenas o ácido acético, e no caso dos álcalis os únicos conhecidos eram a cal e os hidróxidos alcalinos produzidos a partir de cinzas vegetais, e desta época notou-se o amargor destes álcalis em alimentos (Silva, Magalhães e Pinheiro, 2021). Plínio, o velho, em sua obra *Naturalis Historia* refere-se as águas ácidas, onde este definia certos tipos de água: salinas, sulfurosas, ácidas e ferrosas (Szabadvary, 1966, apud Nunes *et al.* 2016).

Segundo o Nunes *et al.* (2016), esta ideia de identificação pelo paladar (amargo e azedo) deu o pontapé inicial para classificar as substâncias nessas “classes” (ácido e básico). Os alquimistas árabes já tinham conhecimento sobre ácidos orgânicos fracos ao ponto que os alquimistas europeus (século XIII) detinham conhecimento sobre ácidos minerais e de certo modo também contribuíram para identificação dessa “classe de compostos”, já que se obtinha ácido sulfúrico e ácido nítrico (nitronoil – tinha capacidade de dissolver metais) por meio da destilação de sulfatos metálicos e do salitre, respectivamente.

Devido ao cunho místico os escritos dos alquimistas se utilizavam de muitas metáforas para se referir a essas substâncias, o que de certo modo não ajudava com clareza para o entendimento desse comportamento ácido ou básico, porém, em alguns escritos da Idade Média, já se encontravam citações aos ácidos e álcalis (Goldfarb, 1987). Durante essa época considera-se que o trabalho de vários alquimistas foram sintetizados no livro *Summa perfectionis magisterii*, atribuído ao alquimista árabe Jâbir Ibn Hayyân ou Geber, que citava três importantes substâncias que tinham a propriedade de dissolver metais, principalmente a água régia, que dissolveria o ouro permitindo sua recuperação posterior, bem como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico (Godinho, 2018 ; Greenberg, 2007 apud Nunes *et al.* 2016).

A atuação de ácidos nos sistemas fisiológicos (dualidade biologia-alquimia) ganhou força com o livro lançado em 1648 de Van Helmont, bem como os estudos de Sylvius ou François Dubois seguindo esta mesma linha, enquanto Otto Tachenius, ainda relacionou seu contato com bases para produção de sais (Greenberg, 2009 p.113).

Apenas a partir de 1675, surgiu a ideia química para classificar ácidos e bases, primeiramente com Robert Boyle, analisando a ação dessas substâncias sobre certos indicadores (exposto em sua obra *Reflexions upon the hypothesis of alcali and acidum*) (Greenberg, 2009 p.113), e posteriormente com Lavoisier baseando-se na estrutura química (princípio do oxigênio) (Chagas, 1999).

Os estudos de Humpry Davi e Berzelius, acerca da ideia do hidrogênio como fator de acidez e proposta dualística (formação de sal pela interação ácido com base), respectivamente, serviram de base para a que se tornaria uma das conceituações de ácidos e bases mais conhecida: a Teoria Eletrolítica de Arrhenius (juntamente com Ostwald) (Nunes *et al.* 2016; Chagas, 1999).

É digno de nota, que durante o discurso de Arrhenius ao receber o prêmio Nobel, ele cita vagamente sua definição de ácido e base e diz que ela poderia ser passível de crítica pela comunidade científica, como de fato o fora, principalmente por Alfred Werner, cientista muito bem-quisto no meio científico pelo seu trabalho com compostos de coordenação. Contudo Arrhenius dizia que estes conceitos sobre átomos e moléculas usavam mais o campo filosófico e era quase impossível diferenciar uma teoria mais adequada em detrimento de outra (Souza e Aricó, 2018).

Segundo Chagas (1999), inúmeros estudos de química analítica se alicerçaram, como base na teoria de Arrhenius, apresentada em 1887, entre eles a lei da diluição de Ostwald, a equação de Nernst, o efeito tampão e o pH.

Traesel e Baldinato (2018), no trabalho acerca do discurso de Arrhenius (Potencial didático das Nobel Lectures: o caso de Arrhenius) propõem a: “tradução e o estudo da palestra concedida por Svante Arrhenius, ganhador do Nobel de Química de 1903, procurando evidenciar nela algumas potencialidades didáticas”. Assim, tem-se um trecho retirado deste trabalho:

[...] a velocidade de uma reação produzida por um ácido é proporcional ao número de moléculas ativas nele. [...] A conclusão derivada do conceito de moléculas ativas com mais amplas consequências foi a explicação do calor de neutralização. Uma vez que é muito mais simples compreendê-la por meio da teoria de dissociação eletrolítica, eu irei, portanto, antecipá-la neste caso. De acordo com essa teoria, ácidos e bases fortes, bem como os sais, em extrema diluição, estão quase totalmente dissociados em seus íons, ou seja, HCl em H^+ e Cl^- , NaOH em Na^+ e OH^- , e NaCl em Na^+ e Cl^- . Em contrapartida, a água praticamente não se dissocia. A reação de neutralização de um ácido forte com uma base forte, por exemplo, HCl com NaOH, ambos bastante diluídos, pode então ser expressa pela seguinte

equação: $(\text{H}^+ \text{Cl}^-) + (\text{Na}^+ \text{OH}^-) = (\text{Na}^+ \text{Cl}^-) + (\text{H}_2\text{O})$. Esta equação equivale à formação da água a partir dos seus dois íons, H^+ e OH^- . (Traesel e Baldinato, 2018 p.10)

Silva e Aricó (2017) afirmam que notou-se nos anos que se procederam (particularmente na década de 1920), uma verdadeira debandada da sociedade científica em busca de uma definição mais completa dos conceitos de ácidos e bases, visto que vários fenômenos da química careciam de uma explicação mais satisfatória e a exposto por Arrhenius não era suficiente para tal. O dinamarquês J.N. Bronsted (1923) refutava veementemente a ideia da presença de um solvente para caracterização de ácidos e bases, pois, segundo ele, seríamos forçados a dar uma definição especial para cada ácido e base para cada solvente em particular, logo, devia-se ter características gerais que formulem um padrão que não dependesse da natureza do solvente. Ainda segundo os autores, em seu trabalho original baseando-se nos estudos de Leonor Michaelis (1875-1949) e Paul Pfeiffer (1875-1951), Bronsted descreve a acidez e basicidade na cisão-ganho de íons hidrogênio baseados nos sistemas conjugados, porém, não há menção a aceitação ou doação de próton para classificar ácidos e bases.

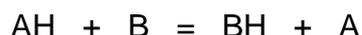
O inglês T.M. Lowry também em 1923, discutiu as propriedades diversas do hidrogênio no seu trabalho "a exclusividade do hidrogênio", onde notou que a acidez era desenvolvida particularmente em misturas e não em compostos puros. No seu trabalho original cita que a base forte ao mesmo tempo em que aceita um núcleo de hidrogênio, o faz, conseguindo arrancá-lo de um composto no qual ele esteja fracamente ligado (Lowry, 1923, p. 46, apud Souza e Aricó, 2017). Nota-se pelo exposto, que na verdade o conceito de Lowry é o que mais se aproxima do conceito atual chamado de Brönsted-Lowry.

Aqui um pequeno parêntese acerca do que foi colocado no parágrafo acima, que denota a ideia relacional explorada no nosso trabalho, reforçada quando Traesel e Baldinato (2018), citaram a seguinte fala de Arrhenius: "ácido sulfúrico concentrado pode ser estocado em um recipiente feito de folhas de ferro sem danos ao mesmo, enquanto isso seria impossível com o ácido diluído". E isto é mais claro ainda na citação que se segue:

Não existe conceito na química que respalda uma afirmação do tipo essa substância é redutora. Isto é ácido, isto é base são também exemplos dessa

consideração. Um é oxidante em relação a outro que se comporta como redutor. Um é ácido em relação a outro que se comporta como base. (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000 pg.276)

A ideia protônica ou protoiônica indica, então, que ácido é um doador de próton e a base um receptor de próton. A reação de neutralização entre um ácido e uma base se resumiria então a uma transferência de prótons (Chagas, 1999).



Ainda segundo Chagas (1999), esta teoria, permitiu estudos em sistemas onde até então não eram tão bem compreendidos, como: sistemas com ácido sulfúrico como solvente, sistemas sólidos, estudos de catálise, entre outros. Por outro lado, como bem coloca Atkins e De Paula (2018), os estudos sobre acidez e basicidade envolvem quase sempre a interação em água, logo, as ideias de Arrhenius bem como as de Bronsted-Lowry se encaixam nas explicações práticas da maioria dos fenômenos que envolvam a temática.

Em 1923 o norte-americano Gilbert Newton Lewis e colaboradores do seu laboratório de pesquisa, expuseram as vantagens e desvantagens das possibilidades de se definir ácidos e bases, alegando que a mais satisfatória se basearia na teoria do par de elétrons, visto que havia escrito um livro chamado *Valence and the structure of atoms and molecules*. Lewis atacou veementemente a teoria protônica (principalmente Bronsted), em um artigo de 1938 intitulado *Acids and bases*, onde ele cita que o “culto moderno ao próton” não permitiu vislumbrar uma extensão mais abrangente de tais conceitos (Silva e Aricó, 2018).

A definição de reações ácido-base segundo Lewis foi estendida para substâncias que não continham hidrogênio em sua estrutura, mas envolviam a aceitação e doação do par de elétrons (Chagas, 1999; Nunes *et al.* 2016):



Porém, os diversos nomes dados as espécies envolvidas (aduto, sal complexo, doador-receptor, eletrófilo-nucleófilo) e a generalização da teoria (de reações simples a sínteses orgânicas e de complexos – por Lowry, Robinson, Ingold, Sidwick

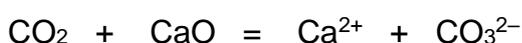
e Lapworth) não foram fatores que contribuíram para que esta teoria fosse mais aceita didaticamente. Devido a isso, Lewis escreveu o artigo em 1938, onde explica fenômenos macroscópicos baseados na sua teoria microscópica (Chagas, 1999).

A quantificação da teoria eletrônica foi uma consequência do seu desenvolvimento, onde entre vários estudos envolvidos pode-se citar (Chagas, 1999):

- uso de agentes quelantes (como o EDTA), por G. Schwarzenbach em 1940;
- conceituação de ácidos duros e moles, por R. Pearson em 1963;
- previsibilidade das equações de formação de adutos pelas equações EC, por R. Drago, a partir da década de 60;
- uso dos conceitos eletrônicas na química supramolecular na década de 70, por Lehn.

Convém um adendo sobre o uso do conceito de Pearson sobre ácidos e bases (duros e moles), onde uma espécie mole tem alta polarização, e uma espécie dura uma menor polarização. Esta “moleza ou dureza” é obtida a partir dos valores de afinidade eletrônica e de potencial de ionização, entretanto, usando-se a teoria dos orbitais moleculares pode-se saber as espécies duras e moles, e isto vem sendo usado com relativo sucesso nos estudos de química orgânica (Vasconcellos, 2014).

As teorias protônica e eletrônica contribuíram para outras teorias que visavam ampliar os conceitos e dar de fato uma aplicabilidade, como explicar, por exemplo, as reações da metalurgia (líquidos fundidos iônicos) e dos sistemas geoquímicos. Estes fenômenos foram explicados baseando-se na aceitação (ácido) e doação (base) do íon óxido (O^{2-}), proposta por H. Lux em 1939 (aprimorada por Håkon Flood), que considerava as interações como uma neutralização (Chagas, 1999; Nunes *et al.* 2016):



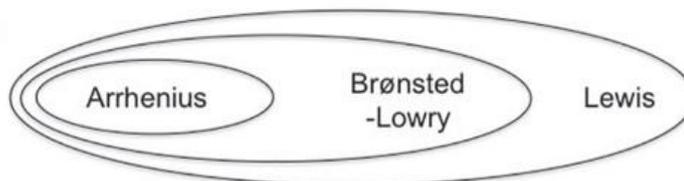
Ainda em 1939 uma teoria que não gerou praticamente nenhuma linha de pesquisa apesar de constar em vários textos foi a Teoria de Usanovich. Esta teoria tentava dar uma ideia geral para todas as teorias existentes e acreditava que ácidos

e bases ao reagirem formariam sais por meio da doação-aceitação de cátion, ânions ou elétrons, o que se assemelhava bastante a teoria de Ingold sobre reagentes eletrófilos e nucleófilos (Nunes *et al.* 2016).

Utilizando-se da ideia de cátion e ânion característico, como por exemplo, H^+ (Bronsted) e O^{2-} (Lux), I. Lindqvist e V.Gutmann em 1954, propuseram uma generalização de todas as outras teorias, chamada de Teoria Ionoprótica, porém, acabaram por contribuir para o crescimento e consolidação da teoria eletrônica devido principalmente sua teoria não gerar nenhuma linha de pesquisa (Chagas, 1999; Nunes *et al.* 2016).

Pode-se dizer que nenhuma das teorias se contrapunha a outra, e na verdade todas elas se propuseram a explicar os fenômenos sobre as mais diversas óticas e de certo modo as que conseguiram alavancar maior poder didático e de linhas de pesquisa foram as teorias eletrônica e protônica.

Figura 5 - Relações conceituais das teorias ácido-base comumente estudadas



Fonte: Souza e Silva (2017).

Em suma, pode-se afirmar que restringir o conceito ácido-base a presença de um solvente ou de uma espécie, é o mesmo que restringir o conceito de oxidação apenas a presença de oxigênio.

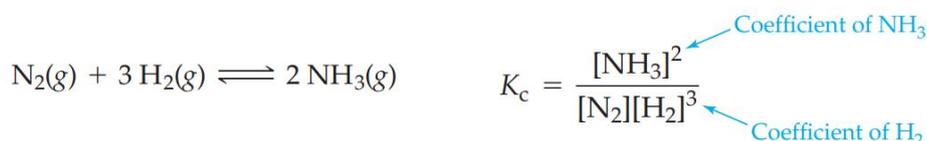
2.5.2 Acidez e basicidade pela ótica do equilíbrio químico

Ao se estudar o conteúdo equilíbrio químico no ensino médio, tem-se que pelo menos mais da metade de sua abordagem se refere a temática acidez e basicidade, haja visto, que os conhecimentos atrelados ao equilíbrio dão subsídios para o entendimento, digamos mais científico, desta temática. Podemos citar, por exemplo,

a força ácida e básica, a explicação da escala de pH, a hidrólise salina, bem como a interação entre os indicadores e substâncias de características ácidas e básicas, tendo como base os conhecimentos de equilíbrio (e suas constantes) e do deslocamento de equilíbrio químico – Princípio de Le Chatelier (Atkins e De Paula, 2018; McMurry e Fay, 2012).

Podemos entender o equilíbrio químico, como bem colocado por Chang (2013): “O equilíbrio químico se caracteriza por ser dinâmico. Mesmo não se notando alteração a nível macroscópico, a nível microscópico continua a ocorrer reação com a mesma rapidez nos sentidos direto e inverso”. A todo equilíbrio está associado uma constante de equilíbrio (K_{eq} , e associada as concentrações molares pode-se usar K_c), e isto foi observado em 1864 pelos noruegueses Cato Maximilian Guldberg e Peter Waage ao estudar inúmeras reações que atingiam o equilíbrio químico, associando-o às concentrações molares das espécies envolvidas (McMurry e Fay, 2012).

Figura 6 - Exemplo de uma reação de equilíbrio químico e a expressão da constante



Fonte: McMurry e Fay, 2012

Estudos que relacionam a constante de acidez (K_a , e seu logaritmo negativo na base 10, $\text{p}K_a$) são recorrentes em trabalhos acadêmicos, como por exemplo, a relação entre o $\text{p}K_a$ de indicadores e os sistemas coloidais (Previdello *et al.*, 2006). Ainda segundo o autor

“O equilíbrio químico envolvendo ácidos e bases, principalmente em meio aquoso, é de fundamental importância, haja vista sua atuação em uma variedade de funções nos organismos vivos, como transporte de elétrons e respiração, e na construção de dispositivos eletrônicos”. (Harris, 2001, apud Previdello *et al.*, 2006 p.600)

E dessa forma, a força de espécies de características ácidas e básicas (principalmente em meio aquoso), está relacionada com as constantes de ionização/dissociação (ácida ou básica), pois, pela própria definição, a constante é proporcional aos produtos da reação (Chang, 2013).

Figura 7 - Relação K_a , pK_a e força ácida

———— Força do ácido aumenta ———>		
ÁCIDO PROPANOICO	ÁCIDO ACÉTICO	ÁCIDO FÓRMICO
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	HCO_2H
$K_a = 1,3 \times 10^{-5}$	$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$	$K_a = 1,8 \times 10^{-4}$
$pK_a = 4,89$	$pK_a = 4,74$	$pK_a = 3,74$
———— pK_a diminui ———>		

Fonte: Kotz *et al.* (2016)

Pode-se pensar também nas forças relativas de ácidos e bases relacionando-os aos seus pares conjugados – ideia de Bronsted-Lowry (Kotz *et al.*, 2016):

Figura 8 - Força ácida e básica e suas constantes

———— Aumento da força do ácido ———>		
HCO_3^-	HClO	HF
$K_a = 4,8 \times 10^{-11}$	$K_a = 3,5 \times 10^{-8}$	$K_a = 7,2 \times 10^{-4}$
e suas bases conjugadas tornam-se mais fortes de F^- para ClO^- para CO_3^{2-} .		
<———— Aumento da força da base ———		
CO_3^{2-}	ClO^-	F^-
$K_b = 2,1 \times 10^{-4}$	$K_b = 2,9 \times 10^{-7}$	$K_a = 1,4 \times 10^{-11}$

Fonte: Kotz *et al.* (2016)

De acordo com Kotz *et al.*, (2016 p.321), “A autoionização da água é o ponto de partida de nossos conceitos de comportamento aquoso ácido-base.” E isto é tão importante, que a constante recebe um símbolo especial, chamado de K_w , que é a

constante de ionização da água (de acordo com as definições para a expressão da constante de equilíbrio, não se inclui a água enquanto solvente nesta expressão):

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \quad \text{a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

A partir do exposto, ainda segundo Kotz *et al.*, (2016), temos a expressão de cálculo de pH ou de pOH de uma solução ao tomar como definição “o negativo do logaritmo de base 10 da concentração de íons hidrônio (ou do íon hidróxido)”:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{e} \quad \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Figura 9 - Relação entre as concentrações dos íons hidrônio e hidróxido e do pH e pOH a 25 °C

	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{OH}^-]$	pOH
Básico	14,00	$1,0 \times 10^{-14}$	$1,0 \times 10^0$	0,00
	10,00	$1,0 \times 10^{-10}$	$1,0 \times 10^{-4}$	4,00
Neutro	7,00	$1,0 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$	7,00
Ácido	4,00	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-10}$	10,00
	0,00	$1,0 \times 10^0$	$1,0 \times 10^{-14}$	14,00

Fonte: Kotz *et al.* (2016)

As substâncias chamadas sais também se relacionam com o equilíbrio químico, já que muitas dessas espécies ao interagirem com a água podem alterar o caráter do meio (ácido ou básico), contudo, segundo aponta McMurry e Fai (2012): “Embora a reação de um cátion ou ânion de um sal com água para produzir íons é às vezes chamado de reação de hidrólise do sal, não há diferença fundamental entre uma reação de hidrólise de sal e qualquer outra reação ácido-base de Brønsted-Lowry.”

Deste modo, pode-se pensar na interação dos íons dissociados do sal, com a água. Atkins, Jones e Laverman (2018) mostram que:

- Nenhum cátion metálico atua como base. Ou se mantem neutro (carga baixa e raio grande apresentando pouco efeito polarizante), ou origina soluções ácidas (cátions metálicos, com carga elevada e raio pequeno). Os cátions não-metálicos que são

ácidos conjugados originados de bases fracas (como os íons NH_4^+ e CH_3NH_2^+ , por exemplo) apresentam caráter ácido.

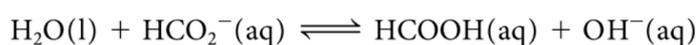
- Ânions quase sempre atuam como bases, exceto os oriundos de ácido conjugado forte. Assim, apenas alguns tem caráter ácido e poucos outros tem caráter neutro.

Figura 10 - Propriedades ácido-base de alguns íons em solução aquosa

NEUTRO		BÁSICO			ÁCIDO	
Ânions	Cl^-	NO_3^-	CH_3CO_2^-	CN^-	SO_4^{2-}	HSO_4^-
	Br^-	ClO_4^-	HCO_2^-	PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}	H_2PO_4^-
	I^-		CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_3^{2-}	HSO_3^-
			S^{2-}	HS^-	OCl^-	
			F^-	NO_2^-		
Cátions	Li^+		$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ (por exemplo)			$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ e cátions hidratados de metais de transição (como $\text{NH}_4^+[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$)
	Na^+	Ca^{2+}				
	K^+	Ba^{2+}				

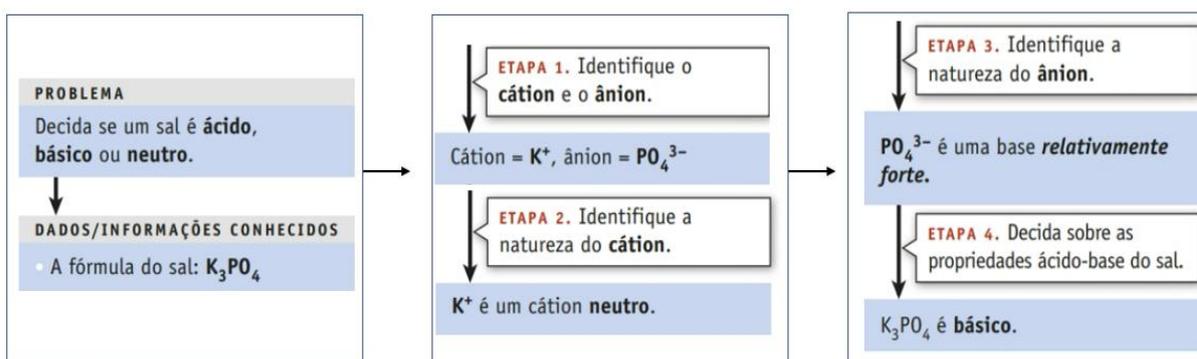
Fonte: Kotz *et al.* (2016)

Como exemplo do exposto, temos as reações (Atkins, Jones e Laverman, 2018):



Então, pode-se saber, a partir dos íons que compõe o sal o seu caráter:

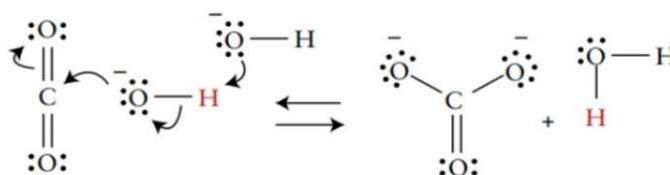
Figura 11 - Caminho para identificar o caráter ácido ou básico de uma solução salina



Fonte: Kotz *et al.* (2016)

Caso se tenha cátion e ânion hidrolisáveis, os valores das constantes K_a e K_b é que definirão o caráter ácido ou básico da solução (McMurry e Fay, 2012).

Aqui um adendo: os óxidos também podem apresentar soluções com pH ácido ou básico. Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018 p.428), “os metais formam, em geral, óxidos básicos e os não metais formam óxidos ácidos”, e assinala que alguns podem ser anfóteros (como BeO , e Al_2O_3 , por exemplo). Porém, segundo o autor, estas reações de óxidos com a água são mais complexas do que parecem à primeira vista, pois, envolvem doação-aceitação de prótons e/ou par de elétrons pelas espécies envolvidas, como mostrado:



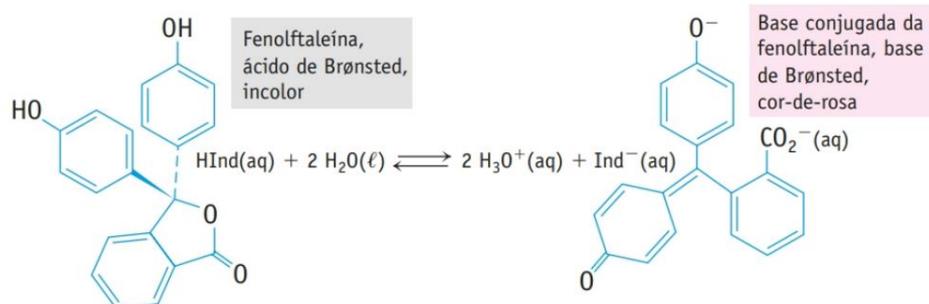
O equilíbrio químico também explica (baseado no Princípio de Le Chatelier), por exemplo, a alteração de cor observada nos indicadores ácido-base e também a relação pH e pK_a na absorção de fármacos (matematicamente representada pela Equação de Henderson-Hasselbach). Este Princípio, segundo McMurry e Fay (2012), diz que “se uma tensão de concentração, pressão ou temperatura for aplicado a uma mistura de reação em equilíbrio, a reação líquida ocorre na direção que alivie o estresse. A reação líquida continua até que um novo estado de equilíbrio seja alcançado”.

Logo, associando este Princípio ao equilíbrio envolvendo indicadores (que na sua maioria são ácidos ou bases fracos como fora explicado anteriormente), temos segundo Kotz *et al.* (2016), que “a característica importante dos indicadores ácido-base é que a forma ácida do composto (HInd) tem uma cor e a base conjugada (Ind^-) tem outra”. Como exemplo, tem-se a fenolftaleína que se apresenta incolor em meio ácido, porém ao se adicionar íons OH^- estes reagem com os íons H_3O^+ presentes no

equilíbrio químico, deslocando o equilíbrio para a direita, no sentido dos produtos, e desse modo prevalece a coloração rosa. Ainda segundo os autores tem-se que:

- quando a concentração de íon hidrônio é equivalente ao valor de K_a (ou quando $\text{pH} = \text{p}K_a$), então $[\text{HInd}] = [\text{Ind}^-]$
- quando $[\text{H}_3\text{O}^+] > K_a$ (ou $\text{pH} < \text{p}K_a$), então $[\text{HInd}] > [\text{Ind}^-]$
- quando $[\text{H}_3\text{O}^+] < K_a$ (ou $\text{pH} > \text{p}K_a$), então $[\text{HInd}] < [\text{Ind}^-]$

Figura 12 - Equilíbrio químico do indicador fenolftaleína



Fonte: Kotz *et al.* (2016)

Os estudos de equilíbrio químico bem como dos conceitos ácido-base, tendem a formar um alicerce fundamental no estudo da temática acidez e basicidade, principalmente quando colocados em função da explicação de um fenômeno relacionado e não apenas impostos como mais um conteúdo de química.

2.5.3 Como os livros didáticos abordam a temática ácidos e bases

O livro didático segundo Marques *et al.* (2020), “estabelece relações entre o conhecimento científico apropriado na escola e o conhecimento informal aprendido no seu meio cultural”. Este recurso se depara com críticas ao longo dos anos, pois, não facilitaria o aprendizado da química, como observou há mais de 20 anos Mortimer (1998), já que muitos contemplavam a falta de praticidade e ideias

retrogradadas, não contribuindo para uma formação cidadã do estudante. Mortimer *et al.* (2000), indicaram haver ainda uma grande carga conteudista (conceitual), onde o aluno quase sempre não percebe interligações entre o que está estudando, e assim, seria forçado a memorizar uma infinidade de definições, métodos e fórmulas, mostrados a cada aula e a cada capítulo dos livros. Desse modo, para o aluno, seria quase impossível em um tempo relativamente curto, compreender e correlacionar tudo que é mostrado, e assim, no geral, o aprendizado significativo fica em segundo plano.

Um conteúdo que foi (e é) tema de discussão, aborda exatamente acidez e basicidade: funções inorgânicas (ácidos, bases, sais¹ e óxidos²). Em 1999, um artigo de Reinaldo Calixto de Campos e Reinaldo Carvalho Silva, publicado na revista *Química Nova na Escola*, n. 9, tecia críticas a abordagem desse conteúdo. No tocante as teorias ácido e base, Campos e Lima (1999) indicam que estas apesar de serem “diferentes em abrangência e significado, guardam entre si certa articulação”. Os autores demonstram reverência ao fato de Arrhenius ter sido o primeiro a propor a ideia relacional para ácidos e bases, haja visto as concepções anteriores puramente constitucionais para ácidos, como possuidores de: sabor azedo, oxigênio, hidrogênio. Ainda segundo os autores, a temática se desenrolaria nos livros didáticos de química por vias mais constitucionais e não por motivos relacionais, trazendo aos estudantes apenas uma profusão de classificações e nomenclaturas. Segundo os autores:

Há sais que são ácidos, há óxidos que são bases, há óxidos que são sais ou mesmo ácidos que são bases. Isso ocorre porque o comportamento das espécies químicas é sempre relativo (à outra espécie com que a interação é estabelecida) ou porque o próprio conceito inclui mais de uma das citadas categorias. Se sal é uma espécie de elevado caráter iônico e óxido um composto binário de oxigênio, é claro que há óxidos que são sais e vice-versa. Por exemplo, CaO, usando critérios encontrados no próprio livro, tem caráter iônico de 79%. Logo, CaO é um sal. Mas CaO é também um composto binário de oxigênio. Logo, CaO é um óxido. (Campos e Silva, 1999 p.19)

¹ De acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), sal é todo composto constituído pela união de cátions e ânions (Gold Book – IUPAC, 2014).

² A IUPAC não cunha uma definição em seu Gold Book (2014) para óxidos. Tem-se “oxid network”, e pontua: “Network comprising only metal–oxygen linkages”, em tradução livre: “Rede composta apenas por ligações metal-oxigênio”. Possivelmente venha daí a ideia da binariedade da definição encontrada nos livros.

Abrantes, Resende Filho e Simões (2020), corroboram com o exposto por Campos e Lima (1999) apontando que a abordagem dos sais em funções inorgânicas, deveria ser revista, e argumentam que a falta de distinção correta na classificação pode levar a confusões e, conseqüentemente, impedir o avanço do conhecimento e citam como exemplo, a forma como os termos "sal ácido", "sal básico" e "sal neutro" são tratados como sinônimos de "hidrogenossal", "hidroxissal" e "sal normal", respectivamente. Ainda segundo os autores, outro ponto destacado é a categorização inadequada do sal como "função inorgânica", pois, essa abordagem pode levar a uma compreensão equivocada sobre o comportamento desses compostos com base em propriedades funcionais comuns, logo, essa forma de classificar deve ser eliminada dos livros de química do Ensino Médio e do vocabulário de muitos professores, substituindo-a por "uma abordagem dinâmica das reações físico-química envolvidas."

Por outro lado, Lima e Moradillo (2019) em seu artigo "Ácidos e Bases nos Livros Didáticos: Ainda Duas das Quatro Funções da Química Inorgânica?" publicado na revista Química Nova na Escola Vol. 41, Nº 3, de agosto de 2019, observam que este levantamento feito há 20 anos por Campos e Lima (1999), encorajou de certa forma a um questionamento pertinente a maneira com o qual os conteúdos estão dispostos, e isto repercutiu em duas frentes: a importância da pesquisa no âmbito do ensino de química e as mudanças observadas nos últimos anos na maioria dos livros didáticos de química, ou seja, é a pesquisa "chegando aos livros didáticos". E isto encontrou eco no trabalho de Marques *et al.* (2020), ao averiguar um dos livros escolhidos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2015): "Química Cidadã", volume I, de Wildson Santos e Gerson Mól (de 2013), referente ao conteúdo ácidos e bases, onde a obra "traz questionamento ao aluno no decorrer do conteúdo, estimulando a discutir, refletir e relacionar o assunto com suas concepções da vida cotidiana". O que também foi notado no trabalho de Costa, Silva e Albuquerque (2018), ao analisar este mesmo livro (na verdade os volumes I e II da coleção), referente a esta temática, onde os parâmetros condizentes com a pesquisa que realizaram "(Teoria ácido-base, imagens, História da Química, experimentos, exercícios propostos)", foram observados.

Segundo Lima e Moradillo (2019), o livro "Química" de Ciscato, Pereira, Chemello e Proti, do ano de 2016, (aprovado pela primeira vez no PNLD 2018) nos seus volumes 1 e 2, tratam da temática de forma "a ter mais coerência na abordagem" e também chamam a atenção para o "critério de classificação comportamental". Ainda segundo os autores, o livro "Química" de Mortimer e Machado de 2016 (também aprovado pelo PNLD 2018), aborda a temática nos seus volumes 2 e 3, trazendo "ganho epistemológico na organização e didatização desses conhecimentos", bem como propõem "sobre o que essas substâncias têm em comum em termos de comportamento ácido-básico". Acerca de outros conteúdos, Marcondes e Silva (2022) concluíram, analisando também livros aprovados pelo PNLD 2018, que estes, tendo como base trabalhos "inovadores", trazem elementos com "outros aspectos que não apenas o conteúdo científico", como também buscam "aproximações entre arte e ciência por meio de obras de arte" e propõem "a atuação do aluno enquanto protagonista no processo de aprendizagem".

Quadro 10 - Livros didáticos de química aprovados nos três últimos PNLD.

PNLD	Título	Autor(es)
2015	Ser protagonista- Química	Antunes (2013).
	Química	Fonseca (2013).
	Química	Mortimer e Machado (2013).
	Química cidadã	Santos <i>et al.</i> (2013).
2018	Química	Fonseca (2016).
	Química	Mortimer e Machado (2016).
	Química cidadã	Castro <i>et al.</i> (2016).
	Ser protagonista - Química	Bruni <i>et. al</i> (2016).
	Vivá – Química	Novais e Antunes (2016).
	Química	Ciscato <i>et. al</i> (2016)
2021	Ciências da Natureza – Lopes & Rosso	Lopes e Rosso (2020)
	Conexões - Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Thompson <i>et. al</i> (2020)
	Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Santos <i>et.al</i> (2020)
	Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar	Mortimer <i>et.al</i> (2020)
	Moderna Plus – Ciências da natureza e suas Tecnologias	Amabis <i>et.al</i> (2020)
	Multiversos – Ciências da Natureza	Godoy, Agnolo e Melo (2020)
	Ser Protagonista – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Aoki <i>et.al</i> (2020)

Fonte: Marcondes e Silva (2020) e do autor (baseado em ufal.br, 2021)

Fazendo uma síntese, a intenção aqui não é discutir aspectos voltados a forma de apresentação do livro didático de química em si (textos, imagens, historicidade e outros), mas sim, como a temática acidez e basicidade está sendo conduzida no que tange aos conhecimentos conceituais atrelados a ela ao longo da obra ou coleção. Para tal, escolhemos um livro didático aprovado nos seguintes PNLD: 2015, 2018 e 2021; bem como a Proposta Curricular do Ensino Médio formatada pelo Governo do Estado Paraíba (Paraíba Educa, 2021). Para compor o exposto, a escolha dos livros do PNLD 2015 e do PNLD 2018, se deu devido as colocações de um viés mais dinâmico nas suas abordagens conforme explicita as observações dos pesquisadores utilizados como referência neste trecho do trabalho (Marques *et al.*, 2020; Costa, Silva e Albuquerque, 2018; Lima e Moradillo, 2020). O livro do PNLD 2021 se refere a coleção “Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias (2020)”, dos autores Carlos Magno A. Torres, Eduardo Leite do Canto, Gilberto Rodrigues Martho, José Mariano Amabis, Júlio Soares, Laura Celloto Canto Leite, Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Cesar Martins Penteadó.

Figura 13 - Vol.1 do livro didático de química e proposta curricular do ensino médio adotado pelo Governo do Estado da Paraíba



Fonte: do autor

Esta coleção foi escolhida, pois, foi adotada pelo Governo do Estado da Paraíba, (com a ideia da “reforma” do Ensino Médio), já constando com a abordagem por área do conhecimento, no caso, “Ciências da Natureza”, ao invés da divisão tradicional em química, física e biologia, trazendo este apanhado em seis volumes.

No quadro a seguir, apresentaremos como a temática acidez e basicidade está disposta ao longo dos livros (ou da coleção) e também da proposta curricular da Paraíba supracitados:

Quadro 11 - Acidez e basicidade nos livros didáticos escolhidos e na proposta paraibana

PNL D (e proposta)	Livro (e autores)	Algo sobre a temática nos tópicos e/ou capítulos
2015	“Química cidadã” (Santos <i>et al.</i> , 2013).	- Substâncias inorgânicas (vol.1) - Equilíbrio químico (vol. 2)
2018	“Química” (Ciscato <i>et al.</i> , 2016)	- A chuva ácida e o estudo das substâncias envolvidas em sua formação (vol.1) - Reações reversíveis e o equilíbrio químico (vol.2) - O pH de uma solução e a hidrólise salina (vol.2). - Solubilidade e caráter ácido-base (vol.3).
2021	“Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (Amabis <i>et. al</i> , 2020)	- Compostos inorgânicos (vol.2) - Acidez e basicidade de soluções aquosas (vol.4) - Algumas aplicações da escala de pH (vol.4) - Ácidos e bases na química orgânica (vol.4)
Proposta paraibana	Proposta Curricular do Ensino Médio – PB (2021)	- Compostos Inorgânicos (Ácidos, Bases, Sais e Óxidos). - Equilíbrio nas Transformações Químicas - Compostos Orgânicos Oxigenados e Nitrogenadas (Estrutura e propriedades)

Fonte: do autor

Temos então, que não se observa grandes alterações na disposição da temática acidez e basicidade (que é contemplada em momentos diferentes nas obras), ao compararmos os livros descritos no quadro acima, bem como a Proposta Curricular. Sobre isto, Campos e Silva (1999) atestam que: “não é só na forma que a escola é conservadora, mas também — e talvez até mais — no conteúdo. Muda o mundo, avança o conhecimento, e o que se define como básico para ensinar continua o mesmo”. Contudo, observamos que uma grande mudança na abordagem da temática foi em relação ao distanciamento do termo “funções inorgânicas” nos livros, o que indica que o trabalho de Campos e Lima (1999) deu frutos, e como bem analisado por Silva, Alves e Andrade (2019), “as mudanças efetivas são lentas, conduzindo à conclusão que o currículo em sentido lato demora anos para se

adequar e mantém, não raramente, traços intensos de sua configuração anterior”. De toda forma, os autores indicam uma mudança nos livros didáticos na perspectiva de inclusão de temáticas contextuais como “alimentos, controle de qualidade, efeito estufa, água, aparelhos eletrônicos, radiação, poluição, agrotóxicos e camada de ozônio”, o que denota que o currículo no Brasil vive um novo capítulo.

2.5.4 Como os professores abordam

No que diz respeito ao trabalho dos docentes, pode-se afirmar de forma geral, que as práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores em sala de aula reproduzem suas próprias ideias de conhecimento, ensino e aprendizagem, e isto de certa forma está relacionado a ideia de observar a ciência sob um único aspecto durante sua formação inicial, assim tem-se uma distância e uma disparidade entre o programa escrito pelos professores e a sua ação pedagógica efetiva (Maldaner, 2000).

Tavares e Rogado (2019), observaram no que concerne a isto, que os professores também relatam a dificuldade na realização de aulas experimentais e alegam que “tem que seguir o programa” dos mais diversos vestibulares e isto acaba por afetar uma abordagem mais dinâmica contextualizada da temática, bem como a apatia dos alunos frente aos conteúdos apresentados. Nota-se nestes termos, que boa parte dos professores acabam por abrir mão da elaboração dos programas para seguir à risca o que é proposto pelo livro didático, pois, seria um caminho mais fácil, já pronto. Então, se por um lado o livro didático é um recurso valioso, por outro lado, tem-se um engessamento da prática pedagógica e isto termina por dificultar o exercício criativo e autônomo dos professores (Maia e Villani, 2016).

Segundo Furió-Más *et al.*, (2007), o conhecimento mostrado é apresentado de forma cumulativa e linear, não citando, por exemplo, a historicidade envolvida por trás de cada teoria e tendem a confundir (tanto professores, quanto alunos e até o próprio livro didático) a substância ácida com a partícula ou molécula, mesclando o macro e o micro e vendo teorias como a de Bronsted e a de Lewis como uma simples ampliação da teoria de Arrhenius. Nesta linha, Tavares e Rogado (2019), evidenciam, portanto, que a ação pedagógica sem a devida problematização e que

contemple apenas uma teoria ácido-base (Arrhenius) e de uma forma não corretamente apresentada, acaba por demonstrar infelizmente, que o conhecimento científico é algo pronto e sem dinamismo.

No que concerne à formação de professores, o livro “Construindo o Novo Ensino Médio: Projetos Interdisciplinares – Química (2021)”, dos autores Edenia Amaral, Mauricio Pietrocola, Ruth do Nascimento Firme e Thiago Antunes Souza, “representa uma inovação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) nas escolas” (pnld.nees.ufal.br, 2021). Deste modo tem-se propostas de interligação com as mais diversas disciplinas na forma de projetos didáticos, e assim, no que diz respeito ao conhecimento químico, por exemplo, a temática combustível (“A produção e uso de combustíveis e os impactos ambientais decorrentes”) é utilizada como enredo que trata dos mais diversos conhecimentos conceituais como: funções orgânicas, processos de separação de misturas, reações químicas e termoquímica (Amaral *et. al*, 2021 p. 151). Observa-se então, nesta obra, os conteúdos a serviço da explicação de uma temática (e não o contrário como quase sempre fazemos na nossa prática) que tem o poder de envolver as mais diferentes áreas.

A abordagem proposta neste trabalho não segue a sequência tradicional de conteúdos dos livros didáticos usuais, e os professores têm a liberdade de escolher materiais motivadores conforme a necessidade do momento, podendo desse modo, também torna-la interdisciplinar. Essa abordagem, então, tem potencial para explorar conhecimentos conceituais da química e de outras disciplinas, incentivando a reflexão sobre o próprio modo de pensar e os saberes adquiridos através da vivência.

Espera-se então, que o professor identifique elementos que ampliem sua prática, indo além do que diz os livros didáticos, sempre se adaptando aos mais diversos contextos, ou seja, ter a ousadia de usar o livro "desrespeitando-o" como uma forma de livrar-se das máscaras no que concerne a sua ação pedagógica.

2.5.4.1 “O que” ensinar, ao invés de “como” ensinar

Creio que chegamos numa discussão do trabalho que se refere mais a “o que ensinar” em detrimento do “como ensinar”. Acerca disto, compartilhamos da mesma

opinião de Santos e Neto (2021), que afirmam que o ensino de Química tem sido influenciado por algumas pesquisas relevantes que abordaram essa questão, no entanto, atualmente, há poucos trabalhos que se dedicam a enfrentar esse ponto do “o que se ensinar”, e isto pode ser explicado pelo fato de que muitas vezes a discussão se concentra mais em "como ensinar" (formas de ensino) do que em "o que ensinar" (conteúdos). Segundo os autores observaram em um livro didático (LD) analisado no artigo, “são inseridas atividades investigativas e temas para tratamento dos conteúdos químicos, sendo que o conteúdo não é mais colocado apenas em si mesmo, mas é apresentado uma forma mais explícita de como abordar esses conteúdos”, o que demonstra uma certa modificação da maneira de lidar com os mesmos.

Em relação a alteração no modo de como se abordam os conteúdos nos livros didáticos atuais tem-se

[...] uma mudança significativa na estruturação e organização desses materiais, sendo inserida uma abordagem mais voltada para a implementação dos conteúdos a partir dos temas característicos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), fruto desse desenvolvimento a partir dos núcleos de educação em Química. (Santos e Neto, 2021 p.5).

No nosso trabalho diário com os livros didáticos observamos alguns ganhos no que diz respeito a aspectos mais contextualizadores de tratamento de conteúdos (o tal “o que ensinar”) como, por exemplo, o foco em aspectos qualitativos do estudo de cinética química ao invés de abordagens mais quantitativas, e a nomenclatura orgânica sendo vista em um único tópico e não de forma separada para cada função orgânica que passava a ideia que teríamos "nomenclaturas diferentes" (sendo o prefixo - número de carbonos - e o infixos - tipo de ligação entre eles - inerente a qualquer função orgânica, mudando apenas o sufixo que é referente a função orgânica em questão).

E aqui deixa-se alguns questionamentos acerca da disposição dos conteúdos trazidos historicamente nos livros didáticos:

- Por que não se iniciar introdução a química orgânica ressaltando suas fórmulas estruturais e as cadeias carbônicas, bem como o reconhecimento das principais

funções orgânicas, quando se estuda sobre ligações químicas interatômicas no tocante a ligação covalente?

- Ao estudar-se forças intermoleculares, porque não se aborda de maneira mais incisiva o uso e funcionamento de sabões e detergentes bem como as separações de misturas?

- Qual o impedimento de não se tratar a temática radioatividade no contexto de estrutura atômica, bem como introduzir algo relacionado a nanotecnologia?

- Porque a temática acidez e basicidade tem necessariamente de ser mostrada em dois ou três momentos de uma obra?

Esses questionamentos visam apenas mostrar que os conhecimentos conceituais são meios (e não o fim) para serem utilizados conforme a temática trabalhada, e isto nos dá um leque de opções de abordagem do conhecimento químico.

A discussão apresentada neste tópico, sugere uma revisão crítica sobre como os conteúdos são apresentados nos livros didáticos, propondo uma integração mais significativa e contextualizada dos temas e isto pode ser viabilizado tendo como suporte a Teoria dos Perfil Conceitual, pois, pode-se guiar o aprendizado do estudante para saberes mais científicos compreendendo que este pode conviver em harmonia com seus conhecimentos prévios sobre a temática em questão.

Para o desenho de uma sequência didática, isso implica em uma seleção criteriosa dos conteúdos, organização lógica e contextualização relevante para os estudantes. No tocante a análise dos dados, a eficácia dessas abordagens deve ser avaliada para verificar seu impacto no aprendizado e engajamento dos estudantes. Assim, este processo de planejamento e avaliação pode levar a uma melhoria contínua no ensino de Química, tornando-o mais significativo e eficaz.

3 METODOLOGIA

Nesta parte do nosso trabalho será apresentada a descrição metodológica elaborada para essa pesquisa, tratando: da abordagem qualitativa; dos atores da pesquisa; do desenho da sequência didática; do funcionamento da sequência de didática; da coleta e análise dos dados; da preocupação ética.

3.1 ABORDAGEM QUALITATIVA

Schirlo e Silva (2013) afirmam que a pesquisa de forma qualitativa deve-se permear da coleta de dados, dos procedimentos de interpretação e organização destes, e dos relatórios. González (2020), alega que a qualidade do pesquisador em sala, deve ser tal que ele consiga interagir com os estudantes, porém, o professor terá que ter várias facetas como professor-facilitador e pesquisar, não deixando relegado o compromisso ético e coerente da sua pesquisa, por conseguinte, o professor pesquisador está em uma gama de interações, e é a partir daí, que ocorre a produção dos conhecimentos e saberes, é o seu lugar epistemológico.

Como a nossa pesquisa é oriunda de um processo fundamentado em uma abordagem que envolve uma forma de investigação baseada na reflexão subjetiva e com autonomia, com ênfase na qualidade do trabalho científico, tem-se uma pesquisa caracterizada de fato como qualitativa (Severino, 2007). Assim, Gengnagel e Pasinato (2012), defendem que o professor deve usar a pesquisa-ação diretamente no escopo escolar, pois, esta se dá de forma mais efetiva devido sua maior cooperação sobre a realidade vivida, posto isso, pode-se então pensar que o professor pesquisador apresenta um viés crítico, logo, pode provocar mudanças no aprender e teorizar.

Usaremos também alguns dados quantitativos (gráficos que dizem respeito a periodicidade das zonas do perfil conceitual), mas, segundo Minayo (2003) “a pesquisa qualitativa não exclui a utilização de dados quantitativos, que podem complementá-la”, pois, o intuito é a análise qualitativa dos dados, e não tornar a parte numérica propriamente dita, como foco principal do processo de pesquisa.

Godoy (1995) afirma que a abordagem qualitativa “não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques”. E assim,

tornar o professor o próprio personagem formador da sua relação aprender-ensinar é uma das funções da pesquisa qualitativa, contribuindo para um ambiente mais criativo e menos reprodutivista.

3.1.1 Os atores e o lócus da pesquisa

O nosso campo de pesquisa é uma escola pública estadual da cidade de Pombal no sertão paraibano. A abordagem diferenciada para a temática foi aplicada em uma turma da 1ª série do ensino médio com 37 estudantes em 8 aulas. Tal turma foi escolhido devido apresentarem maior assiduidade nas aulas.

A temática trabalhada segue o cronograma pré-estabelecido pela escola, sendo comunicado a direção da mesma, que faríamos algumas gravações em áudio dos encontros e que garantiríamos a segurança e o anonimato dos estudantes (conforme assinatura consentida do TALE e TCLE), sendo assim, a abordagem se deu nas aulas do professor no turno normal de trabalho, sendo as ações bem esclarecidas aos mesmos. Como os estudantes já tinham obviamente algum contato com a química, fez-se inicialmente apenas uma breve revisão de alguns tópicos necessários para explanação da temática, como tabela periódica e ligações químicas, ainda assim, foi trabalhado alguns tópicos de química orgânica, pois, foram necessários para o melhor acompanhamento da temática.

3.2 DESENHO DA SEQUENCIA DIDÁTICA

Esta pesquisa, consiste na elaboração e aplicação de uma sequência de ensino e aprendizagem (sequência didática, SD), que é definida por Zabala (1998, p.18) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”, a partir de diversos contextos, que neste caso, dizem respeito aos mais diferentes modos de pensar e formas de falar sobre a temática acidez e basicidade, analisando e propondo como a construção da aprendizagem pode ser direcionada tendo como base a Teoria dos Perfis Conceituais e os pressupostos do Losango Didático de Méheut. Sendo assim, propusemos uma SD estruturada em situações na qual esta temática aparece, e assim articula-la às diversas zonas do perfil conceitual de substância associadas a

ácidos e bases, envolvendo como participantes os alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública, onde será apresentada uma abordagem diferenciada para uma temática tão presente na vida de todos nós.

Como colocado, temos que na SD os conteúdos que estão sendo ensinados precisam claramente demonstrar ou refletir as metas e objetivos educacionais planejados, pois, abrange-se desse modo, segundo Zabala (1998), três dimensões: conceitual (o que deve-se saber); procedimental (é o que se deve saber fazer); e atitudinal (como deve ser feito). Logo, a elaboração da SD envolve uma preparação pedagógica, onde a disposição e a progressão dos conteúdos devem ser logicamente interligadas.

Segundo Almouloud e Coutinho (2008), e Zabala (1998) apud Leite *et al.* (2020), as SD são frequentemente usadas para coletar dados em estudos educacionais visando melhorar o ensino e a aprendizagem, sendo este um objetivo deste tipo de abordagem, e ainda neste interim, destaca-se que as SD são usadas para fortalecer a ligação entre teoria e prática na formação de professores, visando melhorar a atuação docente na sala de aula por meio de várias intervenções que consideram as variáveis do ensino e aprendizagem.

No âmbito do ensino de Química, as mudanças recentes nas necessidades e direções educacionais sugerem uma abordagem mais dinâmica e contextualizada, e isso permitiria aos alunos aprenderem por meio de sequências didáticas (SD), principalmente devido à natureza experimental e explicativa da disciplina de Química (Leite *et al.*, 2020). Ou seja, ao utilizar situações do dia a dia dos alunos de forma interativa e dialogada, ajuda-os a envolvê-los com o assunto discutido. Isso auxilia no estímulo do pensamento crítico, incentivando os estudantes a refletirem, questionarem e analisarem o tema em questão com mais profundidade e de maneira mais reflexiva, e isto fora constatado em inúmeros trabalhos citados por Leite *et al.* (2020).

Neste propósito, o papel do professor, a dinâmica dos estudantes, o contexto material e o conteúdo científico, são alguns elementos fundamentais que devem ser considerados ao criar-se uma sequência de ensino e aprendizagem, ou seja, esta é uma interligação de atividades visando a aprendizagem do saber científico pelos estudantes. De acordo com as ideias anteriormente apresentadas, a sequência didática proposta procura, no seu viés epistemológico, unir diferentes maneiras de abordar o conceito de ácidos e bases através da criação de atividades concebidas

para oferecer situações variadas que permitam explorar o conceito de diversas maneiras, explorando contextos de diálogo entre o professor e os alunos, possibilitando a aproximação de diferentes perspectivas e ideias sobre o assunto, o que auxilia na compreensão da variedade de interpretações que os conceitos podem ter (isto se relaciona com as zonas do perfil conceitual dos estudantes).

Pensando no viés pedagógico dessas ideias, tais atividades foram planejadas visando estimular a participação ativa dos alunos, promovendo interações e debates em sala de aula. Assim, através desse processo, poderemos almejar que os estudantes tenham uma perspectiva de uma compreensão mais ampla do conceito, envolvendo diversas maneiras de pensar sobre a temática (enriquecimento das zonas do perfil conceitual).

Desse modo, a metodologia nesta SD, diz respeito ao que entendemos como uma nova visão sobre a temática ácidos e bases e uma das etapas para elaboração de materiais didáticos, onde, tem-se os passos abaixo explicitados no que tange a tais zonas:

1. Busca na literatura acerca das zonas de perfil conceitual propostos para o conceito de substância e também da sua associação a ácidos e bases (o foco principal).
2. Apanhado geral de todas as zonas propostas pelo perfil conceitual utilizado.
3. Identificar e sistematizar as zonas do perfil na turma aplicada mediante questionamentos prévios aos estudantes (identificar ideias iniciais).
4. Aprofundamento da explicação da temática com o intuito de enriquecimento de zonas do perfil mais atreladas ao conhecimento científico.
5. Aplicação de um questionário com posterior análise, que permita mapear como a abordagem contribuiu (ou não) para a tomada de consciência dos estudantes em relação a temática.

O questionário final (Anexo A) segue o que foi proposto no trabalho de Viggiano e Mattos (2007), no qual indicam que tal atividade (sendo esta de múltipla escolha) deve contemplar nas alternativas não apenas uma zona em específico, mas diferentes zonas, pois, assim, tem-se um apanhado geral da emergência das zonas explicitadas pelos estudantes na abordagem, podendo, então, serem analisadas e confrontadas com as primeiras ideias a respeito do conceito. Os autores reforçam que muitos outros trabalhos utilizaram os questionários, pois, permitiam uma amostragem maior, então, segundo eles:

(...) é indispensável, ao se levar em conta a hierarquia entre as zonas de perfil, que o instrumento proporcione o mesmo espaço para as diversas zonas, ou mesmo que em alguns casos possibilite a eleição de mais de uma zona de perfil conceitual. Deste ponto de vista poderíamos pensar que um bom questionário deve propiciar o estabelecimento de contextos em que seriam adequadas qualquer uma das zonas de perfil conceitual, ou ao menos algumas. (Viggiano e Mattos, 2007 p.5)

Desse modo, procuramos alinhar nosso questionário ao que foi aqui explicitado, bem como nos embasando no trabalho de Mendes e Silva (2012), onde foi realizado um questionário de múltipla escolha no contexto do mapeamento de zonas do perfil conceitual de substância com estudantes do Ensino Médio.

A partir dessas ideias, entende-se que a essência de uma Sequência Didática (SD) é estruturada com base na interação entre as partes e na continuidade das atividades para facilitar a compreensão dos alunos e isto conversa com os apanhados teóricos que nos embasamos nessa sequência de ensino e aprendizagem, deste modo, sua aplicação eficaz exige uma compreensão profunda dos aspectos educacionais e sociais relacionados aos temas ensinados, assim, fica evidente que usar a SD como meio para coletar informações ou como ferramenta de ensino requer uma preparação por parte do professor e isso se deve à necessidade de compreender detalhadamente os elementos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem.

3.3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA AULA A AULA

Nesta sequência didática não utilizamos os conteúdos como um fim, mas como um meio de explicação da temática. Por isso, não se dará ênfase nas aulas a “títulos”, com o nome direto do conteúdo como é abordado tradicionalmente nas aulas e nos livros didáticos para o ensino médio (funções inorgânicas, acidez e basicidade na química orgânica, equilíbrio iônico e outros). Conforme isto, o andamento da temática e o nível de aprofundamento, seguirá as ideias de Méheut, com a intenção primordial de acompanhar a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes embasada na Teoria dos Perfis Conceituais.

Foi feito também a interligação com as habilidades da BNCC, e como a temática ácido e base pode servir de norte para explicação de outros conteúdos de

química como também em comunhão com outras disciplinas. A organização da SD, está apresentada em seguida:

Quadro 12 - Visão geral da SD

Aula (50 min cada)	Habilidade (BNCC)	Objetivo	Proposta de ação	Recursos didáticos
01	EM13LP28 EM13LP39 EM13CNT104 EM13CNT303	Apurar os conhecimentos iniciais sobre a temática, bem como a análise de textos, imagens e vídeos onde esta aparece.	- Fazer um diagnóstico sobre a temática (identificar as zonas do perfil conceitual). - Leitura e debate do exposto.	- Recursos multimídia (computador TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
02 e 03	EM13CNT104 EM13CNT303	Utilizar o experimento para reconhecer o caráter ácido ou básico de diversos materiais.	- Realizar a experimentação com indicadores (viés histórico – racionalista macro) e inferir as impressões dos estudantes.	- Soluções dos materiais e vidrarias - Laboratório (ou sala de aula)
04 e 05	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT303 EM13CNT307	Relacionar o pH à concentração de H^+ , e reconhecer o caráter ácido ou básico de substâncias a partir da interação com a água e/ou a partir da interação das espécies a nível microscópico, e assim compreender as teorias que sustentam os conceitos de ácidos e bases.	- Identificar noções empiristas (escala e cálculo do pH), e também as primeiras ideias racionalistas atômico-molecular e relacionistas: acidez e basicidade em meio aquoso (Arrhenius); entender as diferentes formas de se observar o fenômeno - as chamadas teorias ácido-base. - Debates sobre o exposto.	- Recursos multimídia (computador, TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
06 e 07	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT303 EM13CNT307	Utilizar ácidos e bases para explicação do equilíbrio químico (iônico); e reconhecer a força ácida e básica e a alteração no estado de equilíbrio quando da interação das substâncias (como a modificação da cor dos indicadores)	- Firmar as ideais relacionais da temática, associando-as ao equilíbrio químico: no tocante a força e ao deslocamento do equilíbrio (Princípio de Le Chatelier) - Debates sobre o exposto.	- Recursos multimídia (computador, TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
08	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT307	Apurar a apropriação (ou não) do conhecimento mais científico acerca da temática.	- Questionário visando inferir a apropriação de zonas mais científicas da temática ao longo da sequência didática.	- Questionário impresso

Fonte: do autor

No Anexo C, trazemos este quadro ampliado (especificando as habilidades), e no Anexo B algumas imagens relacionadas a aplicação da sequência didática.

AULA 01 – Conhecimento prévio dos estudantes e engajamento com a temática

Esta aula foi dividida em duas partes, sendo que a primeira parte da aula, objetivou compreender o que os alunos trazem de bagagem sobre a temática, e assim,

observarmos emergir os diferentes modos de pensar e formas de falar (zonas do perfil conceitual de substância associados a ácidos e bases). Então, foi realizada uma pequena atividade oral na forma de debate, mostrada abaixo:

Atividade 1 – Primeiras impressões sobre a temática

- 1) Para você o que são ácidos? Cite algum exemplo.
- 2) Você acha que a água sanitária e a soda cáustica são ácidas? Por que?
- 3) Você já ouviu falar do termo “pH”? Se sim, ele está relacionado ao que?

Na segunda parte desta aula, tivemos a intenção de engajar o estudante na temática, pois, segundo Melo (2017), a motivação dos alunos é influenciada pela contextualização do conhecimento científico, pelo empenho do professor e pela curiosidade pelo tema abordado.

Assim, foram expostos recortes de textos jornalísticos e científicos tratando da temática. Os textos serão:

- *Grupo que fraudava leite no Oeste é condenado por crimes contra o consumidor e a saúde pública* (Ministério Público de Santa Catarina, 2022)
- *Uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal* (Arruda et. al, 2018)
- *Introdução: natureza, desenvolvimento e regulação de fármacos* (livro Farmacologia Básica e Clínica - Katzung e Vanderah, 2017)
- *Vazamento de soda cáustica em rio da PB foi 'negligência operacional', conclui Ibama* (G1 Paraíba, 2018)

Figura 14 - Imagem dos textos motivadores

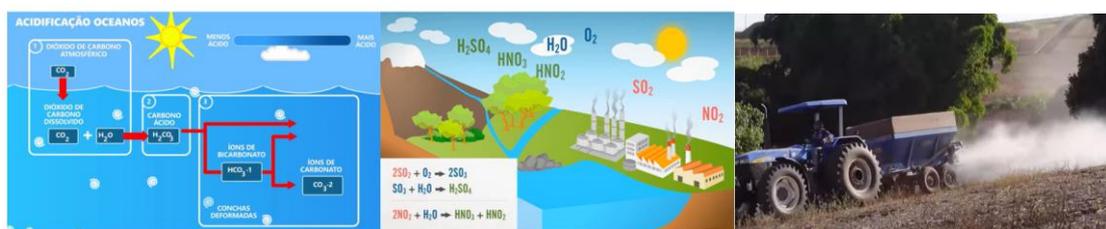


Fonte: Arruda *et.al* (2018), G1 Paraíba (2018), Katzung e Vanderah (2017), Ministério Público de Santa Catarina (2017)

Posteriormente socializamos alguns vídeos que também trazem a temática. Os vídeos tratavam de:

- *Aumento da acidez dos oceanos provocada pelo incremento da concentração de CO₂ na atmosfera*: vídeo disponível no canal Antártica ou Antártida?
- *Como se forma a chuva ácida e seus efeitos*: vídeo disponível no canal ProfessorGeo.
- *Como funciona o processo de calagem do solo*: vídeo disponível no canal Sementes do Agro.

Figura 15 - Imagem dos vídeos motivadores



Fonte: youtube (2023)

Ao final da aula foi comentado que uma das maneiras de identificar um sistema ácido ou básico era por meio da alteração de cor de espécies conhecidas como indicadores ácido-base. E usamos como exemplo os indicadores que tínhamos na escola (fenolftaleína e azul de bromotimol):

Figura 16 - Cores dos indicadores em meio ácido e básico

Indicador	Coloração
Fenolftaleína	incolor ÁCIDO rosa BÁSICO
Azul de bromotimol	amarelo ÁCIDO azul BÁSICO

Fonte: <https://www2.ufjf.br/> (adaptada)

Nestas aulas faz-se um experimento utilizando indicadores ácido-base. Os estudantes foram divididos em 6 grupos. A estratégia didática aqui adotada se relaciona com o apanhado histórico da temática, onde se identificava o caráter ácido ou básico por meio de indicadores (que podem ser extratos vegetais), muito antes de qualquer conceito constitucional ou relacional, ou seja, algo totalmente empírico. Para tal, foram utilizados os indicadores que dispúnhamos na escola, a saber: fenolftaleína e azul de bromotimol. Estas aulas foram realizadas no laboratório de ciências da escola (mas poderiam ser aplicadas em sala de aula sem problemas), sendo dois grupos por vez.

i) Os materiais utilizados no experimento foram:

- Béqueres (e/ou copos)
- Indicadores: fenolftaleína e azul de bromotimol
- Soluções diluídas (feitas pelo professor), numeradas de 1 a 5 de:
*ácido muriático ; vinagre ; bicarbonato de sódio ;
água sanitária ; soda cáustica comercial.*

Nenhum dos materiais estava identificado, na intenção dos estudantes elaborarem suas ideias sobre o experimento. As soluções diluídas desses materiais foram colocadas cada uma no seu respectivo recipiente (copo, béquer, ou outro, conforme o que tenha disponível) pelo professor, para que posteriormente os estudantes pudessem manuseá-los retirando pequenas amostras. Os indicadores também foram preparados pelo professor: um béquer com a solução diluída de fenolftaleína e outro béquer com a solução diluída de azul de bromotimol.

ii) O procedimento foi realizado em duas partes da seguinte forma pelos grupos:

1ª parte: Montagem do experimento.

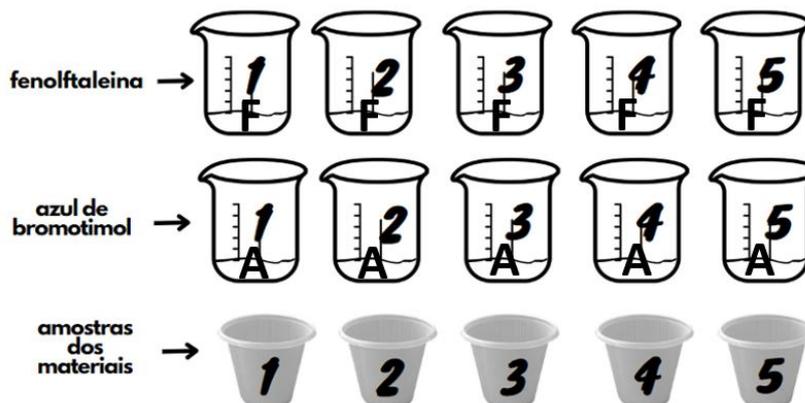
Cada grupo no experimento utilizou:

- 5 béqueres → para colocarem as soluções do indicador fenolftaleína (em torno de 10 a 20 mL em cada béquer).
- 5 béqueres → para colocarem as soluções do indicador azul de bromotimol (em torno de 10 a 20 mL em cada béquer).

- 5 copinhos descartáveis transparentes → para colocarem as amostras dos materiais em cada um (em torno de 20 a 30 mL de cada amostra).

A figura abaixo mostra como ficou a montagem experimental feita pelos estudantes.

Figura 17 - Montagem final do experimento



Fonte: do autor

2ª parte: Realização das misturas nos recipientes.

As soluções presentes nos copinhos descartáveis com as amostras dos materiais, foi adicionada ao respectivo béquer de mesma numeração, ou seja, os béqueres de número 1 contendo os indicadores, receberam cada um, metade da solução da amostra contida no copinho descartável de número 1; os béqueres de número 2 contendo os indicadores, receberam cada um, metade da solução da amostra contida no copinho descartável de número 2, e assim, sucessivamente com as demais amostras, do modo mostrado abaixo:

Figura 18 – Execução das misturas



Fonte: do autor

iii) Resultados obtidos do experimento

Após a realização do experimento, cada grupo poderá ser capaz de identificar o caráter ácido ou básico dos materiais testados, bem como escrever um pequeno relatório sobre suas impressões acerca do experimento. Este, então, consistirá a nossa segunda atividade da sequência didática:

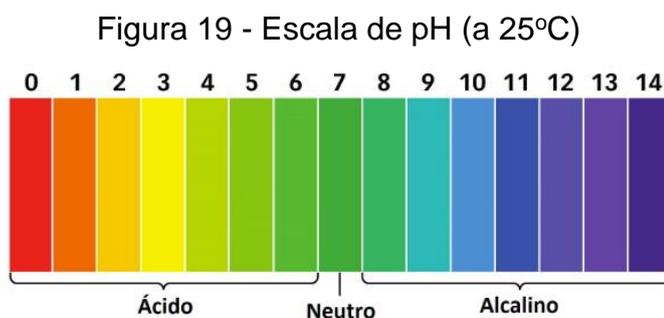
Atividade 2 – Relatório: impressões sobre o experimento

Escreva suas impressões a respeito do experimento:

- O que foi observado?
 - O que foi feito na experimentação?
 - O que você conseguiu aprender sobre a temática ácidos e bases?
-

AULAS 04 e 05 - Concepções teóricas acerca da temática

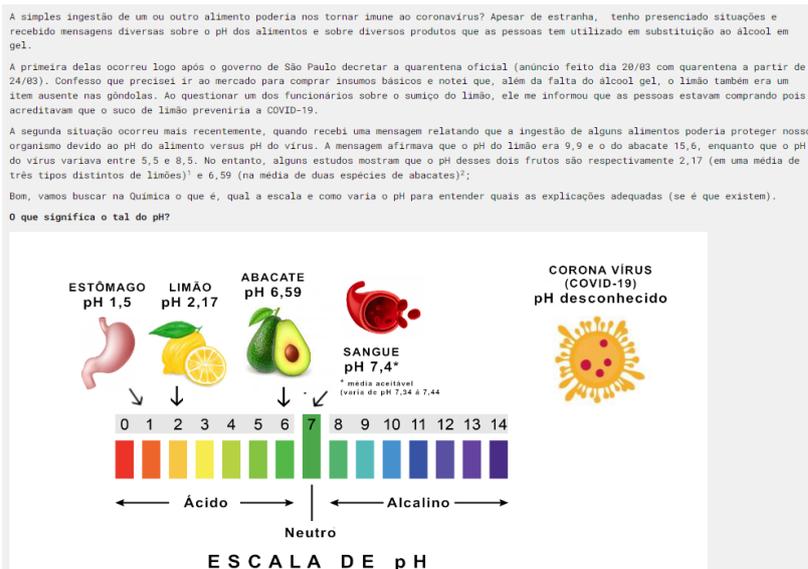
Iniciamos por uma abordagem que os estudantes já haviam mostrado certa familiaridade (mesmo que leiga): a noção de pH. Se falou no primeiro momento desses encontros, sobre o pH (sem preocupar-se com o cálculo em si), e mostrando-se a sua escala indicando o valor referente ao meio ácido, básico e neutro.



Fonte: beduka.com (2019)

Após isso, foi apresentado um texto do “blogs.unicamp.br”, desmentindo uma “fake news” que falava sobre o pH dos alimentos e como estes eliminariam o coronavírus (aparecia o abacate com pH 15,6, por exemplo).

Figura 20 - Fake news envolvendo pH e coronavírus



Fonte: blogs.unicamp.br

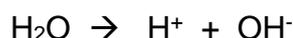
Ainda nesta aula comentou-se sobre os indicadores ácido-base, e as mudanças apresentadas na sua coloração ao interagirem com as substâncias de caráter ácido ou básico, ou seja, da dependência do pH do meio.

Figura 21 - Mudança de coloração dos indicadores em relação ao pH

Indicador	Faixa de pH da mudança de cor	Cor
verde de bromocresol	3,8 para 5,4	amarelo → azul
vermelho de fenol	6,6 para 8,0	amarelo → vermelho
azul de timol	8,0 para 9,6	amarelo → azul
fenolftaleína	8,2 para 10,0	incolor → cor-de-rosa
alizarina	11,0 para 12,4	vermelho → violeta

Fonte: Atkins, Loretta e Laverman (2018) (adaptado)

Dividimos em dois passos este momento das aulas da nossa SD. Num primeiro passo, indica-se que o “H” do cálculo do pH é oriundo do H⁺ (modernamente H₃O⁺) da autoionização da água:



Após isso será mostrado a expressão matemática de cálculo do pH (pH = -log [H⁺] ou pH = -log [H₃O⁺]), nos preocupando em apresentar apenas a maneira de calcular indicando que o uso de logaritmo deixa as expressões de quantidades (ou concentrações) mais simplificadas:

A escala de pH foi introduzida pelo químico dinamarquês Soren Sorensen em 1909, em seu trabalho de controle de qualidade da fabricação de cervejas. O valor negativo do logaritmo é usado para permitir que a maior parte dos valores de pH sejam números positivos. (Atkins, Jones e Laverman, 2018, tópico 6B).

O cálculo do pH (para concentrações em mol/L em que a base 10 é multiplicada por 1) comumente utilizado em soluções mais diluídas, pode ser feito de forma direta, ou seja, “sem usar conhecimentos diretos” de logaritmo (porém, caso o professor queira, obviamente pode revisar este assunto e cobrar o rigor matemático). Veja os exemplos na figura que segue:

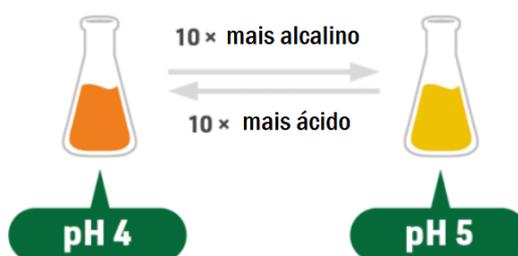
Figura 22 - Cálculo de pH de forma “direta”

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)	pH
Suco de limão	10^{-2}	2
Leite	10^{-6}	6
Vinagre	10^{-3}	3
Álcool	10^{-8}	8
Sabão	10^{-12}	12
Carbonato de sódio/ barrilha	10^{-12}	12

Fonte: inep (enem – adaptada, 2012)

Dessa relação pH e H_3O^+ , pode-se inferir, por exemplo, que a variação de 1 unidade no pH (seja por uma diluição ou por aumento da concentração) faz a acidez (ou basicidade) aumentar ou diminuir em 10 vezes (e assim por diante), como mostrado abaixo:

Figura 23 - Efeito da mudança da concentração no pH



Fonte: compoundchem.com (adaptado)

Foi feito neste momento das aulas, segundo Traesel e Baldinato (2018), a menção ao que foi citado por Arrhenius na sua Teoria da Dissociação Eletrolítica, onde, da interação com a água (solvente universal) pode-se tecer que:

- substâncias que agem aumentando a concentração de H^+ (atualmente H_3O^+ - hidrônio) tem-se o indicativo de um caráter ácido.
- substâncias que agem aumentando a concentração de OH^- (ion hidróxido) tem-se o indicativo de um caráter básico (alcalino).

Quadro 13 - Algumas reações onde ocorre a formação de H_3O^+ e de OH^- em meio aquoso

SUBSTÂNCIA	Interação em água	Comportamento
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightarrow C_6H_5NH^+ + H_3O^+$	ácido
Ácido nítrico	$HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$	ácido
Trióxido de enxofre	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + H_3O^+$	ácido
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightarrow C_5H_5NH^+ + OH^-$	básico
Óxido de cálcio	$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 (Ca^{2+} + 2OH^-)$	básico
Sódio metálico	$Na + H_2O \rightarrow H_2 + NaOH (Na^+ + OH^-)$	básico

Fonte: do autor

Posteriormente foi explicado que historicamente separou-se as substâncias em grupos - como por exemplo, se observa na química orgânica, grupo dos álcoois, cetonas, amidas, dentre outros - e isto guiou por muito tempo os estudos relacionados a acidez e basicidade, norteando alguns conteúdos de química nos livros didáticos, como já fora anteriormente referenciado. Então, foram apresentadas as fórmulas moleculares de algumas substâncias agrupadas, bem como seu comportamento ácido ou básico em relação a água.

Figura 24 - Comportamento ácido ou básico de alguns grupos de substâncias em relação a água

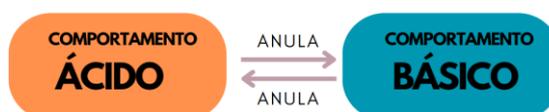
Grupo de substâncias	Exemplos	Comportamento (em água)	Grupo de substâncias	Exemplos	Comportamento (em água)
ÁCIDOS (historicamente) (inorgânicos, carboxílicos e sulfônicos)	HCl H ₂ SO ₄ HNO ₃ CH ₃ COOH CH ₃ SO ₂ OH	Produz H ₃ O ⁺	ÓXIDOS	CaO Na ₂ O	Produz OH ⁻
				CO ₂ SO ₃	Produz H ₃ O ⁺
HIDRÓXIDOS (historicamente bases)	NaOH Ca(OH) ₂ Al(OH) ₃	Produz OH ⁻	SAIS	CaCO ₃ NaHCO ₃ CH ₃ (CH ₂) ₁₁ COONa	Produz OH ⁻
				NaCl	Neutro
AMINAS e amônia (NH ₃)	CH ₃ NH ₂ C ₆ H ₅ NH ₂ (CH ₃) ₃ N	Produz OH ⁻		NH ₄ Cl Al ₂ (SO ₄) ₃	Produz H ₃ O ⁺

Fonte: do autor

A seguir, foi apresentado que a interação entre substâncias que apresentam comportamento contrário (acidez x basicidade) tem seus efeitos anulados mutuamente, podendo formar água por neutralização:



Figura 25 - Interação ácido-básico



Fonte: do autor

Acidez e basicidade: visões diversas - teorias

Mostramos então, que esta ideia de acidez foi vista por outras óticas ao longo da história, e apresentaremos as teorias de Bronsted–Lowry e de Lewis, e como estas se relacionam ou não com a de Arrhenius, com o intuito dos estudantes perceberem que o conhecimento científico é dinâmico e está sempre buscando explicações mais completas sobre o fenômeno sem contudo obrigatoriamente descartar alguma teoria anterior, mas na verdade, traçar um olhar diferente sobre o fenômeno no qual a antiga teoria não seria suficiente para explicar outros aspectos daquilo que está sendo estudado. Aqui, citamos como exemplo, as explicações do comportamento ácido do HCl em água.



Quadro 14 - Visões diferentes acerca do comportamento ácido do HCl em água

Conforme as colocações e/ou teorias de	O motivo da acidez do HCl em água é devido:
Arrhenius	<p>Ao aumento da concentração de H_3O^+ (H^+) no processo:</p> $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;"> ácido </p>
Bronsted-Lowry	<p>A transferência do "H" (próton) presente no HCl para a molécula de água. Ao receber o próton esta é considerada uma base. Para eles, há sempre o par ácido-base na reação. E seus produtos são chamados ácido conjugado e base conjugada (a diferença entre eles é de um "H"):</p> $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;"> ácido base ácido base </p> <p style="text-align: center;">Pares Conjugados</p>
Lewis	<p>Apresentar a espécie que aceita um par de elétrons (H^+). Logo, a água é considerada uma base, pois, doa seu par de elétrons para fazer a ligação covalente.</p> $\text{H}^+ \text{Cl}^- + \text{:}\ddot{\text{O}}\text{--H} \rightleftharpoons \left[\text{H--}\ddot{\text{O}}\text{--H} \right]^+ + \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;"> ácido base </p>

Fonte: do autor

Então, foi comentado que a teoria de Lewis é a mais abrangente, pois, os elétrons são inerentes aos átomos dos elementos que compõem qualquer substância. Logo, se uma substância tem comportamento ácido no que foi colocado por Arrhenius ou pela teoria de Bronsted-Lowry, esta substância também terá comportamento ácido pelo conceito de Lewis, alterando-se apenas o motivo da ocorrência de tal comportamento. Conforme se observa nas duas últimas teorias, a presença de espécies ácidas e básicas sempre reagindo, indica que podemos ter na

verdade espécies anfóteras. Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), algumas (até historicamente) classificadas como tal, como os óxidos anfóteros, Al_2O_3 e PbO , que dependendo com quem interajam podem apresentar comportamento ácido ou básico.

Por fim, pelo exposto na teoria de Bronsted-Lowry, podemos entender que: “Como a transferência de prótons tem um papel muito especial na química, as definições dadas por Bronsted são essenciais no estudo da maior parte dos tópicos [...]” (Atkins, Jones e Laverman, 2018 p.425).

Como forma de observar o que os estudantes estavam compreendendo, iniciamos uma discussão, proposta na atividade 3.

Atividade 3 – Discussão

“Com todas essas informações, digamos, mais científicas, como você faria agora para saber se um sistema é ácido (ou básico)?”

AULAS 06 e 07 – Enriquecimento das ideias relacionais da temática: acidez / basicidade e o equilíbrio químico (iônico)

Muitas reações, incluindo as que envolvem acidez e basicidade, atingem um estado chamado de equilíbrio químico, no qual o processo não se completa totalmente. A forma geral de um equilíbrio químico é dada abaixo:



O equilíbrio químico se caracteriza por ser dinâmico. Mesmo não se notando alteração a nível macroscópico, a nível microscópico continua a ocorrer reação com a mesma rapidez nos sentidos direto e inverso (Chang, 2013).

Logo, quando falamos de equilíbrio envolvendo acidez e basicidade, principalmente em meio aquoso, as concentrações de H_3O^+ e de OH^- produzidas (ou seja, quando o equilíbrio está tendendo mais para a formação dos produtos) podem também indicar a força de um ácido e de uma base - a maiorias das espécies historicamente

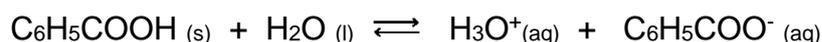
chamadas de ácidos (inorgânicos e orgânicos) e hidróxidos (bases), são consideradas fracas.

Abaixo algumas reações que mostrarão o caráter ácido e básico das substâncias e sua relação com o equilíbrio químico em meio aquoso:

- a pouca solubilidade do hidróxido de magnésio, (indicando seu fraco caráter básico, e por isso este pode ser ingerido sem maiores problemas):



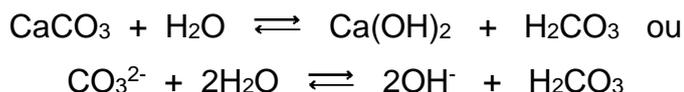
- ao uso de ácido benzóico como conservante (pois, sua forma “inteira” (não ionizada) é a responsável pela ação conservante, já que não está muito ionizado – poucos íons):



- as características ácidas do CO_2 (usado em bebidas gaseificadas e um dos responsáveis pela diminuição de pH dos oceanos):



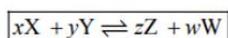
- ao comportamento básico do carbonato de cálcio usado na correção de solos ácidos:



Tal força ácida ou básica pode ser indicada matematicamente pela chamada constante de equilíbrio (K ou Keq), onde seu valor é obtido pela expressão abaixo (onde [] indica a concentração em mol/L):

Figura 26 - Expressão da constante de equilíbrio

Dada uma reação genérica:



$$k = \frac{[\text{Z}]^z [\text{W}]^w}{[\text{X}]^x [\text{Y}]^y}$$

$$K = \frac{[\text{produtos}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagentes}]^{\text{coeficiente}}}$$

Fonte: do autor

A depender do processo observado, a constante de equilíbrio (K) apresenta “vários nomes”, e para nosso estudo serão consideradas as constantes de: acidez (K_a), basicidade (K_b), ionização/dissociação (K_i e K_d).

Neste momento das aulas, não nos preocupamos em demonstrar como fazer cálculos dessa constante, o intuito é compreendê-la, já que seu valor é diretamente proporcional a concentração dos produtos na reação.

Figura 27 - Relação constante de equilíbrio e acidez/basicidade



Fonte: do autor

Foi apresentado aos estudantes uma imagem (figura 27) contendo algumas reações em meio aquoso com seus valores de constante de equilíbrio para espécies de comportamento ácido ou básico, onde, se debateu com os estudantes a identificação deste comportamento, bem como qual seria o ácido e base mais forte.

Figura 28 - Valores de constante de equilíbrio de algumas substâncias

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Fonte: inep (enem)

Dessa tabela, pode-se inferir que o hidrogenosulfato de potássio teria o comportamento ácido mais forte, e o hidrogenofosfato de potássio teria o comportamento básico mais forte. Isso significa que estes apresentariam, então, mais rapidez nas reações que tomassem parte. Pensando desta forma, pode-se inferir também, que as espécies “mais fortes”, por apresentarem mais íons em solução, produziram melhores conduções elétricas. Aqui um adendo: caso o professor queira, poderá relacionar o valor de K_a ao pK_a , explicando que segue a

mesma ideia do pH. Deste modo, a discussão a seguir se pauta na ideia inicial dos estudantes sobre a força ácida (corrosão) em detrimento do conhecimento mais teórico apresentado.

Discussão

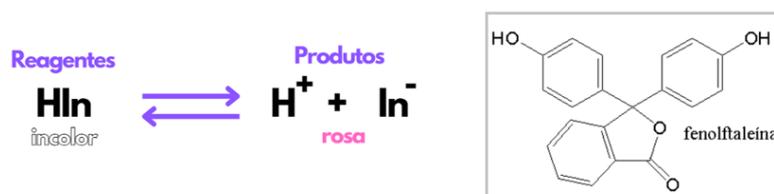
“Pode-se saber a força ácida e básica de uma substância de maneira mais científica, observando: seu poder de corrosão ou sua interação no equilíbrio e valores da constante?”

Interações ácido-base: a mudança de cor dos indicadores

Como foi mostrado, muitas reações tendem ao equilíbrio químico. Alguns fatores externos podem alterar este equilíbrio favorecendo maiores rendimentos (formação de produtos) ou não permitindo o desgaste dos reagentes. O Princípio de Le Chatelier (que pode ser aplicado a qualquer tipo de equilíbrio), afirma que, quando um sistema em equilíbrio é submetido a uma alteração externa, ele irá ajustar sua condição para contrabalançar essa mudança, buscando restaurar o equilíbrio (Chang, 2013). Nesta aula enfatizaremos a alteração na concentração (porém, este princípio versa também sobre mudanças na pressão, volume e temperatura dos sistemas em equilíbrio).

E assim, a partir deste Princípio, entender a nível microscópico a mudança de cor dos indicadores quando em contato com espécies de comportamento ácido ou básico. Desse modo, relembremos, então, o nosso experimento (aulas 2 e 3) no qual usou-se o indicador fenolftaleína para identificar o caráter ácido ou básico de algumas amostras, sendo mostrado seu equilíbrio de forma simplificada:

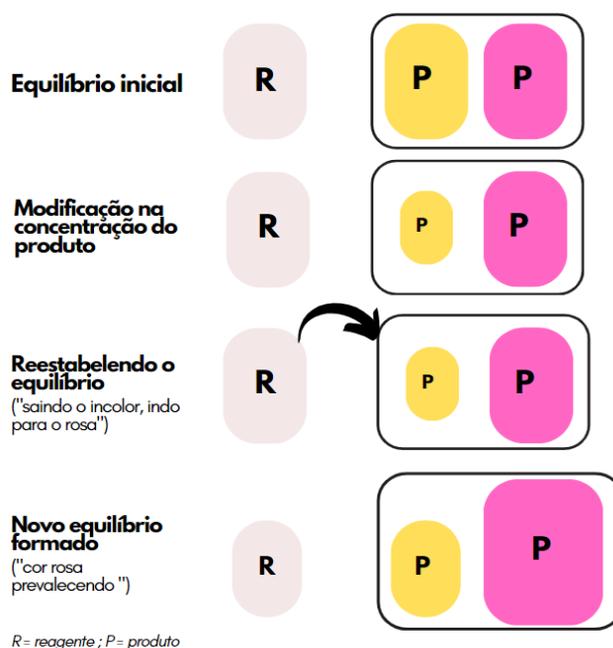
Figura 29 - Equilíbrio químico simplificado para a fenolftaleína



Fonte: do autor

Então, foi explicado o motivo da alteração da coloração, tendo como base o princípio de Le Chatelier, onde, a amostra de comportamento básico reagirá removendo os íons H^+ (do produto), e “forçando” o reestabelecimento do equilíbrio (dizemos, neste caso, que deslocou o equilíbrio para a direita), na realidade, a formação de um novo estado de equilíbrio, como mostrado na figura que segue:

Figura 30 - “Fases” do deslocamento de equilíbrio



Fonte: do autor

AULA 8 – Inferir a apropriação de ideias mais científicas acerca da temática

Esta aula consistiu da aplicação de um questionário final de múltipla escolha acerca da abordagem utilizada na SD no que tange a percepção geral dos estudantes sobre a temática, onde enfatizaremos nas alternativas, diferentes modos de pensar o conceito (emergências das zonas do perfil conceitual).

Atividade final - Questionário

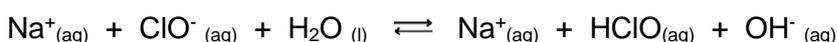
1) Sobre a acidez do limão e outras frutas cítricas, três estudantes ao conversar, propuseram cada qual uma observação:

- Estudante 1: o limão é ácido, por isso é azedo.
- Estudante 2: o limão é um elemento ácido, pois, possui “H” na fórmula dele.
- Estudante 3: o limão apresenta em meio aquoso substância(s) de comportamento ácido.

Do ponto de vista científico, qual estudante apresentou a observação mais adequada:

- estudante 1
- estudante 2
- estudante 3

2) Dois produtos comerciais bem conhecidos são: soda cáustica e água sanitária. O princípio ativo de cada um é, respectivamente, hidróxido de sódio (NaOH) e hipoclorito de sódio (NaClO ou NaOCl), cuja interação com a água é mostrada abaixo:



Sobre o exposto, uma das ideias científicas (teorias) mais utilizadas, indica que estas substâncias tem comportamento:

- ácido, pois, podem provocar danos aos materiais.
- básico, pois, apresentam "OH" do lado direito na fórmula.
- básico, pois, identifica-se a produção de OH⁻ em água

3) A manga espada, muito tradicional no sertão paraibano, apresenta característica ácidas. Assim, assinale a alternativa que você considera correta:

- a acidez da manga pode fazer mal as pessoas.
- a manga contém várias substâncias químicas, e possivelmente uma (ou mais) é a responsável pela acidez.
- a manga é formada por átomos de elementos químicos que apresentam acidez.

4) A ideia quimicamente aceita sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa, diz respeito a:

- corrosão observada no contato com outros materiais.
- apresentar muitos "H" ou "OH" na fórmula da substância.
- maior quantidade de íons H₃O⁺ ou OH⁻ em solução.

5) Abaixo tem-se a imagem de embalagem de um produto utilizado em piscinas:



Fonte: <https://shopee.com.br/Sulfato-de-aluminio-p%C3%B3-3-sem-ferro-1-kg-i.330590768.5960396896>

O trecho em destaque, poderia ser reescrito de maneira mais coerente cientificamente, da seguinte forma:

- "Contem produto que apresenta comportamento ácido ao interagir com água."
- "Traz um elemento de elevada acidez quando puro".

c) “Inclui produto que possui fórmula ácida”.

6) A alteração observada na cor dos indicadores ácido-base quando se adiciona uma solução contendo uma substância de comportamento ácido ou básico, pode ser explicada pela:

- a) permanência do pH do meio sempre ácido, ou sempre básico.
- b) mudança na condição de equilíbrio químico devido às interações entre o indicador e a substância.
- c) presença de substâncias orgânicas na reação.

7) Um produto comercial indicava no seu rótulo: “pH = 7”.

Nesse sentido pode-se afirmar que:

- a) o produto é um ácido.
- b) o produto é um elemento de pH neutro.
- c) o produto tem substância(s) que em solução, originam um pH neutro.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS DA SD

Nosso intuito com esta SD foi, baseado em toda a carga teórica já apresentada, utilizar as zonas do perfil conceitual de ácidos e bases e os pressupostos de Méheut, como um guia para trabalhar a temática, partindo de um conhecimento de zonas menos científicas (possivelmente mais inatas aos estudantes) até chegar àquelas mais científicas, e com isto termos subsídios para poder verificar ao fim desta pesquisa, como a Teoria dos Perfis Conceituais pode ser de fato aplicada a uma nova proposta de abordagem dos conteúdos de química. Como já fora citado anteriormente: não é apenas o “como ensinar”, mas, “o que ensinar”. Deste modo, algumas atividades e debates que foram propostas ao longo da sequência didática, tendem a indicar mais efetivamente o percurso dos estudantes das zonas de cunho do senso comum, às zonas mais voltadas ao conhecimento científico, logo, também inferir como os estudantes navegam pelas diferentes zonas a depender do problema proposto envolvido.

3.4.1 A coleta dos dados

No decorrer da SD, os dados foram coletados em áudio oriundos das interações verbais em sala com o uso do aparelho celular, relatos e anotações do professor, respostas as atividades propostas e imagens de produções dos

estudantes. Os nomes dos estudantes foram trocados por números, pois, desta forma mantem-se a identidade dos mesmos. Visando um apanhado mais fidedigno possível da realidade escolar, foram consideradas colocações e/ou anotações da grande totalidade dos estudantes. A coleta se deu então, da análise às interações e apontamentos realizados por estes estudantes, nas 8 aulas realizadas em quatro encontros (aulas geminadas) de 50 minutos cada.

3.4.2 A análise dos dados

Apresentamos nesta análise, como foram identificados e mobilizados os modos de pensar e falar dos estudantes, considerando as zonas do perfil conceitual de ácidos e bases (Silva e Amaral, 2016 e 2020), e para isso foram levados em conta, as mais diversas interações em sala e as produções dos estudantes. Assim, mapeou-se como as zonas do perfil conceitual foram mobilizadas ao longo da sequência didática, culminando com a aplicação de um questionário de múltipla escolha no qual acompanharemos uma possível apropriação de modos de pensar e falar mais científicos, e para tal, traçaremos gráficos comparativos das emergências das diversas zonas que surgirem.

Para facilitar o entendimento da análise das transcrições, usaremos, por convenção:

- **P**: quando for fala do professor;
- **E**: quando for fala do estudante (identificados por números: E1, E2, E3, E4, e assim por diante);
- **Expressões entre parênteses e em negrito**: quando for uma colocação do professor com o intuito de explicar o contexto da fala do estudante.

3.4.3 Ética na pesquisa

Os procedimentos usados para conduzir este estudo seguiram as diretrizes estabelecidas pelas normas aplicáveis à pesquisa envolvendo seres humanos, conforme aprovado na Resolução número 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa em questão, passou pela avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEP/UFRPE), sob

o protocolo 78903723.2.0000.9547, em conformidade com as orientações do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (CNS/MS) e da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Enfatizando que a parte experimental utilizou de local adequado e seguro, com aulas com número reduzido de estudantes para que pudessem ser conduzidos e orientados da melhor maneira pelo professor, como também pelo uso de soluções bastante diluídas dos materiais, minimizando assim, possíveis problemas, os quais estávamos preparados para contornar caso ocorressem.

Conforme a ideia de delimitar as condutas do pesquisador e dos estudantes, mantendo a integridade de ambas as partes, a pesquisa contou com o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e com o TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido). Deste modo, a participação aconteceu de livre e espontânea vontade, com total segurança, de maneira sigilosa e conservando oculta a identidade dos estudantes participantes. Assim, optamos pela identificação dos estudantes com base no número da chamada, por exemplo: número 1 – estudante E1; número 2 – estudante E2; número 3 – estudante E3, e assim por diante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta parte do trabalho, apresentaremos os resultados e discussões da nossa pesquisa, na qual os dados estão organizados segundo cada aula em que as discussões e atividades da pesquisa foram conduzidas. Para contextualizar tais dados, forneceremos um panorama do ambiente e das circunstâncias em que estes foram coletados. Como a turma era bastante numerosa e a ideia era um apanhado mais “inteiro” desta como de fato um todo, de modo mais fidedigno possível do ambiente escolar com todas as nuances pertinentes, observamos as respostas e interações dos estudantes de forma geral e não como um grupo específico de estudantes presentes na sala de aula, deste modo, tivemos estudantes que participaram mais ativamente de todas as etapas do processo, de forma engajada, com questionamentos e falas pertinentes, enquanto outros de forma mais contida.

Aqui é válida uma pequena colocação: um número muito pequeno de estudantes não interagiu oralmente, logo, por vezes foi pedido para que levantassem a mão ao concordar com alguma fala, ou que escrevessem o que pensavam, para que, de certo modo, também participassem de uma maneira menos passiva (estudantes que faltaram demasiadamente as aulas ou que não interagem de forma alguma evidentemente não tiveram seus dados analisados neste trabalho).

Desta forma, foram considerados relevantes os dados oriundos de escritos dos estudantes e dos registros das falas - diálogos e discussões - (ou algum outro tipo de interação pertinente) no tocante a temática, e anotações do professor. As transcrições das falas apresentadas serviram como suporte para identificar as áreas emergentes do perfil conceitual, sendo a análise realizada com base em trechos que envolvessem o maior número possível de estudantes na interação. Assim, a análise será apresentada conforme o andamento da sequência didática, enfatizando as zonas no perfil conceitual mobilizadas, seguindo o percurso didático proposto para esta abordagem.

4.1 ANÁLISE DA AULA 01 - CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES E ENGAJAMENTO COM A TEMÁTICA

Neste primeiro momento com os estudantes foi explicado que daríamos início ao nosso projeto de pesquisa, e como seria proveitoso e benéfico não só para eles como para outros futuros estudantes o bom andamento da aplicação da sequência de ensino e aprendizagem, e a importância da sua participação colocando-os como parte primordial de todo o processo. Então, foram apresentadas para a turma, três perguntas sobre a temática, uma por vez, e os estudantes respondiam de uma maneira livre, e como forma de tentar uma participação mais massiva neste primeiro momento, o professor dirigiu-se diretamente a inúmeras carteiras para ter a percepção dos estudantes mais tímidos acerca dos questionamentos (pouquíssimos deles apresentaram dificuldade em participar seja oralmente ou por escrito).

Utilizando da perspectiva de Méheut, iniciamos com uma abordagem centrada no estudante e o contexto material (quadrante “d”, do Losango Didático), começando não pelos ditos “conteúdos químicos” (e o professor também buscou usar uma linguagem mais habitual para os estudantes), mas buscando uma integração com o cotidiano dos estudantes, e assim, também poderemos diagnosticar quais os modos de pensar e formas de falar que emergem na atividade e suas relações com as zonas. Além disso, podemos argumentar que esta ação guarda uma relação com o quadrante “c” (ação do professor e contexto material) pois, o professor conduziu as atividades que integram o contexto material dos alunos com a ação pedagógica, mesmo que não esteja introduzindo formalmente teorias ácido-base.

Esta aula inicial pode ser apresentada, então, da maneira que segue:

- Quadrante C (Professor - Mundo Material): O professor guia a discussão, estimulando os alunos a explorarem suas concepções prévias sobre ácidos e bases, e apresenta materiais do cotidiano (imagens, reportagens, vídeos) sem introduzir explicações teóricas.
- Quadrante D (Estudante - Mundo Material): Os estudantes expressam suas ideias e exemplos baseados em suas experiências pessoais, relacionando o tema com seu mundo cotidiano.

Assim, pudemos vislumbrar o conhecimento que eles traziam acerca da temática, e deste modo, termos as primeiras impressões acerca das zonas do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases dos estudantes.

4.1.1 Análise da atividade 01

Intencionamos, como fora colocado, que os estudantes fossem protagonistas neste primeiro momento, instigando o que eles traziam de conhecimento sobre a temática. Então, fizemos três perguntas iniciais (que desencadeou uma outra na discussão ocorrida), como apresentado a seguir.

Pergunta 1:

P: “Para você o que são ácidos? Cite algum exemplo”.

Analisamos esta pergunta em dois momentos: primeiramente a “definição”, e posteriormente os “exemplos”. Pois, muitos dos exemplos citados foram colocados pelos estudantes como sendo a própria “definição”. Então, tivemos que primeiramente pedir apenas algo que eles entendiam por “ácidos”, para, logo depois, pedir que exemplificassem.

Trecho da discussão da aula 01 – pergunta 1 (extrato 01)

-- P: “O que vocês entendem que são ácidos?”

- Estudantes E2, E3, E4, E8, E12, E13, E15, E16, E18, E19, E24, E26, E29, E31, E33, E34, E35, E38, E39 (19 estudantes): “**(ácido é)** coisa que arde; coisa que queima” - estas falas indicavam no contexto, a ideia de “**queimar o corpo, a pele**”.

- Estudantes E10 e E28 (2 estudantes): “**(ácidos)** tem gosto azedo”.

- Estudantes E1 e E23 (2 estudantes): “**(ácido é)** usado em limpeza; usado em laboratórios”.

- Estudantes E5, E7, E9, E11, E14, E20, E21, E27, E30 (9 estudantes): “**(ácido é)** substância que corrói coisas”

-- P: “Para quem falou da ideia de ‘corroer as coisas’”. Como assim?”

- Estudantes E5, E7, E9, E11, E21, E27, E30 (7 estudantes): porque é “arriscado mexer”, “é perigoso” (**para as pessoas**).

- Estudantes E14 e E20 (2 estudantes): “**destrói**” (**os materiais**).

Como já foi colocado, as interações aconteciam das mais diversas formas, então, muitos estudantes apenas repetiam o que o colega explanava, ou apenas afirmavam que concordavam com o que o colega havia exposto.

No que diz respeito aos exemplos, a enorme maioria dos estudantes citaram “*limão, abacaxi, laranja*”, a ponto que alguns outros citaram produtos domésticos (não citaram vinagre) como “*água sanitária*” e “*soda cáustica*” (preferimos não nos alongar em discussão neste momento, porque esses produtos fariam parte da

segunda pergunta da nossa aula sobre os conhecimentos prévios). Nos chamou atenção as falas de 4 estudantes que exemplificaram: “azia (E1); bicarbonato de sódio com limão (E15); ácido nucleico (E31); ácido sulfúrico (E8).”

Trecho da discussão da aula 01 – pergunta 1 (extrato 02)

-- P: “E1, essa azia é da digestão?”

- Estudante E1: “meu pai tem... por excesso de acidez”.

-- P: “E15, me fala mais sobre esse negócio do bicarbonato, por favor”

- Estudante E15: “no tiktok mostra um monte de coisa que consegue limpar usando eles, mistura e forma um gás”.

-- P: “E31, legal, você citar o ácido nucléico. Fala mais ai pra gente”

- Estudante “E31: “professor... eu só falei porque uma vez escutei (**o termo**) em algum lugar, não lembro”.

-- P: “E8, sobre você falar que o ácido sulfúrico é exemplo de ácido, comente mais.

- Estudante E8: “o ácido sulfúrico é uma coisa ácida”.

-- P: “Você (E8), falou “coisa” no sentido geral de que é algo que existe, ou um produto um material”.

- Estudante E8: “um produto, um material”.

Como muitos estudantes haviam comentado sobre as frutas cítricas serem exemplos de “ácidos”, resolvemos trazer uma outra pergunta (1.1) aos estudantes:

P: “As frutas por si só, são consideradas “ácidos” ou elas apresentam substâncias de comportamento ácido”?

Muitos deles ficaram reticentes em responder, talvez por adentrarmos um pouco mais no aspecto ‘químico’ do tema, isso tenha feito com que se sentissem menos à vontade para interagir. Com isso, tivemos o intuito de observar o que os estudantes mobilizariam do seu perfil conceitual acerca do que haviam exposto.

Trecho da discussão da aula 01 – pergunta 1.1 (extrato 03)

-- P: “as frutas por si só, são consideradas “ácidos” ou elas apresentam substâncias de comportamento ácido”?

- Estudantes E1, E8, E9, E10, E15, E16, E19, E20, E23, E27, E28, E30 (12 estudantes): (**indicaram**) “sim”, (**para “apresentam substâncias de comportamento ácido”**).

- Estudantes E2, E5, E14, E31, E33 (5 estudantes): (**indicaram**) “sim” (**para: “frutas são ‘ácidos’ ”**)

Na primeira pergunta (1 e 1.1), notamos que muitos estudantes tiveram dificuldade de explicar o que seriam ácidos, porém, conseguiram exemplificar de certa forma citando materiais do cotidiano e assim contemplamos o alcance desta temática, pois, praticamente todos os estudantes responderam (interagiram) de alguma forma, inclusive com mais de uma “definição” ou “exemplo”.

Pergunta 2

P: “Você acha que a água sanitária e a soda cáustica são “ácidos”? Por que?”

Na segunda pergunta da aula 01, buscou-se observar se os estudantes relacionariam materiais básicos do cotidiano com a acidez (ou a basicidade). Dois estudantes afirmaram que “não”, mas que não sabiam explicar, logo, compreendemos esta fala como de não-interação, os demais não interagiram ou não souberam responder.

Trecho da discussão da aula 01 – pergunta 2

-- P: “Água sanitária e soda cáustica são produtos ácidos”?

- Estudantes E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E16, E18, E20, E21, E24, E27, E28, E29, E31, E33, E35, E37, E39 (24 estudantes): “**(indicaram) sim**”.

-- P: “Mas porque vocês acham que esses produtos são “ácidos”?”

- Estudantes E1 e E28 (2 estudantes): “**(os produtos ácidos) tem poder de reagir (com alguns materiais)**”.

- Estudantes E2, E3, E4, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E16, E18, E20, E21, E24, E27, E29, E31, E33, E35, E37, E39: “**(usaram os termos) limpam; perigosos, pode matar; corroem**”

Tínhamos a pretensão de verificar com a pergunta “*porque vocês acham que esses produtos são ‘ácidos’?*”, se algum estudante traria uma indagação acerca das substâncias presentes nesses produtos, porém, houve praticamente uma repetição de respostas ao exposto na pergunta 1 (extrato 01) desta atividade. Logo, termos como “limpam”, “corroem”, “perigosos”, “matam”, não foram considerados na análise final da atividade 01. Observamos nesta pergunta, que no geral, os estudantes ainda relacionam a ideia de acidez a algo nocivo.

Pergunta 3

P: “Você já ouviu falar do termo “pH”? Se sim, ele está relacionado ao que?”

A terceira pergunta sobre os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da temática, pretendeu também enveredar em um apanhado mais científico, a noção de pH. Nesta última pergunta da aula, muitos estudantes tiveram dificuldade em responder, pois, segundo dois deles, o termo pH é “*negócio mais de cientista*”, mas a grande maioria já tinha ouvido falar e interagiram comentado que: (“*sim*”) já haviam ouvido falar do termo pH. Destes, apenas 9 conseguiram explicar ao que estaria relacionado. E utilizaram os termos: “*negócio da piscina*”; “*pH de sabão*”; “*pH mede a acidez*”, “*pH do oceano*”, “*sabonete de pH neutro*”, “*produtos de maquiagem (embelezamento)*”.

Entende-se pelas respostas apresentadas, que apesar do termo pH ser algo até certo ponto comum, houve grande dificuldade em expor um conhecimento mais apurado e de exemplificar de maneira mais segura. O estudante E16 foi o único que relacionou a ideia de pH à sua utilização como indicador de acidez de um sistema, e foi a única colocação desta terceira pergunta que será analisada. A abordagem do pH aqui apresentada serviu como norte para encaminharmos a nossa sequência didática.

O quadro a seguir, relaciona as falas dos estudantes sobre ácidos nas perguntas da atividade 01, com as zonas do perfil conceitual:

Quadro 15 - Relação da fala dos estudantes e as zonas do perfil conceitual (aula 01)

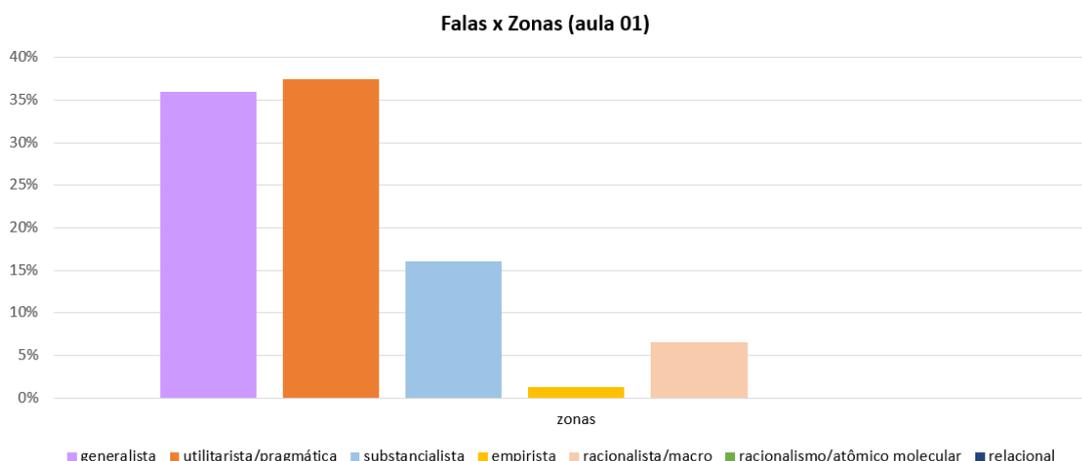
Formas de falar	Contexto da fala	Zona do perfil
“(ácido é) coisa que arde; coisa que queima”	Estas falas indicavam a ideia de “queimar o corpo, a pele”.	<u>Utilitarista / Pragmático</u> Relacionada aos efeitos e perigos práticos dos ácidos, como também a uma finalidade prática específica.
“(ácido é) substância que corrói coisas”	Indicando risco, perigo (para as pessoas).	
“(ácido é) usado em limpeza; usado em laboratórios”.	Falas que destacam a utilidade prática dos ácidos.	
“(ácidos provocam) azia”	Relaciona acidez a um efeito prático no corpo humano.	
“(os produtos água sanitária e soda cáustica são ácidos) sim.”	Demonstrando uma compreensão superficial acerca do conhecimento específico sobre as propriedades químicas desses produtos.	<u>Generalista</u>

"ácido nucléico (é um ácido)"	Indicando apenas a palavra por si só, sem entender claramente o que caracterizaria um ácido no contexto químico.	Compreensão indistinta, onde a acidez é atribuída ao todo, sem detalhar propriedades ou usos específicos.
"as frutas (cítricas) são ácidos"	Demonstrando uma ausência de distinção adequada entre a fruta em si e os ácidos que ela contém.	
"tem substâncias ácidas nas frutas (cítricas)"	Sugere que as frutas contêm essas substâncias ácidas de forma essencial.	<u>Substancialista</u> Atribui a propriedade ácida diretamente ao material como uma característica intrínseca da substância sem observar interações ou o meio em que está presente.
"ácido sulfúrico (é um material ácido)"	Atribui a acidez ao material como um todo, sem distinção entre a substância pura e seu comportamento em diferentes condições.	
"(ácidos) tem poder de reagir (com alguns materiais)"	Demonstrando um nível de conhecimento que vai um pouco além da superficialidade, refletindo uma compreensão das propriedades físicas e químicas dos ácidos em um nível mais observável e prático.	<u>Racionalista / Macroscópica</u> Compreende propriedades características das substâncias que apresentam comportamento ácido às propriedades físicas, químicas ou organolépticas.
"(ácidos) tem gosto azedo"	Indica a descrição de propriedades observáveis e características das substâncias, como sabor, aparência, comportamento em reações, etc.	
"substância que corrói coisas"	Referindo-se a ideia de "destruir os materiais" (ideia reacional), uma característica observável dos ácidos.	
"(reação) bicarbonato de sódio com limão"	Citando um aspecto químico observável (formação de gás).	
"pH mede acidez"	Menciona diretamente o pH como um parâmetro para medir acidez.	<u>Empirista</u> A medida do pH se torna um parâmetro que define a acidez / basicidade das substâncias e materiais.

Fonte: do autor

E assim, tendo como base as respostas (e interações) dos estudantes à atividade 01 e o embasamento teórico apresentado, tem-se como destaques as zonas utilitarista/pragmático e a generalista do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases, onde graficamente em colunas (baseado no quantitativo de respostas específica de cada zona) obtivemos:

Figura 31 - Emergência das zonas do perfil conceitual na aula 01



Fonte: do autor

Não foram observadas nas falas dos estudantes as zonas racionalista atômico-molecular e relacional (optamos na pergunta sobre acidez das frutas uma visão substancialista ao falar do “comportamento”, haja visto entendermos que se tratava de algo mais próximo aos estudantes naquele momento). Como de certa forma era esperado, tais zonas dizem respeito a um conhecimento de cunho científico mais aprofundado da temática e não tínhamos certeza se os estudantes haviam se deparado com tais abordagens em séries anteriores, talvez por isso, tenhamos notado uma maior frequência das zonas relacionadas a praticidade e substancialidade dos ácidos, ou seja, conceitos mais inatos a vivência dos estudantes.

4.2 ANÁLISE DAS AULAS 02 e 03 - EXPERIMENTAÇÃO

Com o intuito de seguir um caminho histórico acerca da temática (partindo da ideia de identificação de acidez ou basicidade com indicadores), foi apresentado o comportamento ácido e básico dos materiais ao agirem sobre os extratos vegetais (os chamados indicadores ácido-base), alterando suas cores, como posteriormente essa ação sobre os demais indicadores laboratoriais. Mesmo sem algo mais aprofundado teoricamente acerca da temática, o fato de os estudantes realizarem uma experimentação os deixou muito entusiasmados, e de fato, ao observarem as mudanças de cor ficaram maravilhados, e usamos aqui suas próprias palavras:

“divertido”; “legal”; “impressionados”. E isto suscita o desejo de entendimento das transformações químicas, ou seja, a dualidade teoria-prática se faz presente.

Seguimos aqui o quadrante “b”, que representa a interação entre o conhecimento científico e o mundo material/contexto dos estudantes (conecta diretamente o fenômeno científico - mudança de cor dos indicadores - com o mundo material que os estudantes podem observar e manipular), permitindo que estes explorem um conceito científico (acidez e basicidade). Vislumbramos também, o quadrante “c” do Losango Didático proposto por Méheut (ação do professor e contexto material), promovendo um ensino mais aplicado e prático, pois, o professor age guiando uma atividade que integra o contexto material dos estudantes com a ação pedagógica, mediando a condução do experimento orientando os estudantes como estes devem observar e discutir os resultados. Em linhas gerais temos:

- Quadrante B (Conhecimento Científico - Mundo Material): A experimentação conecta diretamente um fenômeno científico (mudança de cor dos indicadores) com o mundo material que os alunos podem observar e manipular.
- Quadrante C (Professor - Mundo Material): O professor guia a atividade experimental, integrando o contexto material dos alunos com a ação pedagógica.

Esta abordagem experimental inicial se alinha bem com a teoria dos Perfis Conceituais, pois permite que os alunos explorem o conceito de ácidos e bases de uma maneira mais intuitiva e baseada na observação, antes de serem introduzidos a definições mais formais de ácido e base. Isso de certa forma, pode ajudar a ativar e explicitar diferentes zonas do perfil conceitual dos estudantes.

Como os estudantes estavam em grupo (cinco no total), foi pedido que fizessem um pequeno relatório sobre a prática, no qual seriam extraídos trechos que poderiam contribuir para a análise.

4.2.1 Análise da atividade 02

A segunda atividade consistiu da elaboração de uma espécie de relatório acerca das impressões que eles tiveram sobre a prática, onde os estudantes deveriam principalmente colocar o que puderam compreender sobre a temática. Apenas três grupos entregaram o relatório de forma que pudéssemos analisar segundo a nossa pesquisa. A seguir, alguns pontos expostos sobre o experimento que foram entregues pelos grupos.

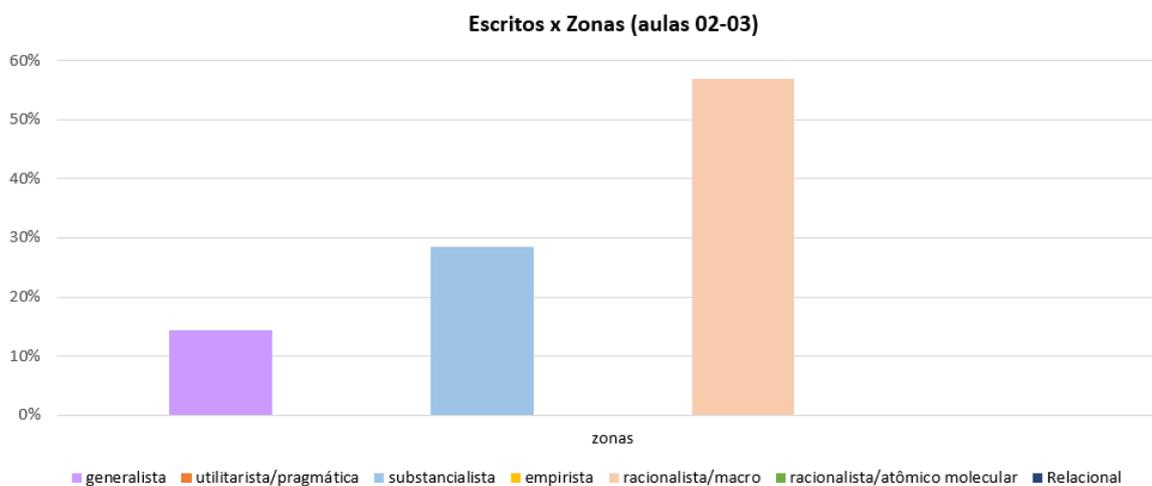
Quadro 16 – Escritos dos grupos e as zonas mobilizadas (aula 02)

Grupo	Escritos do grupo	Zonas do perfil
1	<i>“aprender as propriedades ácidas e básicas dos produtos”.</i>	Racionalista / macroscópica
	<i>“conhecer diversos elementos químicos e suas propriedades”.</i>	Substancialista
2	<i>“ver as reações químicas dos ácidos e bases com os indicadores, as mudanças de cor”</i>	Racionalista / macroscópica
	<i>“mexer nas composições dos elementos”. (o contexto desta fala sugere manipulações químicas sem entendimento dos princípios que as regem)</i>	Generalista
3	<i>“conseguimos ver as mudanças de cor que indicavam se um produto era ácido ou básico”</i>	Racionalista / macroscópica
	<i>“foi legal quando no fim misturamos um ácido com uma base e a mistura borbulhou”</i>	Racionalista / macroscópica
	<i>“descobrimos que a água sanitária e a soda cáustica são consideradas básicas”.</i>	Substancialista

Fonte: do autor

Graficamente, estas colocações e sua relação com as zonas do perfil, estão na figura abaixo:

Figura 32 - Emergência das zonas do perfil conceitual das aulas 02 e 03



Fonte: do autor

Nas colocações dos estudantes observamos uma maior utilização da zona racionalista/macrocópica, pois, de acordo com Silva e Amaral (2020 p.8) “são apresentadas propriedades características das substâncias que apresentam comportamento ácido/base – propriedades físicas, químicas ou organolépticas”. Ao mesmo tempo tem-se uma menor utilização das zonas mais emergentes na atividade 01 (como a generalista e a utilitarista/pragmática) e isso é um indicativo que mesmo sem uma abordagem direta do conceito (o que não significa que não se tenha ideias teóricas), a experimentação foi importante para o enriquecimento do perfil conceitual dos estudantes haja visto que desperta a ideia do entendimento químico do processo. Ou seja, o experimento constrói pontes entre as concepções prévias e o conhecimento científico dos estudantes, o que é um aspecto fundamental tanto da teoria dos Perfis Conceituais quanto da abordagem construtivista integrada proposta por Méheut.

4.3 ANÁLISE DAS AULAS 04 e 05 - CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA

Como os primeiros encontros buscaram um engajamento maior dos estudantes (o que de fato ocorreu), chegamos no andamento da temática colocando um viés mais científico sobre o que haviam observado e comentado nas aulas. Segundo esse raciocínio, tivemos como princípio nestas aulas, os quatro quadrantes do Losango Didático proposto por Méheut:

- Quadrante A (Professor - Conhecimento Científico): Apresentação formal das teorias ácido-base e explicação dos valores de pH. Exposição centrada na explicação dos conteúdos científicos pelo professor.
- Quadrante B (Conhecimento Científico - Mundo Material): Uso de exemplos do cotidiano (pH de frutas, produtos, sangue) para conectar o conhecimento científico com o mundo material dos alunos. Isso significa que o conhecimento teórico é apresentado de uma maneira que os alunos possam ver sua aplicação prática em suas vidas diárias.
- Quadrante C (Professor - Mundo Material): Apresentação do pH de diferentes substâncias e explicação das teorias ácido-base, mostrando a aplicação desses

conceitos em exemplos cotidianos. O foco está na ação direta do professor, que utiliza exemplos do cotidiano para explicar conceitos científicos.

- Quadrante D (Estudante - Mundo Material): Especialmente quando os estudantes refletem sobre as fake news (e outros exemplos). Assim, tem-se um incentivo a autonomia dos estudantes na construção do conhecimento a partir de suas experiências.

Desta maneira, começamos por introduzir as ideias mais científicas a partir da noção de pH (zona empirista - acidez e basicidade são quantificadas empiricamente através do pH), mostrando como inferir o caráter ácido ou básico de um sistema a partir dos seus valores, prontamente, dois estudantes lembraram de um comercial e disseram “*xampu de pH neutro*”, e associaram isto ao valor 7 da escala de pH.

Para buscar algo mais familiarizado aos estudantes com o contexto científico, o professor perguntou:

P: “De onde vocês acham que vem o “H” do termo pH?”

Inúmeros estudantes disseram que tinha relação com o elemento hidrogênio. Então, foi apresentado as primeiras ideias da zona racionalista atômico-molecular, mostrando que, segundo a literatura, a maior produção de H^+ ou H_3O^+ (e a menor quantidade de OH^-) seria indicativo de acidez, e a menor produção dessas espécies indicaria a maior alcalinidade. Neste ponto também foi introduzida as primeiras ideias relacionais, pois, a acidez ou basicidade só seria percebida, neste caso, ao contato da substância com a água, e não de algo intrínseco a ela como se tem nas ideias substancialistas.

Ao serem mostradas aos estudantes várias substâncias com suas devidas interações em água, notamos que eles não focaram na fórmula química da substância em si (como comumente se enaltece nos livros didáticos, como já explicitado), mas no que era produzida após a interação com a água (porém, informamos que pelo conhecimento histórico nos acostumamos a chamar várias substâncias de “ácidos” – ácido sulfúrico, ácido clorídrico e etc. –, pois, considera-se dessa forma que estejam em solução aquosa).

Então, mostrou-se que o comportamento ácido ou básico de uma substância não é apenas oriundo da sua reação com a água na produção de algo específico, mas que tal acidez dependeria da outra espécie química da reação. Deste modo, surgiram outras teorias que explicaram o motivo da acidez/basicidade das espécies

utilizando maneiras diferentes de se observar o mesmo ou outros fenômenos, ou seja, a questão em si era de buscar com que os estudantes compreendessem que existem várias visões na ciência (modelos ou teorias) que se debruçam na explicação do fenômeno. Disto isto, passamos a explicar que não há “*substância ácida (ou básica)*”, mas que há o “*comportamento ou caráter ácido (ou básico)*” de dada substância a “*depende da interação com o meio*”.

Então, foram expostas três reações (com a ideia de se abordar as teorias ácido-base), no qual os estudantes deveriam tentar associar o comportamento ácido ou básico conforme o que diziam as teorias ácido-base. Na análise destas aulas traremos um trecho da discussão acerca da temática, onde tivemos seis estudantes mais ativos naquele momento da aula promovendo as discussões, onde alguns outros acompanhavam apenas concordando (repetindo) o que estes expunham.

Trecho da discussão das aulas 04-05

-- P: “Então, o que acharam das teorias para explicar a acidez e a basicidade?”

- Estudante E19: “a última (*teoria de Lewis*) é mais complicada de ver”

-- P: “Porque?”

- Estudante E19: “por que quando não tem H fica mais difícil” (*de perceber a teoria de Lewis*).

- Estudante E23: “a (*reação*) que ocorre na água foi mais fácil ver se é ácido ou básico”.

-- P: “Porque você acha isso?”.

- Estudante E23: “a gente já se liga direto na formação de H^+ ”.

-- Professor: “Mas e se não for com a água?”.

- Estudante E28: “dá pra saber (*na reação*) a substância ácida pela saída do H”.

- Estudante E23: “isso, a gente vê o lance do H e já sabe na hora”.

-- Estudante “E28”: “essa de Lewis tem que saber um pouquinho mais de ligações (*químicas*) né?”.

-- P: “Sim, por isso nós fizemos uma pequena revisão (*de ligações químicas*). A ideia de mostrar as reações é que se veja o mesmo fenômeno, mas por visões diferentes”.

-- Estudante E1: “por isso a explicação dessa (*teoria de Lewis*) eu achei mais difícil”.

- Estudante E2: “as duas primeiras (*ideia de Arrhenius e teoria de Brønsted-Lowry*) olhando o antes e o depois (*da reação*), dá pra saber quem é ácido ou base”.

- Estudante E28: “para mim (*ideia de Arrhenius e teoria de Brønsted-Lowry*) foram as mais de boas”.

Nestas falas observa-se que abordar os contextos mais científicos muitas vezes requer o domínio de conhecimentos prévios por parte dos estudantes, como também se observa que certos modos de pensar e formas de falar ainda permanecem presentes mesmo após o contato com conhecimentos tangíveis a outras estâncias.

Observamos também nessas falas, de modo geral, que quando se tem a presença do elemento hidrogênio fica mais fácil para estudantes perceberem a acidez (ou basicidade) por qualquer uma das três teorias, porém, quando este elemento está ausente no processo ou busca-se entender o comportamento pela “aceitação-doação” do par de elétrons, a maioria dos estudantes tiveram dificuldade de perceber a espécie que agia como ácido (ou como base). Assim, pode-se fazer uma abordagem ainda mais centrada no conteúdo de ligações químicas covalentes, visando auxiliar na explicação dessa teoria.

4.3.1 Análise da atividade 03

Com a ideia de fazermos um apanhado mais geral de como os estudantes haviam enriquecido (ou não) outras zonas do perfil conceitual, a terceira atividade teve o objetivo de avaliar como os estudantes avaliariam o caráter ácido-base de um sistema. Alguns estudantes expuseram praticamente a mesma fala e como na sala de aula haviam muitos estudantes, foi perguntado se mais alguém queria dizer algo, e como muitos permaneceram em silêncio, pedi para levantar a mão quem concordava com o que eles diziam (incluindo quem havia falado), para o professor ter a ideia de quantificação e prosseguir com a análise.

Trecho da discussão das aulas 04-05

 -- P: “Com todas essas informações, digamos, mais científicas. Como você faria agora para saber se um sistema é ácido ou básico?”

- Fala 01 - Estudantes E7, E16, E23, E28, E35 (concordaram: E3, E5, E14, E20, E21, E27, E29, E39): “medindo o pH”; “valor do pH”.

- Fala 02 - Estudantes E2, E15 (concordaram: E4, E9, E13, E24, E26, E31, E33, E34, E36): “pelas coisas que produz na água”.

-- P: Que coisas? Qualquer coisa que produzisse na água (E2, E15)?

- Estudante E2: “Não... H (H⁺) e OH (OH⁻).”

- Fala 03 - Estudante E19 (concordaram: E12, E18): “se a substância tem H ou OH (na fórmula química)”.

-- P: Como assim (E19)?

- Estudante E19: “Dá pra ter uma ideia se a substância é ácida ou básica”.

-- P: “Então, todas (as substâncias) que tem esses ‘elementos’ podem ser ou ácidas ou básicas?”

- Estudante E19: “Todas não, mas algumas (podem)”

- Fala 04 - Estudante E1, E11 (concordaram: E8, E10, E30): “(algo) só tem acidez depois que reage”

Na “fala 02”, constatamos que os estudantes apresentam como ideia principal, que a produção de certas espécies pode indicar acidez ou basicidade de um sistema, alinhando-se a uma visão racionalista atômico – molecular. Contudo, o uso de uma linguagem imprecisa e generalista (“coisas”) sugere que estes estudantes ainda não possuem uma compreensão totalmente clara ou diferenciada do conceito.

A “fala 03” reflete uma atribuição de propriedades ácidas ou básicas diretamente à presença de certos elementos na fórmula química, sem considerar as interações ou contextos que poderiam influenciar essas propriedades. Essa visão sugere que a presença de H ou OH é suficiente para classificar uma substância como ácida ou básica, o que é uma característica típica da zona substancialista. No entanto, o questionamento do professor sobre todas as substâncias com esses elementos poderem ser ácidas ou básicas, seguida da resposta do estudante, “todas não, mas algumas (podem)”, insinua que este está começando a reconhecer que a presença de H ou OH não é uma condição suficiente para classificar todas as substâncias como ácidas ou básicas, o que pode indicar um movimento em direção a uma compreensão mais complexa (zona racionalista atômico-molecular).

A partir dessas interações obtemos o quadro que segue:

Quadro 17 – Falas dos estudantes e zonas mobilizadas nas aulas 04 e 05

Fala dos “estudantes”	Concordaram	Zona do perfil conceitual
“01”: “medindo o pH”; “valor do pH”.	13	Empirista
“02”: “pelas coisas que produz na água”	11	Generalista –

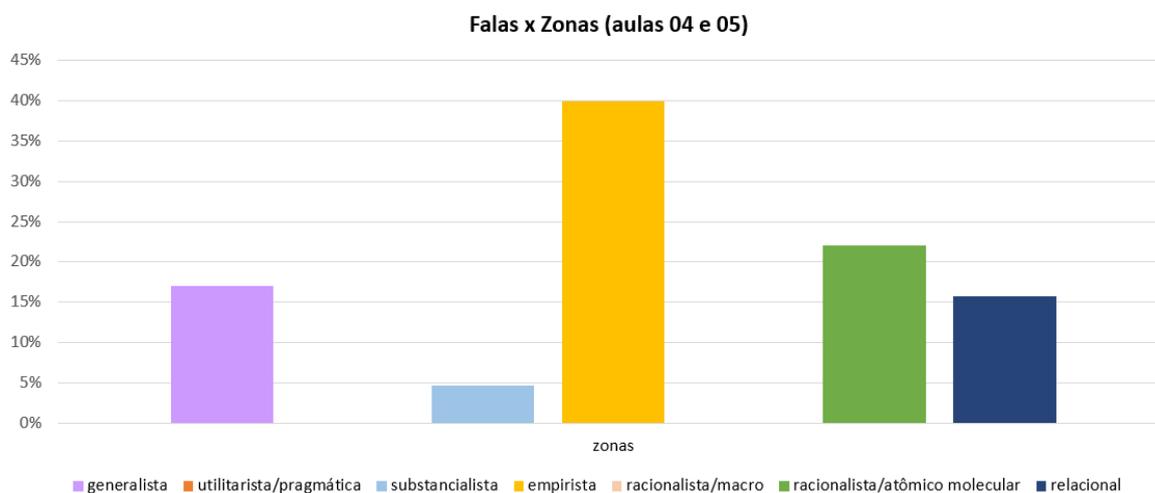
<i>(no contexto tinha-se a ideia de íons característicos na interação, porém, na fala usou-se um termo vago e não-específico)</i>		Racionalista Atômico molecular
<i>“03”: “se a substância tem H ou OH na fórmula (é ácido ou base)” (no contexto de atribuir acidez e basicidade diretamente à presença de certos elementos na fórmula química, porém, ao ponto de considerar a relação entre a composição química e o comportamento ácido/base)</i>	3	Substancialista – Racionalista atômico - molecular
<i>“04”: “(algo) só tem acidez depois que reage”</i>	5	Relacional

Fonte: do autor

Podemos observar de maneira ainda mais clara, que mesmo com uma apresentação de ideias de cunho científico, muitos estudantes ainda usam nas suas falas termos mais intuitivos. Notamos que as falas, de forma geral, poderiam ser creditadas em um pensar mais coerente cientificamente, já que, dependem do cenário onde estão inseridas. Inclusive alguns estudantes questionaram se poderiam escolher mais que uma fala, e foi explicado que obviamente poderia se ter uma ou todas as falas coerentes. É importante lembrar que as ideias dos estudantes podem não se encaixar perfeitamente em uma única categoria, pois, pode-se utilizar diferentes zonas de compreensão dependendo do contexto e da situação.

Expondo em um gráfico o que foi observado, temos:

Figura 33 - Emergência das zonas do perfil conceitual das aulas 04 e 05



Fonte: do autor

Constatamos pelo exposto, a mobilidade para outras zonas de cunho mais científico, diferentemente do enfoque das aulas iniciais, e isto pode ser explicado devido abordarmos aspectos mais teóricos da temática.

4.4 ANÁLISE DAS AULAS 06 e 07 – ENRIQUECIMENTO DAS IDEIAS RELACIONAIS DA TEMÁTICA: ACIDEZ / BASICIDADE E O EQUILÍBRIO QUÍMICO (IÔNICO)

Estes últimos encontros da nossa sequência didática, buscaram enfatizar os aspectos relacionais da temática (enriquecimento de zonas do perfil conceitual de conhecimentos mais científicos – como a zona relacional), indicando, como já fora apresentado, a importância de se compreender a interação entre as substâncias no tocante a podermos identificar um comportamento ácido ou básico, e não simplesmente identificando tais comportamentos por aspectos organolépticos ou estruturais. Neste ponto da nossa abordagem, fica clara a ideia por vezes revisitada no nosso projeto de pesquisa, onde enfatizamos que um dado conteúdo pode ser abordado a depender do encaminhamento que está sendo traçado ao tema, sem a necessidade de fragmentá-lo em várias seções (como é encontrado comumente nos livros didáticos).

Com um certo apanhado teórico sobre ácidos e bases por parte dos estudantes, expomos essas aulas em três momentos apresentados a seguir:

- No primeiro momento das aulas mostra-se a relação da acidez/basicidade com as ideias do equilíbrio químico, onde foram exemplificados alguns equilíbrios químicos do nosso cotidiano, no quais os estudantes puderam perceber a importância da interação entre as substâncias por meio de reações químicas, pois, exemplos práticos, como a pouca solubilidade do hidróxido de magnésio e o uso do ácido benzóico, ajudam a contextualizar o conhecimento científico no cotidiano dos alunos;
- no segundo momento, demos ênfase a compreensão teórica das constantes de equilíbrio e sua importância nas reações químicas, apresentando exemplos práticos e a tabela de constantes de equilíbrio para diferentes substâncias, ou seja, foi discutido o que estas interações poderiam explicar, com um rigor mais científico, a conexão com o nosso mundo material;

- no último momento das aulas, utilizamos o Princípio de Le Chatelier, com a ideia de facilitar a compreensão através de experiências concretas – alteração de cor dos indicadores, onde a participação ativa dos estudantes em experimentos práticos tendeu a promover a aprendizagem autônoma e direta.

O exposto acima se relaciona com os quatro quadrantes do Losango Didático de Méheut, como apresentado abaixo:

- Quadrante A (Professor - Conhecimento Científico): Exposição formal sobre equilíbrio químico (definição, constante, força, deslocamento).
- Quadrante B (Conhecimento Científico - Mundo Material): Exemplos de equilíbrios químicos no cotidiano e explicação científica da mudança de cor dos indicadores observada no experimento realizado anteriormente.
- Quadrante C (Professor - Mundo Material): Conexão entre a teoria do equilíbrio químico e a percepção inicial dos estudantes sobre a "força" dos ácidos e bases, por exemplo - refere a como o professor orienta os alunos a interagir com o mundo material.
- Quadrante D (Estudante - Mundo Material): Revisitação do experimento anterior sob uma nova perspectiva científica, permitindo que os estudantes reinterpretem suas observações iniciais promovendo a compreensão profunda do fenômeno observado.

Nestas aulas, em suma, aprofundamos esta relação “ciência - mundo material”, por exemplo, ao explicar a nível microscópico a alteração da coloração dos indicadores, ou seja, tivemos a preocupação de apresentarmos a importância da interação entre as substâncias nos processos (zona relacionalista). Como foi um momento mais expositivo, houveram poucas interações durante estas aulas. Abaixo, tem-se um trecho da discussão em relação a força ácida e básica.

Trecho da discussão das aulas 06-07

-
- P: “Surpresos com a ideia de força dos ácidos e das bases? Me digam o que acham.
 - Estudante E23: “eu mesmo jurava que era mais forte o que corroía mais”
 - P: “E aí galera, concordam com ele? (a maioria afirmou que sim)”
 - Estudante E28: “é... mas mesmo assim muitos (**ácidos ou bases**) fortes corroem... então depende com quem reaja”
 - P: “De certa forma sim”

- Estudante E28: “os valores (**da constante**) vem nas questões né? Não temos que decorar...”.

-- P: “Isso.. ai pelos valores dá pra saber a força ácida ou básica. Essas que mostrei no quadro se referem a uma questão do enem, por exemplo.”

- Estudante E2: “por isso a soda cáustica é uma substância forte (**alguns estudantes concordaram com essa afirmação**)”

Observamos novamente pela fala dos estudantes, que mesmo tendo contato com um conhecimento mais científico acerca do exposto (1ª fala do E28), as concepções de zonas atreladas ao conhecimento mais intuitivo (como a utilitarista/pragmática) emergem, e como já foi explicitado, podem conviver com outras zonas do perfil, e seus usos dependem do contexto apresentado.

Optamos por não realizar atividades específicas nestas aulas (como foi feito nas aulas anteriores), pois, as noções de equilíbrio químico ligados a temática seriam abordadas no questionário final.

4.5 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL (aula 08)

Com a ideia de inferir como os estudantes mobilizariam (ou não) zonas do perfil conceitual atreladas ao conhecimento mais científico, foram propostas sete perguntas em um questionário (presente na página 85 e no Anexo A), no qual cada uma delas buscava explorar várias zonas do perfil conceitual a depender da situação apresentada. O questionário foi respondido por 37 estudantes, todavia, as respostas de cinco deles não foram analisadas, pois, foram estudantes que não participaram da maioria dos encontros do nosso projeto de pesquisa, totalizando assim, 224 alternativas assinaladas. Por algumas vezes, as alternativas das questões explicitaram mais de uma zona do perfil conceitual, haja visto que tais zonas não se excluem mutuamente.

Esmiuçaremos a seguir, cada pergunta, indicando a(s) zona(s) do perfil conceitual de substância atrelada a ácidos e bases a que se referem as alternativas apresentadas:

Questão 1: Sobre a acidez do limão e outras frutas cítricas, três estudantes ao conversar, propuseram cada qual uma observação:

- Estudante 1: o limão é ácido, por isso é azedo.

- Estudante 2: o limão é um elemento ácido, pois, possui “H” na fórmula dele.
- Estudante 3: o limão apresenta em meio aquoso substância(s) de comportamento ácido.

Do ponto de vista científico, qual estudante apresentou a observação mais adequada:

a) “o limão é ácido, por isso é azedo”:

Visão Racionalista / macroscópica: Relaciona-se com as propriedades organolépticas.

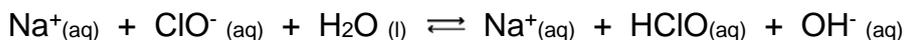
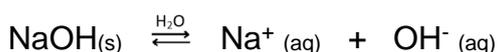
b) “o limão é um elemento ácido, pois, possui “H” na fórmula dele”:

Visão Substancialista: Sugere que a acidez é uma característica essencial e inerente do limão como um todo, referindo-se à presença de átomos de hidrogênio como determinante de acidez; e de certa forma uma visão generalista, pois, usa-se uma explicação simplificada e ampla, sem considerar detalhes.

c) “o limão apresenta em meio aquoso substância(s) de comportamento ácido”

Visão Relacionista: Considera a interação da substância com o meio aquoso.

Questão 2: Dois produtos comerciais bem conhecidos são: soda cáustica e água sanitária. O princípio ativo de cada um é, respectivamente, hidróxido de sódio (NaOH) e hipoclorito de sódio (NaClO ou NaOCl), cuja interação com a água é mostrada abaixo:



Sobre o exposto, uma das ideias científicas (teorias) mais utilizadas, indica que estas substâncias tem comportamento:

a) “(tem comportamento) ácido, pois, podem provocar danos aos materiais.”

Visão Utilitarista/pragmática: Relaciona-se com os efeitos práticos dos ácidos.

b) “(tem comportamento) básico, pois, apresentam “OH” do lado direito na fórmula”.

Visão Substancialista: Relaciona-se com a presença de grupos funcionais que determinam a basicidade, ou seja, propriedades da substância são estendidas aos átomos ou moléculas constituintes.

c) “(tem comportamento) básico, pois, identifica-se a produção de OH⁻ em água”.

Visão Racionalista Atômico-molecular: Refere-se à formação de íons específicos em solução aquosa; também pode-se ter uma noção da zona Relacionista, pois, considera a interação do composto com a água.

Questão 3: A manga espada, muito tradicional no sertão paraibano, apresenta característica ácidas. Assim, assinale a alternativa que você considera correta:

a) “a acidez da manga pode fazer mal as pessoas”.

Visão Utilitarista/pragmática: Relaciona-se com os efeitos nocivos da acidez.

b) “a manga contém várias substâncias químicas, e possivelmente uma (ou mais) é a responsável pela acidez.”

Visão substancialista: Refere-se à ideia de que uma (ou mais) espécies químicas, são responsáveis pelas propriedades ácidas; observa-se também ideias da zona Racionalista / Macroscópica, no que tange à identificação da presença de várias substâncias químicas na manga, considerando a composição de forma observável e característica, sem entrar em detalhes microscópicos.

c) “a manga é formada por átomos de elementos químicos que apresentam acidez”

Visão Substancialista: Relaciona-se com a atribuição das propriedades ácidas aos átomos constituintes sem considerar modelos explicativos ou a interação com o meio; bem como a uma visão Racionalista Atômico - molecular, pois, tem-se a um entendimento que envolve uma visão detalhada e científica da estrutura da matéria.

Questão 4: A ideia quimicamente aceita sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa, diz respeito a:

a) “corrosão observada no contato com outros materiais (sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa).”

Visão Racionalista macroscópica: Refere-se a propriedades característica química, como a corrosão.

b) “apresentar muitos "H" ou "OH" na fórmula da substância (sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa).”

Visão Substancialista: Relaciona-se com a atribuição das propriedades ácidas aos grupos químicos constituintes da substância.

c) “maior quantidade de íons H_3O^+ ou OH^- em solução (sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa).”

Visão Racionalista microscópica: Refere-se à formação de íons específicos em solução aquosa; também pode-se indicar ideias da zona relacionista, pois, considera a interação com a água no que concerne a força.

Questão 5: Abaixo tem-se a imagem de embalagem de um produto utilizado em piscinas:



Fonte: <https://shopee.com.br/Sulfato-de-aluminio-p%C3%B3-sem-ferro-1-kg-i.330590768.5960396896>

O trecho em destaque, poderia ser reescrito de maneira mais coerente cientificamente, da seguinte forma:

a) “Contem produto que apresenta comportamento ácido ao interagir com água.”

Visão Relacionista: Considera a interação do produto com a água para determinar o comportamento ácido.

b) “Traz um elemento de elevada acidez quando puro”.

Visão Substancialista: indica uma compreensão de que a acidez é uma propriedade específica de um elemento ou substância contida no produto, não sendo uma atribuição generalizada e indistinta de acidez a todos os elementos ou substâncias presentes.

c) “Inclui produto que possui fórmula ácida”.

Visão Generalista: Reflete uma compreensão mais ampla e generalista sobre ácidos, sem especificar quais ácidos estão presentes na fórmula nem detalha suas características específicas.

Questão 6: A alteração observada na cor dos indicadores ácido-base quando se adiciona uma solução contendo uma substância de comportamento ácido ou básico, pode ser explicada pela:

a) “permanência do pH do meio sempre ácido, ou sempre básico.

Visão Empirista: Relaciona-se com a medida do pH como parâmetro de acidez/basicidade.

b) “mudança na condição de equilíbrio químico devido às interações entre o indicador e a substância”.

Visão Relacionista: Refere-se à compreensão complexa das interações e das condições que afetam o equilíbrio químico.

c) “presença de substâncias orgânicas na reação”.

Visão Racionalista Microscópica: Demonstra conhecimento sobre a composição (classificação) das substâncias (orgânicas), sugerindo uma compreensão da reação química envolvida, indo além de uma visão puramente substancialista ou generalista.

Questão 7: Um produto comercial indicava no seu rótulo: “pH = 7”.

Nesse sentido pode-se afirmar que:

a) “o produto é um ácido (indicava no seu rótulo: pH = 7)”.

Além da visão Empirista, o texto da alternativa apresenta uma visão Generalista, pois, mostra uma compreensão indistinta das propriedades ácidas/básicas, além da falta de diferenciação entre elementos, substâncias e materiais.

b) “o produto é um elemento de pH neutro (indicava no seu rótulo: pH = 7)”.

Além da visão Empirista, o texto da alternativa apresenta uma visão Generalista, pois, sugere uma compreensão simplificada e incorreta da química, onde não há distinção entre substâncias químicas complexas e elementos químicos puros. Essa visão simplista tende a ignorar as nuances da química, como a diferença entre elementos, compostos e misturas.

c) “o produto tem substância(s) que em solução, originam um pH neutro (indicava no seu rótulo: pH = 7).”

Além da visão Empirista, o texto da alternativa apresenta uma visão Relacional, enfatizando as relações e condições que determinam o comportamento ácido/base (iteração com a água).

Aqui, convêm uma observação: A zona do perfil atrelada a esta pergunta é empirista devido relacionar o parâmetro pH como critério para determinar acidez ou basicidade (todos os estudantes responderam corretamente em relação a neutralidade do

meio), mas tem-se nas alternativas ideias de outras zonas. Colocamos no quadro abaixo, o apanhado geral das respostas dos estudantes para cada alternativa.

Quadro 18: Questionário final - Quantitativo de respostas dos estudantes e zonas do perfil conceitual

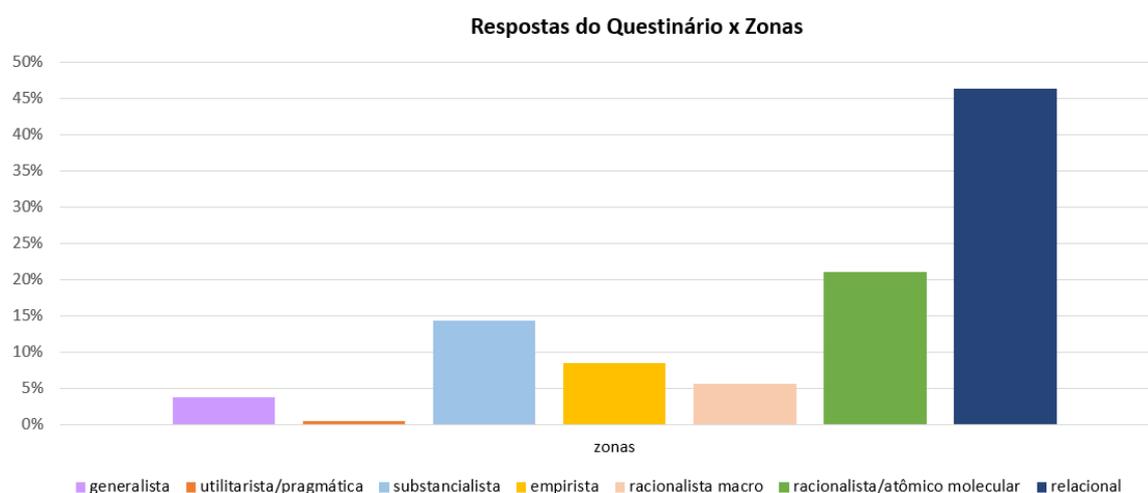
Questão 1		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Racionalista / macroscópica	0
B	Substancialista - Generalista	2
C	Relacionista	30
Questão 2		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Utilitarista/pragmático	1
B	Substancialista	4
C	Racionalista/atômico molecular - Relacional	27
Questão 3		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Utilitarista/pragmática	0
B	Substancialista – Racionalista macroscópica	23
C	Substancialista – Racionalista/atômico molecular	9
Questão 4		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Racionalista macroscópica	1
B	Substancialista	5
C	Racionalista/atômico molecular - Relacional	26
Questão 5		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Relacionista	25
B	Substancialista	6
C	Generalista	1
Questão 6		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes
A	Empirista	3
B	Relacionista	28
C	Racionalista/atômico molecular	1
Questão 7		
Alternativas	Zona(s) do perfil conceitual	Quantidade de estudantes

A	Empirista - Generalista	0
B	Empirista - Generalista	13
C	Empirista - Relacional	19

Fonte: do autor

Por meio destes dados, foi gerado um gráfico considerando as respostas dos estudantes relacionados às zonas do perfil conceitual de ácidos e bases.

Figura 34 - Emergência das zonas do perfil conceitual no questionário final



Analisando cada zona segundo o que foi apresentado, observamos que as zonas mais “assinaladas” pelos estudantes foram a relacional, racionalista atômico molecular, substancialista e empirista, onde temos que:

- i) A zona generalista teve suas ideias propostas em 4 das 21 alternativas (em torno de 19% das alternativas), sendo assinalada por 3,8% dos estudantes, o que indica que a depender do contexto, os estudantes mobilizaram outras zonas do perfil conceitual.
- ii) A zona utilitarista/pragmática foi abordada em apenas 2 das 21 alternativas (9,5% das alternativas) e foi assinalada por menos que 1% dos estudantes, o que mostra que no contexto apresentado no questionário, houve a preferência por outras zonas por parte dos estudantes. Ou talvez, se tivéssemos uma abordagem mais ampla desta zona nas alternativas, teríamos uma visão mais acurada sobre seu uso ou não pelos estudantes.

iii) A zona substancialista teve suas noções apresentadas em 6 das 21 alternativas (em torno de 28,6%), sendo assinalada por 14,3% dos estudantes, o que indica que alguns estudantes “navegam” entre saberes mais inatos e mais científicos, possivelmente por suas ideias serem muito relacionadas a utilização “mais direta” do conhecimento químico refletindo uma mistura de percepções do senso comum e elementos do conhecimento científico, como também devido possivelmente uma das questões contempla-la em duas das três alternativas.

iv) A zona racionalista/macrocópica teve suas ideias dispostas em 3 das 21 alternativas (aproximadamente 14,3% das alternativas) e foi assinalada por 5,6% dos estudantes, isto indica que estes procuraram outras zonas do perfil para explicar suas indagações, como a zona relacional (como nas questões 1 e 4). Pode-se compreender que, por tratar-se de uma zona do perfil que abrange aspectos classificatórios, nosso trabalho não deu a devida ênfase a esse ponto.

v) A zona racionalista/atômico molecular teve suas ideias dispostas em 4 das 21 alternativas (19% das alternativas) e foi assinalada por 21% dos estudantes. Entendemos que o formato que foi feito o questionário, com destaque nas ideias relacionais, talvez não tenha contribuído para uma melhor exploração desta zona. Contudo, notamos que os estudantes recorreram a ideias desta zona em detrimento de outras.

vi) A zona relacional teve suas ideias dispostas em 6 das 21 alternativas (28,6% das alternativas) e foi assinalada por 46,4% dos estudantes. Esta zona foi a que apresentou maior aumento na relação “alternativas apresentadas / assinaladas pelos estudantes”, pois, foi principalmente nela, que direcionamos as ideias de acidez e basicidade conforme apresentado neste trabalho, haja visto, que não queríamos como norte principal da sequência didática, a memorização de fórmulas (visão substancialista) nem aspectos puramente classificatórios (visão apenas racionalista). Por isso, esta zona foi a que mais emergiu nesta última atividade, pois, de fato, como fora apresentado, a acidez e basicidade se refere a algo relacional e não intrínseco a substância.

vii) A zona empirista teve suas ideias dispostas em 4 das 21 alternativas (19% das alternativas) e foi assinalada por 8,5% dos estudantes. Isto pode ser explicado com base na questão 7, onde as três alternativas contemplavam ideias desta zona, como também, a “preferencia” por outras zonas do perfil (questão 6). Observamos, com

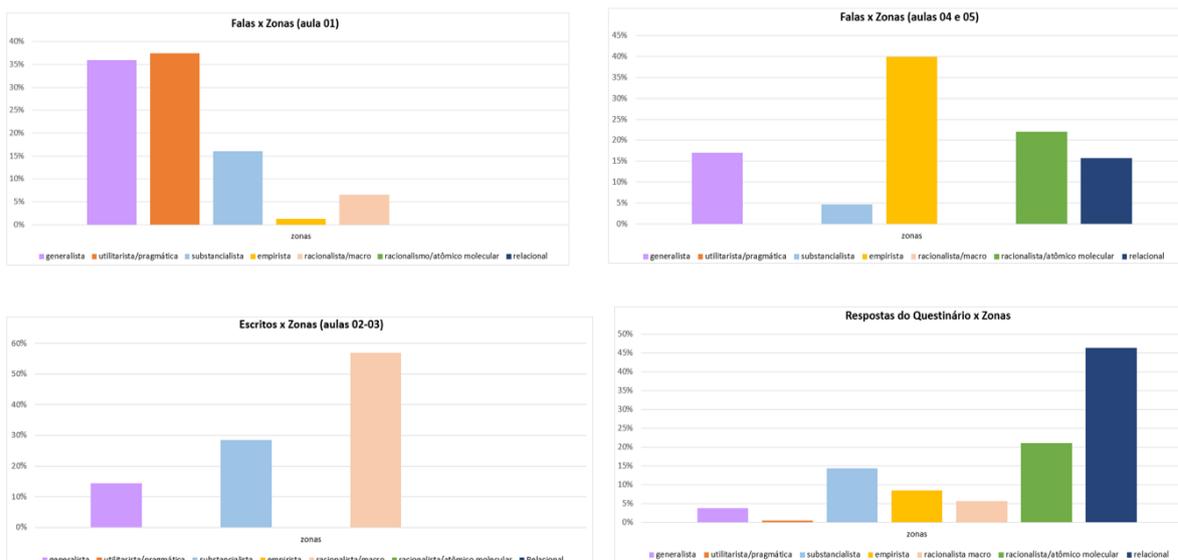
base nas respostas, que a totalidade dos estudantes relacionaram corretamente a ideia dos valores de pH à acidez e à basicidade.

Estes dados nos informam que as zonas de cunho considerados de certa forma mais científico (empirista, racionalistas macro e atômico-molecular e relacional), corresponderam a mais de 80% das respostas dos estudantes, ao ponto que zonas mais “inatas” aos estudantes (generalista e utilitarista/pragmática) corresponderam a aproximadamente 4% das respostas. Poderemos derivar também, que as zonas substancialista e relacional, mesmo apresentando uma porcentagem maior de “citações” nas alternativas (28,6% cada), ocorreu pelos estudantes, a emergência da zona relacionista (como era esperado neste trabalho de pesquisa). Destacamos deste modo, a importância de considerar a diversidade das respostas dos estudantes, a relação entre entendimento e contextualização, e o processo de confronto entre conhecimento e situação ao avaliar-direcionar o aprendizado.

4.5.1 Análise comparativa

Com o intuito de termos uma visão ampla sobre o exposto nas aulas ministradas, convém analisarmos como se deram as mobilizações das zonas do perfil conceitual no decorrer da aplicação da sequência didática, e para isso expomos na figura abaixo a comparação dos gráficos produzidos como suporte para visualização da emergência das zonas do perfil.

Figura 35 - Emergência das zonas do perfil conceitual ao longo da sequência didática



Fonte: do autor

A partir desta imagem comparativa, podemos tecer que houve um enriquecimento por parte dos estudantes, de zonas do perfil conceitual relacionadas a saberes mais científicos, pois, a temática foi trabalhada para que isto fosse alavancado na sequência didática e para isso utilizamos dos mais diversos conteúdos químicos que tratam da temática. Também observamos que a mobilização de certas zonas depende, como já citado, do contexto utilizado e isto está claro na figura 35, ao ponto que o estudante recorre muitas vezes a zonas mais científicas após o contato com este tipo de abordagem, porém, ainda ficam inatos as suas concepções prévias.

Isto nos indica que os estudantes podem apresentar respostas diferentes para a mesma pergunta, mesmo que tenham o conhecimento mais apurado sobre o conceito em questão e isso pode estar relacionado ao fato de que a situação específica colocada na pergunta pode influenciar como o estudante interpreta e aplica o conceito. Em outras palavras, o contexto da pergunta pode ativar diferentes aspectos do conhecimento do estudante, levando a respostas variadas. Ao mapearmos (e conduzirmos), essas mudanças através das zonas do perfil conceitual, percebemos a necessidade de acolher essa multiplicidade de perspectivas. O professor, então, deve diversificar suas estratégias de ensino, explorando diferentes abordagens para os conteúdos e promovendo um diálogo amplo e inclusivo em sala de aula, pois, este mobiliza os estudantes a refletir sobre

seus próprios conceitos, significados e interpretações, contribuindo para um processo de conceituação mais profundo e significativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados através de questionários e observações em sala de aula, mostraram que houve uma emergência significativa de zonas do perfil conceitual mais científicas entre os estudantes. A análise comparativa das respostas revelou que, inicialmente, muitos estudantes mobilizavam zonas generalistas, substancialistas e utilitaristas/pragmáticas, mas ao longo da sequência didática, houve um aumento na mobilização de zonas empirista, racionalista e relacional, indicando uma evolução no entendimento conceitual dos mesmos.

A sala de aula é um ambiente onde diferentes ideias, pensamentos e perspectivas se encontram e se entrelaçam, onde a heterogeneidade, como bem aponta a Teoria do Perfil Conceitual, se reflete na forma como cada um aborda os conceitos, assim, a emergência das zonas do perfil conceitual dos estudantes confirma essa diversidade, pois, cada um segue seu próprio caminho no processo de aprendizagem, seja participando ativamente das discussões ou não. Assim, a aprendizagem segundo esta Teoria, ocorre quando se expande a compreensão de um conceito específico, desenvolvendo novas maneiras de pensar e de expressar esse conceito, e isto envolve explorar as diferentes formas de compreensão e interpretação de um conceito em diferentes contextos, ou seja, são dois processos interligados (Mortimer, El-Hani, 2014), logo, a aprendizagem não é um processo linear, mas sim multifacetado, onde diferentes formas de pensar coexistem e se influenciam mutuamente.

Deste modo, com base na Teoria do Perfil Conceitual e nos pressupostos do Losango Didático de Méheut, foi desenhada a sequência didática estruturada de forma a conectar o conhecimento científico com o contexto material e cotidiano dos estudantes, buscando, então, equilibrar a teoria (viés epistêmico) e a prática educativa (viés pedagógico), onde, inicialmente, foi colocado o estudante como eixo central, (conforme proposto no quadrante "d" do Losango), enfatizando a importância de iniciar o processo a partir das experiências e do contexto material dos mesmos. Isso ajuda a captar as concepções prévias (zonas menos científicas) dos estudantes e a integrá-las ao novo conhecimento (zonas mais científicas).

Seguindo, então, pela promoção da interação e diálogo entre professor e estudantes, explorando os conceitos de ácidos e bases de diferentes maneiras, enriquecendo suas zonas do perfil conceitual e promovendo uma compreensão mais

ampla, ao mesmo tempo também nos guiando na incorporação de textos, situações-problema e experimentação à didática de sala de aula.

Esta estruturação supracitada da sequência didática foi um dos objetivos do nosso trabalho, onde também buscamos:

- Analisar a emergência das zonas do perfil conceitual: A análise das falas (escritos e outras formas de interação) dos estudantes revelou a mobilização de diferentes zonas do perfil conceitual ao longo da sequência didática. Os resultados mostraram que os estudantes conseguiram expressar diversas compreensões sobre ácidos e bases, o que indica que houve um enriquecimento em suas concepções.
- Validar as estratégias didáticas: A validação das estratégias propostas foi observada através da análise do enriquecimento dos conceitos mais complexos. Os dados indicaram que os estudantes conseguiram avançar em suas compreensões mobilizando zonas mais científicas, o que sugere que as estratégias didáticas foram eficazes.

Conforme observamos, a emergência de certas zonas do perfil conceitual tem uma estreita relação com o tipo de atividade fornecida, o que comunga com a constatação do enriquecimento dos modos de falar para zonas mais científicas (como a relacional e a racionalista atômico-molecular), indicando que no decorrer da aplicação da sequência didática, os estudantes em sua enorme maioria, parecem ter reavaliado algumas de suas perspectivas sobre o conceito de ácido e base, porém, sem abandonar seus conhecimentos inatos. Tais atividades (experimentação, discussão, questionários), e isto entendemos como um ponto relevante abordado no nosso trabalho, se basearam na necessidade de um ensino que não se limitasse à memorização de fórmulas, classificações e conceitos diretos, objetivos, mas que buscasse relacionar o conhecimento científico com a realidade cotidiana dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conteúdos, do mesmo modo compreendendo que estas atividades fornecem valiosas percepções sobre a eficácia da abordagem pedagógica utilizada.

Acreditamos que um maior número de aulas para explanar a temática poderia trazer resultados ainda melhores, bem como um menor número de estudantes em sala de aula, haja visto que tivemos dificuldade em vários momentos das aulas, principalmente nas abordagens de aspectos mais teóricos, já que estes demandam uma maior atenção por parte dos estudantes e maior cautela na explicação por parte do professor.

Possivelmente, muitos destes aspectos seriam mais facilmente abordados na temática caso fossem realizados em bimestres finais (ou em outras séries) e/ou houvesse uma modificação mais profunda na maneira com que os conteúdos são dispostos no livro didático, pois, para um entendimento melhor pelos estudantes (1ª Série do Ensino Médio), tivemos que reforçar os conteúdos de ligações químicas (covalente) e química orgânica, logo, como indagado anteriormente, entendemos que é mister pensarmos numa alteração de como são trazidos certos conteúdos de química nos livros didáticos, e foi isso que realizamos na nossa sequência didática ao utilizarmos os conteúdos como meios e não como fins para explicação da temática. Estimamos que em uma maior quantidade de aulas, pudéssemos extrair mais da temática e explorar ainda mais (por que não?), algumas zonas do perfil conceitual que poderiam ser importantes na formação de um perfil conceitual mais completo por partes dos estudantes.

Apresentamos como destaque na nossa pesquisa, a importância de abordar e trabalhar com as concepções alternativas dos estudantes, utilizando-as como pontos de partida para a construção de um conhecimento mais sólido e fundamentado. Assim, como bem colocado por Oliveira (2008), a análise das concepções alternativas é fundamental para o planejamento das atividades pedagógicas, pois, ao compreender-se o que os estudantes já sabem, o professor pode desenvolver estratégias de ensino mais eficazes que abordem essas ideias prévias e promovam uma aprendizagem mais significativa. Além disso, o estudo pode ajudar a detectar barreiras conceituais que os alunos enfrentam, permitindo a proposição de novas abordagens pedagógicas que tornem os conceitos de ácidos e bases mais acessíveis e compreensíveis. E desse modo, a atividade experimental desempenhou um papel crucial nesse processo, facilitando a transição de zonas de perfil mais intuitivas para zonas de perfil mais científicas nos estudantes.

Confiamos que a sistematização dessas estratégias alicerçadas nos resultados apresentados neste trabalho, é um indicativo de que um recurso de ensino poderá ser desenvolvido e utilizado pelos professores, e por conseguinte, contribuir para um pensamento mais amplo e crítico de como os conteúdos de química são apresentados nos livros didáticos, bem como os dados apresentados podem ajudar a ampliar e refinar ainda mais as zonas do perfil conceitual de ácidos e bases.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, Poliana Gomes de; RESENDE FILHO, João Batista M. de; SIMÕES, Anderson S. de Medeiros. Contradictions and Misconceptions in High School Chemistry Textbooks About the Concept and Classification of Salts. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 516-535, 2020. Bimestral. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20200041>.

ACHTERBERG, Guilherme Baumann; CENTA, Fernanda Gall; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. ENTRE A MEMORIZAÇÃO E A INTERAÇÃO: a construção do perfil dos estudantes de ensino médio. **E-Mosaicos**, [S.L.], v. 10, n. 23, p. 85-106, 7 jun. 2021. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/e-mosaicos.2021.52885>.

ALONSO-TAPIA, J., e A. PARDO (2006). Assessment of learning environment motivational quality from the point of view of secondary and high school learners. **Learning and Instruction**, 16(4), 295-309.

AMARAL E.M.R., SILVA, F.C.V, SILVA, J.R.R.T. Estruturação de zonas do perfil conceitual de substância em uma matriz semântica para compreensão de diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases. **Em submissão**.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3 p. 1-16.2001.

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do.; SILVA, Flávia Cristiane Vieira da. **FALANDO SOBRE ÁCIDOS/BASES E PRODUTOS PARA OS CABELOS: uma sequência didática envolvendo ideias de cabeleireiros e licenciandos em química**. In: AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da (org.). Sequências Didáticas para o Ensino de Química: perfis conceituais, resolução de problemas e temas sociocientíficos. Recife: Edupe, 2021. Cap. 3. p. 67-73. Ebook. Disponível em: <http://www.edupe.com.br>. Acesso em: 12 maio 2022.

AMARAL, Edenia; SOUZA, Thiago Antunes; FIRME, Ruth do Nascimento. **Construindo o Novo Ensino Médio: projetos interdisciplinares** :: química. [S. L.]: Editora do Brasil, 2020. 176 p.

ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

ANTÁRTICA OU ANTÁRTIDA?. **Processo de formação das chuvas ácidas**. YouTube, 08 de junho de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Td_I1BDD9yo. Acesso em: 28 de janeiro de 2023

ARRUDA, S.M.; LABURU, C.E. **Considerações sobre a função de experimento no ensino de Ciências**. In: NARDI, Roberto (Org.). Considerações atuais no ensino de Ciências. São Paulo: Editora Escrituras, 1998. p. 73-87.

ARRUDA, Farid Jamil Silva de et al. Anais da X Jornada Odontológica da Universidade Brasil. Archives Of Health Investigation, [S.L.], v. 7, p. 133-133, 29 out. 2018. **Archives of Health Investigation**.
<http://dx.doi.org/10.21270/archi.v7i0.3668>. Disponível em:
<https://www.archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/3795/pdf>. Acesso em: 05 fev. 2022.

ATKINS, P. LORETTA, J. LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2018.

AYALLA FILHO, A. L. A construção de um perfil para o conceito de referencial em física e os obstáculos epistemológicos e a aprendizagem da teoria relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15(1), p. 155-179, 2010.

BACHELARD, Gaston (1996). **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, 316p.. Tradução de: La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance. Paris/FRA: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.

BARCELLOS, Ana Carolina Kastein et al. **A importância de Gaston Bachelard na formação do espírito científico**. In: 8ª CONGRESSO DE PÓS- GRADUAÇÃO E 8ª MOSTRA ACADÊMICA UNIMEP – Piracicaba – SP, 26 a 28 de outubro de 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/6V8pcT>>. Acesso em: 20 Nov. 2018.

BARROS, Kalina Cúrie Tenório Fernandes do Rêgo; FERREIRA, Helaine Sivini. ANALISANDO O PROCESSO DE DESENHO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM FUNDAMENTADA A PARTIR DA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA INTEGRADA. **Enseñanza de Las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [s. l], n. 1, p. 2425-2432, 2017. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/25743>. Acesso em: 08 abr. 2023

BEDUKA.COM. **O QUE É PH? CONFIRA A ESCALA, INDICADORES E CÁLCULOS!** 2019. Disponível em: <https://beduka.com/blog/materias/quimica/o-que-e-ph/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BELLAS, Renata Rosa Dotto; QUEIROZ, Indman Ruana Lima; LIMA, Luiza Renata Felix de Carvalho; SILVA, José Luis de Paula Barros. O Conceito de Substância Química e Seu Ensino. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 17-24, 2019. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160143>.

BERTON, S. B. R., Ferreira, M. P., Canesin, E. A., Suzuki, R. M., Martins, A. F., Bonafé, E. G., & Matsushita, M. (2020). Sequência didática para a promoção de estudo prático e multidisciplinar com materiais acessíveis. **Química Nova**, 43(5), 649-655. doi:10.21577/0100-4042.20170506

BIOLOGIA ILUSTRADA. **Chuva ácida - animação**. YouTube, 05 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3zn8Ag3l8bk>. Acesso em: 30 de janeiro de 2023.

BLOGS.UNICAMP. **A desinformação azeda sobre o limão na COVID-19**. 2020. *Blogs Unicamp*. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/linhadefundo/b2/a-desinformacao-azeda-sobre-o-limao-na-covid-19/>. Acesso em: 14 out. 2022.

Borochovcicius, Eli & Tortella, Jussara. (2014). Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. 22. 263-294. 10.1590/S0104-40362014000200002.

BRASIL, Ministério da Educação; Secretaria De Educação e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+)**. Brasília: Mec/Semtec,2002.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. **Texto Preliminar do documento BNCC**, aprovado em 15-12-2017. Disponível em: <https://bit.ly/2uqTd7N>.

_____. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. **Texto final do documento BNCC para o ensino médio**, homologado em 19-12-2018. Disponível em: <https://bit.ly/2BHitds>. Acesso em: 21 jan. 2019.

BRITO, J.Q. e SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. (2009). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

CAMPOS, R. C. e SILVA, R. C. Funções da química inorgânica...funcionam? **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 18- 22, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/conceito.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.

CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. CARVALHO, A. M.P.(org.). **Ensino de ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática**. 1.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

Catapan, S. M., Liberato, M. da C. T. C., Lopes, M. B., Pedrosa, M. C. P., Souza, J. V. A., & Teixeira, L. D. S. (2022). Uso de indicadores naturais ácido-base como facilitadores no ensino de química / Use of natural acid-base indicators as facilitators in the teaching of chemistry. **Brazilian Journal of Development**, 8(3), 17694–17711. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-147>

CHAGAS, Pereira Aécio. (1999). Teorias ácido-base do século XX. História da química - **Química Nova na Escola**. 9. 10.1590/S0100-40422000000100023.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth. **Química**. 11.ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

Conservação para o ensino médio – **Chuva Ácida**. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2t2xdp6y>>. Acesso em: 20. nov. 2022.

COSTA, I. P. ; SILVA, A. L. P. ; ALBUQUERQUE, D. S. . ANÁLISE DOS TEMAS 'ÁCIDOS E BASES' EM LIVROS DIDÁTICOS DO PNLD 2015-2017. In: **58º Congresso Brasileiro de Química**, 2018, SÃO LUÍS. 58º CBQ. SÃO LUÍS: ABQ, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2TtLqAz>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

CUCHINSKI, A. S., CAETANO, J., DRAGUNSKI, D. C. (2010). Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Revista Eclética Química**, 35(4), 17-23. Doi: 10.26850/1678-4618eqj.v35.4.2010. p17-23

DINIZ JÚNIOR, Antônio Inácio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Zonas do Perfil Conceitual de Calor que Emergem na Fala de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 55-67, fev. 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150019>. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc37_especial_/09-CP-99-14.pdf. Acesso em: 14 jul. 2022

Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/ Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2w4Ngx9> em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

EDUCA, Paraíba. **Proposta Curricular do Ensino Médio**. 2021. Disponível em: <https://pbeduca.see.pb.gov.br/p%C3%A1gina-inicial/propostas-curriculares-da-para%C3%ADba>. Acesso em: 05 out. 2022.

FERREIRA, Milena do Prado et al. Technological Tools Available Free for Use in Chemistry Education: a review. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 1011-1023, 01 jul. 2019. Bimestral. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20190068>. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v11n3a27.pdf>. Acesso em: 18 maio 2023.

FERREIRA, M.; WORTMANN, M. L. PCNs e as orientações para a mudança no ensino de Química. **Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindoia, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.s bq.org.br/30ra/cdrom/resumos/T0235-1.pdf>. Acesso em: 8 set. 2022

FRAGA SILVEIRA, D.; DO ROCIO FONTOURA TEIXEIRA, M. QUANTO CUSTA O LIVRO DIDÁTICO? UMA ANÁLISE A PARTIR DO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DO FNDE / MEC. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, [S. I.], v. 16, n. 35, p. 1–

21, 2020. DOI: 10.21713/rbpg.v16i35.1713. Disponível em:
<https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1713>. Acesso em: 28 jul. 2023

FREIRE, E. P. A. (2011). O podcast como ferramenta de educação inclusiva para deficientes visuais e auditivos. **Revista Educação Especial**, 24(40), 195–206.

FREITAG, B.; MOTTA, V.R. e COSTA, W.F. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez; Autores Associados, 1989.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação [FNDE]. (2022). Em 2021 foram investidos R\$ 1,9 bilhão em livros e material didático do PNLD. **Programa Nacional do Livro e do Material Didático**. Disponível em <https://encurtador.com.br/kAHRs>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação [FNDE]. (2023). **Programa Nacional do Livro e do Material Didático**. Disponível em <https://encurtador.com.br/luzFR>. Acesso em: 08 de julho de 2023.

FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M.-L. e BÁRCENAS, S.L. Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 10, p. 1717-1724, 2007.

G1 Paraíba. **Vazamento de soda cáustica em rio da PB foi 'negligência operacional', conclui Ibama**. G1 Paraíba, João Pessoa, 8 mar. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/vazamento-de-soda-caustica-em-rio-da-pb-foi-negligencia-operacional-conclui-ibama.ghtml>. Acesso em: 14 nov. 2022.

GAGLIARDI, J.R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las ciencias**, 4(1), 30-35.

GODINHO, Bruno Sousa Silva. **A IDEIA DE ALQUIMIA NO “COMPOUND OF ALCHIMY” DE GEORGE RIPLEY**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Unirio, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://philarchive.org/archive/GODAID>. Acesso em: 25 jun. 2023.

GODOY, A . S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995
Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?format=pdf>. Acesso em: 04 jan. 2023.

GOLDFARB, A. M. A.; **Da Alquimia à Química**, 1ª. Ed., EdUSP: São Paulo, 1987.

GONZÁLEZ, Fredy Enrique. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S.L.], v. 8, n. 17, p. 155-183, 1 out. 2020. Revista Pesquisa Qualitativa - RPQ.
<http://dx.doi.org/10.33361/rpq.2020.v.8.n.17.322>. Acesso em: 15 jul. 2022
Greenberg. **Uma breve história da química: da alquimia às ciências moleculares modernas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

GUIMARÃES, W., ALVES, M. I. R., FILHO, N. R. A. (2012). Antocianinas em extratos vegetais: Aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Revista Química Nova**, 35(8), 1673-1679. doi: 10.1590/S0100-40422012000800030.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, vol. 31, n.3, p. 198. Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em 09 maio 2022.

HÖFLING, Eloisa de Mattos. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o programa nacional do livro didático. **Educação & Sociedade**, [S.L.], v. 21, n. 70, p. 159-170, abr. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-73302000000100009>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Caderno de questões - ENEM 2012 - Prova de ciências humanas e suas tecnologias e de ciências da natureza e suas tecnologias- Prova Azul**. 2012. Disponível em: <https://tinyurl.com/4vt9b3u9>. Acesso:08 out. 2022

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Caderno de questões - ENEM 2016 - Prova de ciências humanas e suas tecnologias e de ciências da natureza e suas tecnologias- Prova Azul**. 2016. Disponível em: <https://tinyurl.com/bdevz9zw>. Acesso em: 05 fev. 2023.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. Fundamentación y diseño de lãs prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n. 1, p. 2, 1999. Disponível em: <<https://bit.ly/2M2gqpi>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.17, n. 1, p. 35-50, 2011

KATZUNG, Bertram G.; VANDERAH, Todd W. **Farmacologia básica e clínica**. Porto Alegre: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9786558040194. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786558040194/>. Acesso em: 13 jan. 2023.

KIOURANIS, N. M. M., SILVEIRA, M. P., SILVA, E. L., TANAKA, A., S., ALVES, A. A. e CLAUS, T. A Pertinência do Estudo das Propriedades Ácido-Base de Compostos Orgânicos no Ensino Médio. **Ensenanza de Las ciencias**, n. extra, p. 1- 5, 2005.

KISHIMOTO, T. M. (Org). **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011.

KOTZ, John C. et al. **Química Geral e Reações Químicas**. 2. ed. [S. L.]: Cengage Learnig, 2016. 1210 p.

LAJOLO, M. e ZILBERMAN, R. A. **Formação da leitura no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Ática, 1999.

LEITE, Luciana Rodrigues et al. **O uso de seqüências didáticas no ensino de Química: proposta para o estudo de modelos atômicos**. Revista Brasileira de Extensão Universitária, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 177-188, 7 jul. 2020. Even3. <http://dx.doi.org/10.36661/2358-0399.2020v11i2.11429>. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/11429>. Acesso em: 04 jul. 2023.

LIMA, Claudiane; MORADILLO, Edilson Fortuna de. Ácidos e Bases nos Livros Didáticos: ainda duas das quatro funções da química inorgânica?. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 242-247, 2019. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160167>. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_3/06-CCD-53-18.pdf. Acesso em: 22 maio 2022.

LIMA, K. S. **Compreendendo as concepções de avaliação de professores de Química através da teoria dos construtos pessoais**. Dissertação (Mestrado) - Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOZA, Luciana C. Idéias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, n.21, p.39-43, 2005.

MAIA, J. O. ; VILLANI, A. . A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor. REEC. **REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS** , v. 15, p. 121-146, 2016.

MAIA, J. O; Sá, L. P.; MASSENA, E. P. e WARTHA, E. J. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, n. 2, p.115-124, 2011.

MALDANER, Otávio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores pesquisadores**. Ijuí, UNIJUÍ, 2000.

MARCONDES, R.; VALERIANO DA SILVA , D. . O Livro Didático de Química, as LDB's e o PNLD: Quais suas Relações?. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 4–38, 2022. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5023>. Acesso em: 28 jul. 2023.

MARQUES, Leona Carolina da Silva; BARON, Ana Julia Pereira; ZANELLA, Jessica Pereira; BARBOSA, Thiago Alves. Ácidos e bases: uma análise crítica e metodológica a partir do uso de livros didáticos. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 19972-19986, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n4-244>. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8904>. Acesso em: 23 maio 2022.

MARTINS, Eduardo M.; MORENO, Esteban L.; RAJAGOPAL, Krishnaswamy. Basicidade e Acidez, da Pré-História aos dias Atuais. **Revista Virtual de Química**. Vol. 7. N° 3. P. 893-902. 2015.

MARTINS, João Carlos. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo**. São Paulo: FDE, 1997. p. 111-122. (Série Idéias n. 28). Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/1518>. Acesso em 05 dez. 2020.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **REVISTA INTERSABERES**, v. 7, n. 13, p. 8-28, 11.

McMURRY, J. E.; FAY, R. C. **Chemistry**. 6th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2012.

Méheut, M. (2005). Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), **Research and the quality of Science Education**. (pp. 195-207). Dordrecht: Springer.

Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, 26(5), 515-535.

MELO, S. W. DA S. O aspecto motivacional e a aprendizagem em ciências. **Anais IV CONEDU-Plataforma Espaço Digital**. Campina Grande. Editora Realize. 2017.

MENESES, Fábila Maria Gomes de; NUÑEZ, Isauro Beltrán. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação** (Bauru), [S.L.], v. 24, n. 1, p. 175-190, jan. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320180010012>.

MENDES, Lúbia Gabrielle Lima et al.. Mapeamento de zonas do perfil conceitual de substância no ensino médio. **Anais I ENECT / UEPB...** Campina Grande: Realize Editora, 2012. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/1697>>. Acesso em: 10 jan. 2023

MILARÉ, T. et al. Química no Ensino Fundamental: discutindo possíveis obstáculos através da análise de um caderno escolar. In: **ANAIS DO XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2CY8lcQ>>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

MINAYO, Marília Cecília de Souza (Org.). Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003. MORAES, R. A Análise de Conteúdo: possibilidades e limites. In: ENGERS, M. E. A. (Org.). **Paradigmas e Metodologias de Pesquisa em Ação: notas para reflexão**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1994. p.103-111.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Guia Digital PNLD 2021**. 2021. Disponível em: https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_didatico_pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias.pdf. Acesso em: 12 jun 2023.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO; VOLUME 2: ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2 ed. Brasília: Prosa Produção Editorial Ltda, 2006. 135 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 13 abr 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. **Grupo que fraudava leite no Oeste é condenado por crimes contra o consumidor e a saúde pública**. Florianópolis, SC: Ministério Público de Santa Catarina, 06 set. 2022. Disponível em: <https://shre.ink/g37L>. Acesso em: 14 nov. 2022.

MORAN, J. **Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora** [pdf online]. 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/yafuuy26>. 2017. Acesso em: 02 de fevereiro de 2023.

MORTIMER, E.F. **A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário**. Em Aberto, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988.

_____. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Revista Química Nova**, 1997.

_____. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed.UFMG, 382p. 2000 (2006).

MORTIMER, Eduardo & EL-HANI, Charbel. (2014). **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. 10.1007/978-90-481-9246-5.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. v.23, n.2, p.273-283, 2000.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. Bases Teóricas e Epistemológicas da Abordagem dos Perfis Conceituais. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC, 2000. Anais eletrônicos... Florianópolis, 2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H., AMARAL, E.M.R., EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program in A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts (Mortimer e El Hani, orgs). Series: **Contemporary Trends and Issues in Science Education**, v. 42, XVII, p. 330, 2014.

MPSC. **Grupo que fraudava leite no Oeste é condenado por crimes contra o consumidor e a saúde pública**. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/hGPU5>. Acesso em: 10 dez. 2022.

NASCIMENTO, Geruza da Silva; SANTOS, Bruno Ferreira dos. Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 179-189, 2019. Bimestral. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160136>. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_2/10-EQF-12-18.pdf. Acesso : 04 mai. 2023.

NJCLD - **National Joint Committee on Learning Disabilities**. Disponível em: <https://bit.ly/2FgYiGW>. Acesso em: 20 Nov. 2018.

OLIVEIRA, A. M. **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado), 71 p., Porto Alegre-RS. 2008. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13870/000656392.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2024.

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

PALÁCIO, S. M., OLGUIN, C. F. A., CUNHA, M. B. (2012). Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. **Educación Química**, 23(1),41-44. doi: 10.1016/S0187- 893X(17)30096-4.

PASSOS, M. **Letramento literário na escola: um estudo de práticas de leitura de literatura na formação da “comunidade de leitores”**. 2007. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PINHEIRO, N. A. M., Silveira, R. M. C. F. & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, 13(1), 71-84

PORTO, Paulo A.; QUEIROZ, Salete L. (ed.). Novidades no PNLD 2021. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 43, n. 2, p. 147-147, maio 2021. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160245>. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_2/02-Editorial-43-2.pdf. Acesso: 18 jul. 2022

PRADO, Willian Andrade et al. O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA COMO UMA FERRAMENTA PROMISSORA NA CONSTRUÇÃO E AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO. **Anais - Conedu**, Macéio, AI, 2022. Anual. Disponível em: <https://encurtador.com.br/JQRZ4>. Acesso em: 08 ago. 2023.

PREVIDELLO, B. A. F.; CARVALHO, F. R.; TESSARO, A. R.; SOUZA, V. R.; HIOKA, N. O pKa de indicadores ácido-base e os efeitos de sistemas coloidais. **Quim. Nova**, v. 29, n. 3, p. 600-606, 2006

PROFESSOR GEO. **Acidificação dos Oceanos** - Minuto Antártico - InterAntar. YouTube, 22 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ExH6ZW6FtAk>. Acesso em: 28 de janeiro de 2023.

ROSSI, Prof. Dr. Adriana Vitorino; PETERMANN, Prof. Márcia Zanchetta. Experimento 2:: condutividade elétrica de alguns materiais. **CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ALGUNS MATERIAIS**. [20--?]. PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA – PIBID/UNICAMP. Disponível em: <https://gpquae.iqm.unicamp.br/experimentos/E1.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2022

SÁ, H.C.A. & SILVA, R.R. **Contextualização e interdisciplinaridade: concepções de professores no ensino de gases**. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0621-1.pdf>>. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

SÁ, L.P.; FRANCISCO, C.A. e QUEIROZ, S.L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SABINO, Jaqueline Dantas. **A utilização do perfil conceitual de substância em sala de aula: do planejamento ao ensino à análise do processo de aprendizagem dos estudantes**. 2015. 157 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SACRISTAN, J. Gimeno. **Poderes instáveis em educação**. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SANTOS, Adriana Regina de Jesus. **Currículo e educação: conceitos e questões no contexto educacional**. 2010. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra).

SANTOS, Bruno & SANTOS, João. (2023). DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS BASEADO NA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte). 25. 40890. 10.1590/1983-21172022240134.

SANTOS J. E. et al, **O conceito de aromaticidade nos livros didáticos à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. In: 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA (SIMPEQUI), Natal – RN, 25 à 27 de julho de 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2QAoL4l>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

SANTOS, G.S.; MARTINS, M.M., PAVAN, F.A.; **Antocianinas como indicadores ácido-base com potencial aplicação no espaço escolar** (Monografia, licenciatura em química, UNIPAMPA), 2017.

SANTOS, Victor Ferreira Dias; NETO, Hélio da Silva Messeder. O movimento histórico e o processo de seleção de conteúdos: Uma análise histórico-crítica dos livros didáticos da Química do período (2002-2017). **Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, on-line, 2021. Anual.

Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA111_ID1607_20072021164741.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

SANTOS, W. L. P., Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, n. especial, Nov. 2007.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SCHIRLO, Ana Cristina; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. A pesquisa qualitativa na educação matemática: Um diálogo auxiliando a formação do professor/pesquisador. **Revista Espacios**, [s. /], v. 34, n. 12, 05 dez. 2013. Mensal. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a13v34n12/13341217.html>. Acesso em: 14 jul. 2022

SEMENTES DO AGRO. **Calcário: Aplicação na prática de calcário com análise do solo**. YouTube, 18 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=to0APQCv4Qs&t=429s>. Acesso em: 30 de janeiro de 2023.

SEPÚLVEDA, C; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva. In. **Anais do VI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Florianópolis – SC, ABRAPEC, 2007.

SILVA, Adilson Luís Pereira; COSTA, Hawbertt Rocha. Contextualização e experimentação na revista química nova na escola: uma análise de 2009-2016. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 331-352, 15 ago. 2019. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v12n2.8326>.

SILVA, D. B., Gonçalves, M. M., Kreve, Y. D., Nicolini, K. P., Nicolini, J. (2018^a) Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido base (parte II): Extração e armazenamento. **Revista Educación Química**, 29(2), 3-16. doi: 10.1016/j.eq.2017.03.005

SILVA, Erivanildo & WARTHA, Edson. (2018). Estabelecendo relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação** (Bauru). 24. 337-354. 10.1590/1516-731320180020006.

SILVA, F. de A.; ALVES, J. Q.; ANDRADE, J. de J. O livro didático como documento histórico para análise do currículo de química e ciências. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 12, n. 1, p. 43-67, abr. 2019.

SILVA, F. C. V. e AMARAL, E. M. R. Relação entre diferentes concepções de ácidos e as zonas do perfil conceitual de substância. In: **Atas do XVIII Encontro**

Nacional de Ensino de Química. Florianópolis, SC, 2016. Disponível em <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0116-2.pdf>. Acesso 22 mar.2022

_____ e _____. Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em química e cabeleireiras. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 22, 2020.

SILVA, Francisco & Alves, Jacqueline & Andrade, Joana. (2019). O livro didático como documento histórico para análise do currículo de Química e Ciências. **Revista Triângulo**. 12. 43. 10.18554/rt.v0i0.3583

SILVA, J.O.S. ; EICHLER, M. L. . **Obstáculos epistemológicos, dificuldades de aprendizagem e o ensino de química.** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 2016. v. 1. p. 31.

SILVA, J. R. R. T. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de substância.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 174p. Dissertação de mestrado

SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E.M.R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 3, 2013.

SILVA. J.R.R.T. (2017a) Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 707-722, 2017a.

SILVA, Luiz Henrique da; MAGALHÃES, Pedro; PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. O Vinho no Egito Antigo: uma dose de história da química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 19-37, 26 dez. 2021. Bimestral. Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM). <http://dx.doi.org/10.53003/redequim.v7i2.4095>.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUI, cap. 9, p. 231-261, 2013.

SOARES JÚNIOR, Néri Emílio; ROMEIRO, Ana Cristina Viera Lopes. As orientações curriculares nacionais para o ensino médio: uma análise da área da linguagem. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v.13, n. Especial, p. 946-955, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rec/article/view/45466>. Acesso: 13 nov. 2022.

SOARES, M. H. F. B. (2015). **Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química**. 2. ed. Goiânia: Kelps.

SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. Proposta de um Jogo Didático para Ensino de Conceito de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, 2003.

SOUZA, V.C.A. e R. Justi (2010). Estudo da utilização de modelagem como

estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 10, 2, 1-26.

SUPATMI, S., SETIAWAN, A., RAHMAWATI, Y. (2019). Student's misconceptions of acid-base titration assessments using a two-tier multiple-choice diagnostic test. **African Journal of Chemistry Education**, 9(1), 18-37. Disponível em <https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/183074>. Acesso em: 19 jun. 2022.

TAVARES, Leandro Henrique Wesolowski ; ROGADO, James . O Processo Histórico de Construção de Acidez e Alcalinidade e o Ensino de Química: Relacionando História da Ciência, Epistemologia e Ação Pedagógica. In: 15º Congresso de Iniciação Científica, 2007, Piracicaba. **ANAIS** da 5ª Mostra Acadêmica, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2HYVwHK>>. Acesso: 25 mar. 2019.

TORRES, J. C.; COSTA, A. D. M. da. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e a contextualização do mundo do trabalho. **Estudos de Sociologia**, Araraquara, v. 12, n. 23, 2007. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/estudos/article/view/506>. Acesso em: 8 set. 2023

TRAESEL, H. J.; BALDINATO, J. O. Potencial didático das Nobel Lectures: o caso de Arrhenius. In: SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. (Orgs.) História da ciência e ensino: fontes primárias. Vol. 2. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, p. 91-138. ISBN: 978-85-7861-523-9. Disponível em: <https://faradayhc.wixsite.com/website/publicacoes>. Acesso em: 09 maio. 2020.

UFJF-Laboratório de Química. **Ácidos e bases: pH e indicadores**. Aula 08. 2018. Disponível em: <https://encurtador.com.br/anovT>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

VAL, Maria da Graça Costa. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. [20--]. Disponível em: <https://tinyurl.com/bddzv52u>. Acesso em: 02 fev. 2023.

VARAGO, A. M. P.; SOUSA, R. S. A QUÍMICA ORGÂNICA NO LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA: entre a estabilidade dos enfoques curriculares e a mudança da tradição. **Revista Espaço do Currículo**, v. 15, n. 3, p. 1-13, 2022. ISSN1983-1579. Doi: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1983-1579.2022v15n3.61575>

VIEIRA, Welly Evilly Da Silva et al. Estratégias didáticas no ensino de química: concepções e práticas do profissional da educação e suas relações com a aprendizagem de conceitos. **Anais V CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: < <https://shre.ink/gjp2>>. Acesso em: 05 ago. 2023

VIGGIANO, Esdras e MATTOS, Cristiano Rodrigues de. A construção de um instrumento para o levantamento do perfil conceitual de ensinar e aprender. 2007, **Anais**. São Paulo: SBF, 2007. Disponível em: <https://shre.ink/gjpa>. Acesso em: 21 out. 2022.

Waterman, M. A. Investigative case study approach for biology learning. **Bioscene: Journal of college biology teaching**, v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.

WHALEN, Karen; FINKELL, Richard; PANAVELIL, Thomas A. **Farmacologia ilustrada**. [Porto Alegre]: Grupo Artmed, 2016. E-book. ISBN 9788582713235. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713235/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

YAMAGUCHI, K. K. L., PERES, E. G., SANTOS, E. M., SILVA, M. F. (2020). Valorização regional e o ensino: o uso de açaí Amazônico (Euterpe precatoria) como indicador ácido-base. **Scientia Amazonia**, 9(1), 1-9. Disponível em <https://shre.ink/gjpQ>. Acesso em: 19 jul. 2022.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: Como educar. Porto Alegre, 1998.

APÊNDICE A - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) para alunos



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
(PROFQUI)/UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais (ou dos responsáveis legais), para participar como voluntário(a) da pesquisa: “PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO”. Esta pesquisa é da responsabilidade do professor-pesquisador Hugo de Oliveira Sousa, telefone para contato: (83) 99159-5969, e-mail: quimicahugo@gmail.com. E está sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Edênia Maria Ribeiro do Amaral, e-mail edeniamaral@ufrpe.br.

Você será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você estará livre para decidir participar ou se recusar. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

• **Descrição da pesquisa** – A presente pesquisa será desenvolvida pelo professor-pesquisador da escola, em horário de aula na disciplina de Química em um horário no turno dos estudantes. O projeto foi formulado com o interesse de produzir, utilizar, avaliar e validar uma Sequência de Ensino e Aprendizagem pautada na temática acidez e basicidade, em Pombal, Paraíba. A pesquisa aqui proposta buscará apontar possibilidades de estruturar um processo de ensino e aprendizagem mais efetiva, visando uma alteração da maneira pela qual se aborda a temática, tanto nos livros didáticos como na prática docente, mediante as percepções e atividades desenvolvidas com estudantes trabalhando o objeto de conhecimento Ácidos e Bases. A metodologia utilizada terá um caráter qualitativo, pois, buscará descrever os fenômenos que ocorrerão durante o desenvolvimento da sequência de atividades e as inferências sobre os dados obtidos. Será aplicada a um grupo de estudantes do primeiro ano do ensino médio, da Escola de Ensino Fundamental e Médio Arruda Camara. A pesquisa se baseará no desenvolvimento e na aplicação da Sequência de Ensino e Aprendizagem: “PROPOSTA DE

ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO”. A coleta dos dados envolverá questionários, áudios gravados das interações em sala de aula, e relatório experimental. A análise dos dados será realizada por meio do percurso dos estudantes sobre a temática tendo como suporte as emergências das zonas do perfil conceitual para ácidos e bases. O resultado da pesquisa visará a produção de um Produto Educacional que venha a contribuir no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes bem como para produção de textos didáticos. Os estudantes ficarão livres, dentro de uma mediação com o professor-pesquisador, sob responsabilidade dele, conforme acontece nas demais atividades da escola.

- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa** - O período programado para as atividades corresponde a 8 (oito) aulas, de 50 (cinquenta) minutos, 2 (duas) aulas/dia, totalizando 4 (quatro) dias, sempre respeitando o tempo, espaço e dinâmica dos estudantes dentro da disciplina.

- **Riscos diretos para o voluntário** – Em todas as atividades, incluindo o procedimento da prática experimental demonstrativa no laboratório de ciências, as condições de segurança, conforto e bem-estar oferecidas durante os procedimentos da pesquisa concorrem para a não ocorrência de danos físicos ou psicológicos às/aos participantes. Particularmente em relação ao experimento, este será realizado inicialmente pelo professor-pesquisador (onde será demonstrado como se deve fazer a prática). Serão apenas poucos estudantes por vez realizando o experimento, no qual usaremos somente soluções diluídas dos materiais. Caso ocorram, as situações de descontentamento e/ou insatisfação da/do participante serão resolvidas com escuta e respeito. Em caso de qualquer incompatibilidade, a/o participante é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento.

Benefícios: Busca-se o enriquecimento pelos estudantes de zonas do perfil conceitual de substância associados a ácidos e bases atrelados a saberes mais científicos, e deste modo o estudante ter uma visão mais holística daquilo que o cerca, ao ponto que esta nova abordagem para a temática ácidos e bases, possa contribuir para produção de textos em livros didáticos.

Não há qualquer obrigatoriedade da participação e, se quando estiver participando, um(a) estudante resolver desistir, não haverá qualquer consequência. Além disso, a participação na pesquisa não envolverá qualquer despesa da parte dos estudantes. Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária.

Ressarcimento: Durante o curso desta pesquisa, pode ser necessário que os participantes incorram em despesas relacionadas à sua participação no estudo, deste modo, tem-se garantia de ressarcimento de despesas visando assegurar que os participantes não enfrentem ônus financeiros adicionais decorrentes de sua participação no estudo, promovendo um ambiente de cooperação e confiança mútua entre o pesquisador e os participantes envolvidos.

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

Assinatura do pesquisador

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO
VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa “PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO”, como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) pelo professor-pesquisador sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação.

Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data: _____

Assinatura do(a) menor:

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

Nome:	Assinatura:
Nome:	Assinatura:

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para pais ou responsáveis



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL
(PROFQUI)/UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa: Estruturar uma Sequência de Ensino e Aprendizagem sobre ácidos e bases levando em consideração as principais dificuldades apontadas na literatura em relação ao processo de conceituação, assim como também, os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre estes conceitos.

Pesquisador: Hugo de Oliveira Sousa, mestrando do PROFQUI/UFRPE e professor da disciplina de Química na Escola de Ensino Fundamental e Médio Arruda Camara, em Pombal, Paraíba.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Edênia Maria Ribeiro do Amaral, professora do corpo docente do PROFQUI/UFRPE.

Participantes: Média de 40 (quarenta) adolescentes e jovens, na faixa etária entre 14 e 17 anos, regularmente matriculados na 1^a série do Ensino Médio.

Objetivo geral: Propor e validar uma abordagem didática para o ensino de ácidos e bases estruturado em uma sequência didática com base na Teoria dos Perfis Conceituais, visando a produção de textos para o livro didático.

Objetivos específicos

- Estruturar uma sequência didática para a abordagem de ácidos e bases considerando diferentes modos de pensar sobre esses conceitos.
- Analisar a emergência das zonas do perfil conceitual de substância associados a ácidos e bases nas falas dos estudantes no decorrer da sequência didática.
- Validar as estratégias didáticas propostas a partir da compreensão de zonas mais complexas do perfil conceitual pelos estudantes.
- Sistematizar as estratégias propostas em um texto didático que possa se constituir como recurso de ensino para aulas sobre ácidos e bases.

Metodologia: Pesquisa com abordagem qualitativa. Será utilizado para coleta de dados: questionários, relatório experimental, registros em áudio e fotografia de produções dos estudantes.

Procedimentos: Aplicação de questionário prévio e de conclusão. Exibição de imagens e vídeos (jornalística e/ou científicos). Aulas expositivas e dialogadas e aula experimental.

Leitura de textos. Registro de áudio de determinadas intervenções didáticas. As atividades serão realizadas ao longo de 8 (oito) aulas, de 50 (cinquenta) minutos, 2 (duas) aulas/dia, totalizando 4 (quatro) dias, sempre respeitando o tempo, espaço e dinâmica dos estudantes dentro da disciplina.

Riscos: Em todas as atividades, incluindo o procedimento da prática experimental demonstrativa no laboratório de ciências, as condições de segurança, conforto e bem-estar oferecidas durante os procedimentos da pesquisa concorrem para a não ocorrência de danos físicos ou psicológicos às/aos participantes. Particularmente em relação ao experimento, este será realizado inicialmente pelo professor-pesquisador (onde será demonstrado como se deve fazer a prática). Serão apenas poucos estudantes por vez realizando o experimento, no qual usaremos apenas soluções diluídas dos materiais. Caso ocorram, as situações de descontentamento e/ou insatisfação da/do participante serão resolvidas com escuta e respeito. Em caso de qualquer incompatibilidade, a/o participante é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento.

Benefícios: Busca-se o enriquecimento pelos estudantes de zonas do perfil conceitual de substância associados a ácidos e bases atrelados a saberes mais científicos, e deste modo o estudante ter uma visão mais holística daquilo que o cerca, ao ponto que esta nova abordagem para a temática ácidos e bases, possa contribuir para produção de textos em livros didáticos.

Confidencialidade: Somente os dois pesquisadores da equipe terão acesso às respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa. Os dados serão tratados e analisados conjuntamente. O material coletado em questionário impresso, fotos e áudio, poderá ficar sob posse do professor-pesquisador e do orientador, podendo se fazer uso das respectivas imagens em formato de fotografia e videografia, garantindo-se que os dados digitais, em hipótese alguma, serão comercializados. São garantidos a confidencialidade das respostas e o sigilo dos dados, que estarão armazenados e analisados em bases nas quais os nomes ou qualquer identificação dos participantes não serão incluídos. As informações obtidas serão utilizadas apenas para os fins dessa pesquisa, com possíveis socializações dos resultados em textos acadêmico-científicos (dissertação, capítulos de livros e/ou artigos publicados em congressos e/revistas científicas). Os resultados serão apresentados sem qualquer fornecimento de identidade dos participantes, ou seja, não se fará qualquer ligação entre as respostas dadas e a identidade pessoal dos participantes.

Pagamento: Participação voluntária, de todos(as) envolvidos, sem nenhum tipo de remuneração.

Ressarcimento: Durante o curso desta pesquisa, pode ser necessário que os participantes incorram em despesas relacionadas à sua participação no estudo, deste modo, tem-se garantia de ressarcimento de despesas visando assegurar que os participantes não enfrentem ônus financeiros adicionais decorrentes de sua participação no estudo, promovendo um ambiente de cooperação e confiança mútua entre o pesquisador e os participantes envolvidos.

Garantia de esclarecimentos: Em caso de alguma dúvida ou necessidade de mais informações sobre a investigação, as/os participantes podem entrar em contato com o professor-pesquisador e/ou o orientador desta pesquisa: Hugo de Oliveira Sousa, telefone para contato: (83) 99159-5969, e-mail: quimicahugo@gmail.com; mestrando do PROFQUI/UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900 E-mail: coordenacao.profqui@ufrpe.br (Coordenação do PROFQUI/UFRPE); Prof^a. Dr^a.

Edênia Maria Ribeiro do Amaral, professora do corpo docente do PROFQUI/UFRPE, e-mail edenia.amaral@ufrpe.br.

Garantidas as questões acima mencionadas, eu,
_____, portador (a)
do CPF _____, mãe/pai/responsável por
_____, assino o
presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Estou ciente do teor deste documento e certifico que recebi uma cópia dele.

Pombal, ____ de _____ de 2024.

Assinatura da(o) mãe/pai/responsável

ANEXO A – Questionário final



SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

PROFESSOR	DISCIPLINA	ALUNO (A)	TURMA
HUGO "TEACHER"	QUIMICA		1a Série

Questionário – ACIDEZ e BASICIDADE

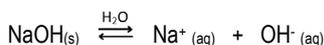
1) Sobre a acidez do limão e outras frutas cítricas, três estudantes ao conversar, propuseram cada qual uma observação:

- Estudante 1: o limão é ácido, por isso é azedo.
- Estudante 2: o limão é um elemento ácido, pois, possui "H" na fórmula dele.
- Estudante 3: o limão apresenta em meio aquoso substância(s) de comportamento ácido.

Do ponto de vista científico, qual estudante apresentou a observação mais adequada:

- a) estudante 1
- b) estudante 2
- c) estudante 3

2) Dois produtos comerciais bem conhecidos são: soda cáustica e água sanitária. O princípio ativo de cada um é, respectivamente, hidróxido de sódio (NaOH) e hipoclorito de sódio (NaClO ou NaOCl), cuja interação com a água é mostrada abaixo:



Sobre o exposto, uma das ideias científicas (teorias) mais utilizadas, indica que estas substâncias tem comportamento:

- a) ácido, pois, podem provocar danos aos materiais.
- b) básico, pois, apresentam "OH" do lado direito na fórmula.
- c) básico, pois, identifica-se a produção de OH⁻ em água

3) A manga espada, muito tradicional no sertão paraibano, apresenta característica ácidas. Assim, assinale a alternativa que você considera correta:

- a) a acidez da manga pode fazer mal as pessoas.
- b) a manga contém várias substâncias químicas, e possivelmente uma (ou mais) é a responsável pela acidez.
- c) a manga é formada por átomos de elementos químicos que apresentam acidez.

4) A ideia quimicamente aceita sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa, diz respeito a:

- a) corrosão observada no contato com outros materiais.
- b) apresentar muitos "H" ou "OH" na fórmula da substância.
- c) maior quantidade de íons H₃O⁺ ou OH⁻ em solução.

5) Abaixo tem-se a imagem de embalagem de um produto utilizado em piscinas:



Fonte: <https://shopee.com.br/Sulfato-de-aluminio-p-C3%B3-sem-ferro-1-kg-i.330590768.5960396896>

O trecho em destaque, poderia ser reescrito de maneira mais coerente cientificamente, da seguinte forma:

- a) "Contem produto que apresenta comportamento ácido ao interagir com água."
- b) "Traz um elemento de elevada acidez quando puro".
- c) "Inclui produto que possui fórmula ácida".

6) A alteração observada na cor dos indicadores ácido-base quando se adiciona uma solução contendo uma substância de comportamento ácido ou básico, pode ser explicada pela:

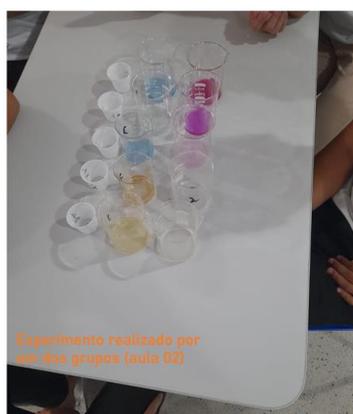
- a) permanência do pH do meio sempre ácido, ou sempre básico.
- b) mudança na condição de equilíbrio químico devido às interações entre o indicador e a substância.
- c) presença de substâncias orgânicas na reação.

7) Um produto comercial indicava no seu rótulo: "pH = 7".

Nesse sentido pode-se afirmar que:

- a) o produto é um ácido.
- b) o produto é um elemento de pH neutro.
- c) o produto tem substância(s) que em solução, originam um pH neutro.

ANEXO B - Imagens obtidas das aulas e de produção dos estudantes



indicadores: identificam a acidez ou basicidade

Indicador	Coloração
Fenolftaleína	incolor ACIDO / rosa BÁSICO
Azul de bromotimol	amarelo ACIDO / azul BÁSICO

Slide apresentado na aula

3. Você já ouviu falar do termo "pH"? Se sim, ele está relacionado ao que?
 Sim, está relacionado a risinas, produtos de maquiagem e embelezamento.

Produção do estudante

ANEXO C- Visão geral da SD (Quadro 12 ampliado)

Aula (50 min cada)	Habilidade (BNCC)	Objetivo	Proposta de ação	Recursos didáticos
01	<p>EM13LP28 - Organizar situações de estudo e utilizar procedimentos e estratégias de leitura adequados aos objetivos e à natureza do conhecimento em questão.</p> <p>EM13LP39 - Usar procedimentos de checagem de fatos noticiados e fotos publicadas (verificar/avaliar veículo, fonte, data e local da publicação, autoria, URL, formatação; comparar diferentes fontes; consultar ferramentas e sites checadores etc.), de forma a combater a proliferação de notícias falsas (fake news).</p> <p>EM13CNT104 - Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>	Apurar os conhecimentos iniciais sobre a temática, bem como a análise de textos, imagens e vídeos onde esta aparece.	<p>- Fazer um diagnóstico sobre a temática (identificar as zonas do perfil conceitual).</p> <p>- Leitura e debate do exposto.</p>	<p>- Recursos multimídia (computador TV).</p> <p>- Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens)</p> <p>- Quadro, pincel</p>
02 e 03	<p>EM13CNT104 - Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>	Utilizar o experimento para reconhecer o caráter ácido ou básico de diversos materiais.	<p>- Realizar a experimentação com indicadores (viés histórico – racionalista macro) e inferir as impressões dos estudantes.</p>	<p>- Soluções dos materiais e vidrarias</p> <p>- Laboratório (ou sala de aula)</p>
04 e 05	<p>EM13CNT104 - Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>EM13CNT105 - Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p> <p>EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p> <p>EM13CNT307 - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>	Relacionar o pH à concentração de H ⁺ , e reconhecer o caráter ácido ou básico de substâncias a partir da interação com a água e/ou a partir da interação das espécies a nível microscópico, e assim compreender as teorias que sustentam os conceitos de ácidos e bases.	<p>- Identificar noções empiristas (escala e cálculo do pH), e também as primeiras ideias racionalistas atômico-molecular e relacionistas: acidez e basicidade em meio aquoso (Arrhenius); entender as diferentes formas de se observar o fenômeno - as chamadas teorias ácido-base.</p> <p>- Debates sobre o exposto.</p>	<p>- Recursos multimídia (computador, TV).</p> <p>- Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens)</p> <p>- Quadro, pincel</p>
06 e 07	<p>EM13CNT104 - Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>EM13CNT105 - Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p> <p>EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p> <p>EM13CNT307 - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>	Utilizar ácidos e bases para explicação do equilíbrio químico (iônico); e reconhecer a força ácida e básica e a alteração no estado de equilíbrio quando da interação das substâncias (como a modificação da cor dos indicadores)	<p>- Firmar as ideias relacionais da temática, associando-as ao equilíbrio químico: no tocante a força e ao deslocamento do equilíbrio (Princípio de Le Chatelier)</p> <p>- Debates sobre o exposto.</p>	<p>- Recursos multimídia (computador, TV).</p> <p>- Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens)</p> <p>- Quadro, pincel</p>
08	<p>EM13CNT104 - Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>EM13CNT105 - Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p> <p>EM13CNT307 - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p>	Apurar a apropriação (ou não) do conhecimento mais científico acerca da temática.	<p>- Questionário visando inferir a apropriação de zonas mais científicas da temática ao longo da sequência didática.</p>	<p>- Questionário impresso</p>



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE
ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS
CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO
DIDÁTICO**

PRODUTO EDUCACIONAL

**Hugo de Oliveira Sousa
2024**

HUGO DE OLIVEIRA SOUSA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA - PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O
ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS:
CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO**

Produto educacional vinculado a dissertação: “PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ESTRUTURADA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O LIVRO DIDÁTICO” do Programa de pós-graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE

2024

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução total ou parcial deste produto educacional, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL - zonas do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases	6
PERSPECTIVA DE MÉHEUT E A SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM	9
VISÃO GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	11
AULA 01 - INICIANDO A ABORDAGEM	12
AULAS 02 e 03 – EXPERIMENTAÇÃO	14
AULAS 04 e 05 – pH	16
AULAS 04 e 05 – Ácidos e Bases em água	20
AULAS 04 e 05 – Diferentes visões sobre a acidez	22
AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico	24
AULA 08 – QUESTIONÁRIO FINAL	29
REFERÊNCIAS	31

APRESENTAÇÃO

Prezado professor,

Este material representa o produto educacional desenvolvido como parte da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e trata-se de uma Sequência Didática elaborada a partir da necessidade de se trabalhar os conceitos de ácidos e bases, buscando uma mudança na dinâmica e sequência destes, partindo daquilo que tenha relevância para a sociedade, que vai muito além da simples memorização de fórmulas químicas, classificações e nomenclaturas.

Adotamos uma abordagem didática que integra a temática de ácidos e bases em diferentes contextos, relacionando-a aos diversos aspectos dos conteúdos químicos. Em vez de enfatizar diretamente os tópicos tradicionais de química, essa abordagem utiliza a temática de ácidos e bases como um eixo central, permitindo a exploração de vários conteúdos que contribuem para uma compreensão mais abrangente do tema.

Desde os antigos alquimistas até os avanços modernos da química, a acidez e a basicidade têm sido conceitos fundamentais que permeiam inúmeras esferas da nossa vida. Esses conceitos estão presentes, por exemplo, ao sentir-se o gosto azedo de um suco de limão, como também têm implicações significativas na indústria, na agricultura, na medicina e em questões ambientais cruciais.

Assim, a sequência didática pretende – tendo a temática acidez e basicidade e utilizando dos pressupostos da Teoria dos Perfis Conceituais e das ideias de Méheut – apontar possibilidades de um processo de ensino e aprendizagem mais efetivo. Esperamos que a proposta apresentada, contribua para o enriquecimento conceitual dos estudantes, torne as aulas mais dinâmicas e os conhecimentos conceituais menos fragmentados e, de fato, contextualizados, promovendo uma mudança significativamente verdadeira na maneira como vemos a disposição dos conteúdos, visando sempre uma melhoria na educação.

A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL

- zonas do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases -

Traremos neste ponto, o respaldo teórico que alicerça as ideias que motivaram a criação do nosso produto educacional.

Na década de 1990, Eduardo Mortimer propôs a Teoria do Perfil Conceitual com o objetivo de melhorar a compreensão dos conceitos científicos pelos estudantes, desenvolvendo um modelo capaz de representar as diversas maneiras pelas quais os alunos pensam. Segundo Mortimer, Scott e El-Hani (2009), o perfil conceitual funciona como um modelo que busca compreender como os indivíduos abordam um determinado conceito, levando em conta suas perspectivas, experiências e crenças prévias, sendo estruturado em zonas, sendo cada uma delas representativas de uma maneira única de interpretar e dar sentido ao conceito, permitindo uma análise mais completa das diversas concepções presentes entre os estudantes, porém, sem abandonar seus conhecimentos anteriores.

Em 2014, a Teoria dos Perfis Conceituais alcançou um marco importante com a publicação do livro *“Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts”*, organizado por Eduardo Mortimer e Charbel Niño El-Hani. Neste livro, foi introduzida a ideia de 'perfis conceituais' como uma teoria para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Desde então, essa teoria tem ganhado destaque na comunidade científica, tornando-se uma referência importante em pesquisas na área de Educação Científica (Santos e Santos, 2023).

Um exemplo da ideia de perfil conceitual foi apresentado por João Roberto Ratis Tenório da Silva no ano de 2011, ao propor o perfil conceitual de substância, onde este conceito foi visto de forma ampla. O conceito de substância se encaixa na ideia de conceitos estruturantes, pois, quando o estudante o compreende, ocorre uma facilitação da progressão e a continuidade da aprendizagem, pois, as informações e conceitos subsequentes podem ser relacionados e organizados com base neste conceito (Sabino, 2015).

Zonas do perfil conceitual de substância

Zonas	Característica
essencialista	a ideia do existir das coisas
generalista	aceitações quaisquer sobre o termo
substancialista	conceito a partir do que é formado a matéria
racionalista	concepções macro e micro
relacional	relação matéria e energia

Fonte: do autor (adaptado de Silva, 2011)

A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL

- zonas do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases -

De acordo com Silva e Amaral (2013), as zonas chamadas de racional (macro e micro - atômico molecular) e relacional são as de cunho mais científico, pois, agora tem-se uma consciência a respeito da diferenciação entre os mais diferentes conceitos inerentes as substâncias.

Silva e Amaral (2016 e 2020) exploraram a adaptação do perfil conceitual de substância para entender ácidos e bases na química. No primeiro estudo, realizado em 2016, as autoras analisaram a acidez e basicidade através de uma revisão bibliográfica e entrevistas com licenciandos do PIBID na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Esse trabalho, baseado em pesquisas anteriores, focou em como diferentes visões de substância e zonas do perfil conceitual se aplicam aos ácidos. Em 2020, Silva e Amaral ampliaram a pesquisa para incluir a prática profissional de cabeleireiras e a formação de professores de química. Reformularam a zona essencialista para "utilitarista / pragmática" e introduziram a "zona empirista" para ácidos e bases, com base em um conceito semelhante proposto por Amaral e Mortimer (2001) para o perfil conceitual de calor.

Modos de pensar ácidos e bases enquanto categoria de substância química

Zona	Modos de pensar
Generalista	Não há distinção entre o que se entende por substância ácida, elementos que constituem ácidos, meio ácido, produto ácido, solução ácida. Características e propriedades ácidas ou alcalinas são consideradas como um todo nos sistemas e produtos, sem a percepção de que alguns dos seus componentes possam ser responsáveis por elas.
Utilitarista / pragmático	Ácidos/bases são identificados como algo que possui utilidade e finalidade e está presente em situações/atividades do cotidiano, e podem causar malefícios/benefícios aos seres humanos.
Substancialista	Ácidos/bases estão contidos nos materiais, mas não é feita distinção entre aspectos macroscópicos e atômico moleculares de ácidos/bases, propriedades ácido/base são transferidas para os constituintes e o todo, e a visão de que acidez/basicidade se refere a um todo e não a um componente.

A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL

- zonas do perfil conceitual de substância associada a ácidos e bases -

Zona	Modos de pensar
Racionalista / Macroscópico	Ácidos/bases são definidos a partir de propriedades macroscópicas - físicas, químicas ou organolépticas.
Racionalista / Atômico molecular	Ácidos/bases são caracterizados pela presença de entidades, constituintes ou configurações químicas específicas, tais como, íons H^+ e OH^- em solução, presença de H ionizável na estrutura molecular, íon H^+ ou OH^- e pares de elétrons doados ou recebidos.
Relacional	O caráter ácido/base é compreendido a partir de condições estabelecidas e/ou de interações entre substâncias ou delas com o meio e seus aspectos energéticos.
Empirista	Concepção de ácido/base usando a medida do pH ou da escala de pH; o pH determina o caráter ácido/básico/neutro de substâncias e materiais.

Fonte: do autor (adaptado de Amaral *et al.*, em processo de submissão)

Embora ácidos e bases estejam relacionados ao perfil conceitual de substância, sua interpretação apresenta características distintas em comparação com os perfis estabelecidos anteriormente. Isso ocorre porque, enquanto categorias de substâncias, a compreensão de ácidos e bases é moldada por experiências específicas dos indivíduos (Amaral *et al.*, em submissão).

De acordo com Diniz Junior, Silva e Amaral (2015), o perfil conceitual ajuda o professor a criar e implementar atividades educacionais, facilitando a compreensão das diferentes ideias sobre um conceito. A conscientização do professor sobre suas próprias ideias pode, por sua vez, influenciar positivamente a aprendizagem dos alunos.

PERSPECTIVA DE MÉHEUT E A SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Na construção de uma sequência de ensino e aprendizagem, surgem diversas questões sobre as dinâmicas de ensino-aprendizagem, desafios, atividades e decisões a serem tomadas.

Méheut e Psillos (2004) propõem um modelo didático conhecido como Losango Didático, que aborda o ensino e a aprendizagem a partir de duas dimensões principais: a dimensão pedagógica e a dimensão epistêmica. A dimensão pedagógica enfoca a prática educacional, considerando o papel do professor, as interações entre professor e alunos, e os aspectos estruturais das instituições, como programas e cronogramas. Já a dimensão epistêmica se concentra no conhecimento científico, analisando sua criação, procedimentos de validação e relevância para o mundo real.

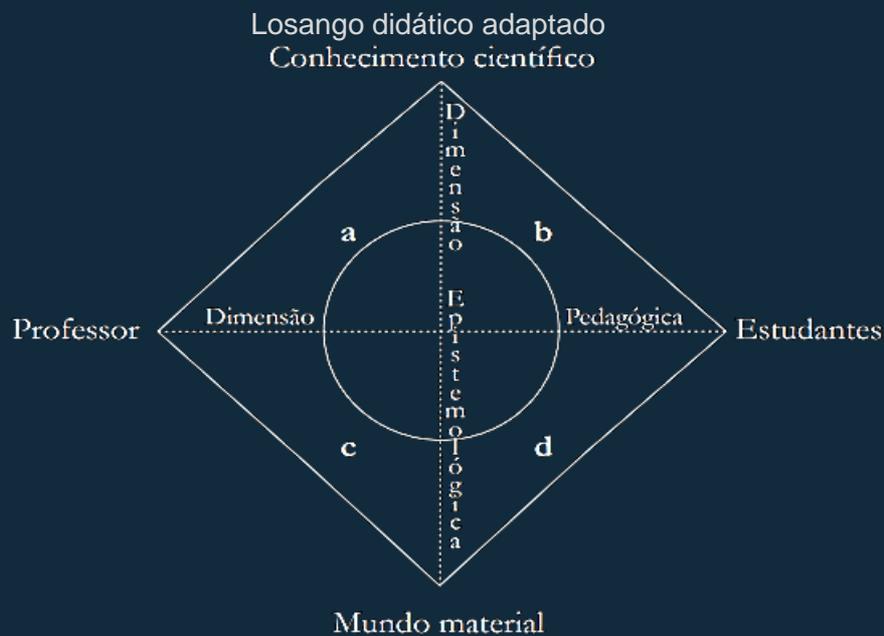
Losango didático



Fonte: Méheut e Psillos (2004) apud Barros e Ferreira (2017)

Com base no losango, Silva e Wartha (2018) utilizam quatro quadrantes (a, b, c, d) para explorar as relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no ensino de ciências. No centro do losango, um círculo simboliza o equilíbrio entre teoria e prática educativa. Os autores defendem que para atingir esse equilíbrio, é crucial desenvolver materiais didáticos que incluam textos, conceitos, situações-problema, exercícios e experimentação. A seguir tem-se o losango com a ideia dos quadrantes:

PERSPECTIVA DE MÉHEUT E A SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM



Fonte: Adaptado de Méheut e Psillos (2004) e de Méheut (2005) apud Silva e Wartha (2018)

Abaixo, tem-se um quadro que indica a que se refere cada quadrante do Losango Didático adaptado:

Quadrante	Foco	Característica e Dimensão predominante
a	Ação do professor e conhecimento científico.	Aulas centradas na exposição e explicação dos conteúdos científicos pelo professor, com menor interação direta com o mundo material dos estudantes – Dimensão Epistemológica.
b	Conhecimento científico e contexto material.	Abordagens que conectam diretamente o conhecimento científico com o contexto material e cotidiano dos alunos – Dimensão Epistemológica e Pedagógica.
c	Ação do professor e contexto material.	Aulas onde o professor conduz atividades que integram o contexto material dos alunos com a ação pedagógica – Dimensão Pedagógica.
d	Estudante e contexto material.	Abordagens que incentivam a autonomia dos estudantes na construção do conhecimento a partir de suas experiências cotidianas – Dimensão Pedagógica

Fonte: do autor (baseada em Silva e Wartha, 2018)

Para uma aprendizagem significativa, é crucial integrar o conteúdo e os métodos de ensino. Segundo a perspectiva Construtivista Integrada de Méheut, ao combinar essas dimensões, o professor facilita um ambiente onde o aluno é o protagonista e encontra sentido no aprendizado.

VISÃO GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesta sessão, apresentaremos as características gerais da nossa Sequência Didática, proporcionando uma visão abrangente e facilitadora para a compreensão e aplicação deste produto educacional. O professor, evidentemente, pode adaptá-la conforme a sua realidade.

Aula (50 min cada)	Habilidade (BNCC)	Objetivo	Proposta de ação	Recursos didáticos
01	EM13LP28 EM13LP39 EM13CNT104 EM13CNT303	Apurar os conhecimentos iniciais sobre a temática, bem como a análise de textos, imagens e vídeos onde esta aparece.	- Fazer um diagnóstico sobre a temática com os estudantes. - Leitura e debate do exposto.	- Recursos multimídia (computador TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
02 e 03	EM13CNT104 EM13CNT303	Utilizar o experimento para reconhecer o caráter ácido ou básico de diversos materiais.	- Realizar a experimentação com indicadores (viés histórico – racionalista macro) e inferir as impressões dos estudantes.	- Soluções dos materiais e vidrarias - Laboratório (ou sala de aula)
04 e 05	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT303 EM13CNT307	Relacionar o pH à concentração de H^+ , e reconhecer o caráter ácido ou básico de substâncias a partir da interação com a água e/ou a partir da interação das espécies a nível microscópico, e assim compreender as teorias que sustentam os conceitos de ácidos e bases.	- Identificar noções empiristas (escala e cálculo do pH), e também as primeiras ideias racionalistas atômico-molecular e relacionistas: acidez e basicidade em meio aquoso (Arrhenius); entender as diferentes formas de se observar o fenômeno – as chamadas teorias ácido-base. - Debates sobre o exposto.	- Recursos multimídia (computador, TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
06 e 07	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT303 EM13CNT307	Utilizar ácidos e bases para explicação do equilíbrio químico (iônico); e reconhecer a força ácida e básica e a alteração no estado de equilíbrio quando da interação das substâncias (como a modificação da cor dos indicadores)	- Firmar as ideias relacionistas da temática, associando-as ao equilíbrio químico: no tocante a força e ao deslocamento do equilíbrio (Princípio de Le Chatelier) - Debates sobre o exposto.	- Recursos multimídia (computador, TV). - Ferramentas motivadoras (vídeos, textos, imagens) - Quadro, pincel
08	EM13CNT104 EM13CNT105 EM13CNT307	Apurar a apropriação (ou não) do conhecimento mais científico acerca da temática.	- Questionário visando inferir a apropriação de zonas mais científicas da temática ao longo da sequência didática.	- Questionário impresso

Fonte: do autor

Professor, esperamos que este material possa ser uma ferramenta valiosa em sua prática pedagógica e que traga benefícios concretos para sua escola.

INICIANDO A ABORDAGEM

– Conhecimento prévio dos estudantes e engajamento com a temática –



AULA 01

A 1ª parte da aula inicial, objetiva compreender o que os estudantes trazem de conhecimento sobre a temática.

Atividade



- 1) Para você o que são ácidos? Cite algum exemplo.
- 2) Você acha que a água sanitária e a soda cáustica tem comportamento ácido? Por que?
- 3) O que você entende por pH?

A 2ª parte da aula preconiza a motivação dos estudantes acerca da temática (inicialmente apresentamos textos: artigos científicos e reportagens).

Imagem dos textos motivadores



- * Grupo que fraudava leite no Oeste é condenado.
- * Uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal.
- * Farmacologia básica - caso da metanfetamina.
- * Vazamento de soda cáustica em rio da PB.

Fonte: Arruda *et al* (2018), G1 Paraíba (2018), Katzung e Vanderah (2017),

Ministério Público SC (2017)

INICIANDO A ABORDAGEM

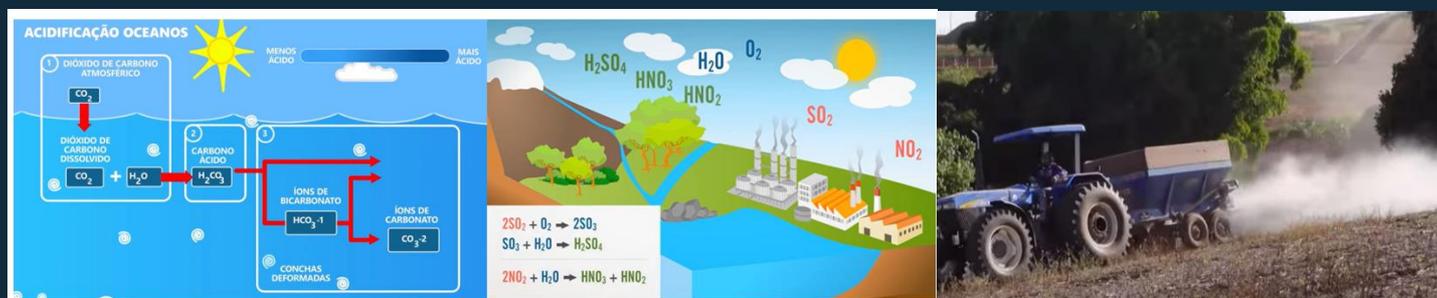
– Conhecimento prévio dos estudantes e engajamento com a temática –



AULA 01

Trazemos também, vídeos que abordam a temática.

Imagem dos vídeos motivadores



Fonte: youtube (2023)



- * Aumento da acidez dos oceanos (canal Antártica ou Antártida?)
- * Como se forma a chuva ácida e seus efeitos (canal ProfessorGeo)
- * Como funciona o processo de calagem do solo (canal Sementes do Agro)

Ao final da aula comenta-se que uma das maneiras de identificar se um sistema é ácido ou básico, é por meio da alteração de cor de espécies químicas conhecidas como indicadores ácido-base.

Indicador	Coloração
Fenolftaleína	incolor ÁCIDO / rosa BÁSICO
Azul de bromotimol	amarelo ÁCIDO / azul BÁSICO

Fonte: <https://www2.uff.br/> (adaptada)

Indicadores ácido-base são substâncias que mudam "a sua coloração" em contato com substâncias de comportamento ácido ou básico.

EXPERIMENTAÇÃO

– Alicerce na noção da relação micro-macro dos fenômenos – Berton *et al.* (2018)



AULAS 02 e 03

Nestas aulas faz-se um experimento utilizando indicadores ácido-base. Os estudantes foram divididos em grupos (com seis ou sete).

i) MATERIAIS UTILIZADOS

- Béqueres (e/ou copos)
- Indicadores: fenolftaleína e azul de bromotimol (preparadas pelo professor)
- Soluções diluídas (feitas pelo professor e não identificadas aos estudantes), numeradas de 1 a 5 de: *ácido muriático; vinagre; bicarbonato de sódio; água sanitária; soda cáustica comercial.*

(nenhuma das soluções foi identificada aos estudantes)

ii) MONTAGEM DO EXPERIMENTO



Fonte: do autor

Quantidades em cada recipiente

Indicadores: 10 a 20 mL ; Amostras dos materiais: 20 a 30 mL

EXPERIMENTAÇÃO

– Alicerce na noção da relação micro-macro dos fenômenos – Berton *et al.* (2018)



AULAS 02 e 03

iii) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Realização das misturas nos recipientes (uma por vez).



Espera-se que cada grupo seja capaz de identificar o caráter ácido ou básico dos materiais testados.

“Caso queira, o professor pode pedir que os estudantes tragam materiais de casa!”

Atividade



Escreva suas impressões a respeito do experimento:

- O que foi observado?
- O que foi feito na experimentação?
- O que você conseguiu aprender sobre a temática ácidos e bases?

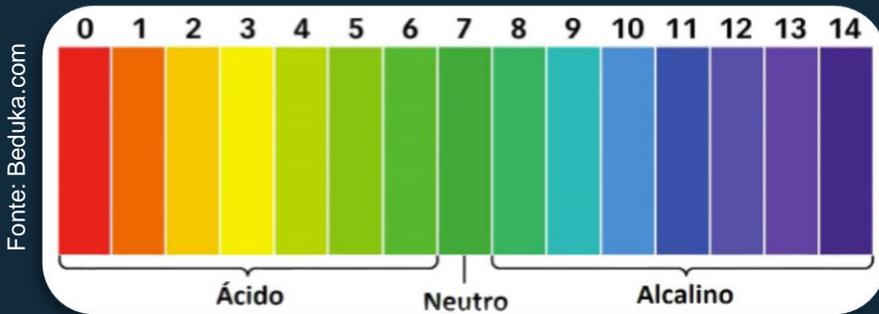
“O professor também pode pedir que os estudantes registrem suas observações no decorrer da prática experimental”

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – pH

Iniciamos abordando a noção de pH (sua escala), familiar aos estudantes.



A escala de pH foi introduzida pelo químico dinamarquês Soren Sorensen em 1909, em seu trabalho de controle de qualidade da fabricação de cervejas. *pH significa: potencial hidrogeniônico.*

Após isso, foi apresentado um texto, desmentindo uma “fake news” que falava sobre o pH dos alimentos e como estes eliminariam o coronavírus.

Encaminhada

Boas notícias: Informação para todos, o COVID-19 é imune a organismos com um PH maior que 5,5 * VIROLOGY Center, Moscou, Rússia. * Precisamos consumir mais alimentos alcalinos que nos ajudem a aumentar o nível de PH para combater o vírus. Alguns dos quais são:

- Limão 9,9 PH
- Abacate 15,6 PH
- Alho 13,2 PH
- Manga 8,7 PH
- Tangerina 8,0 PH
- Abacaxi 12,7 PH
- Laranja 9,2 PH

Não guarde essas informações apenas para você. Passe para toda a sua família e amigos. Tome cuidado e Deus te abençoe.

FAKE NEWS

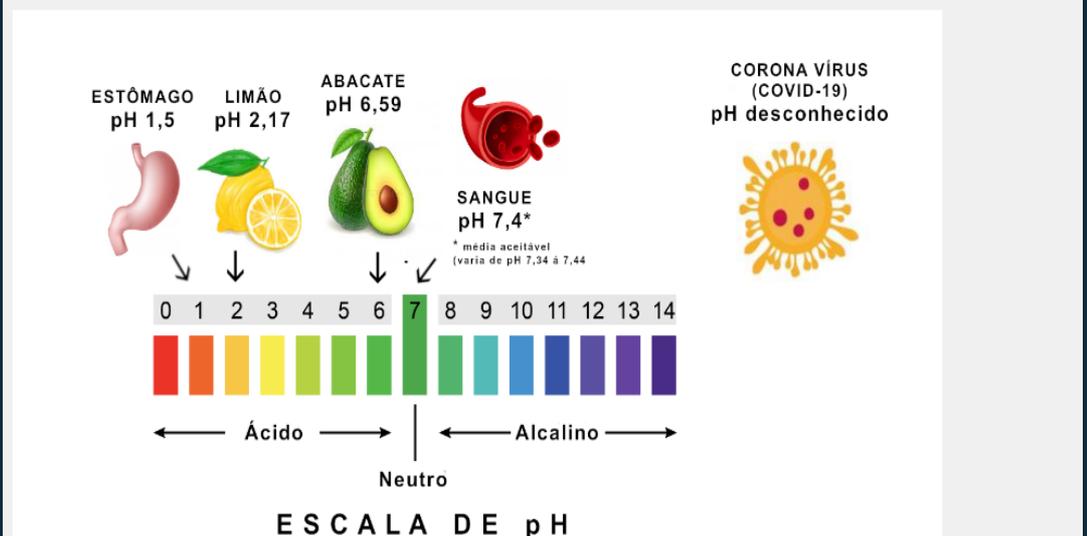
A simples ingestão de um ou outro alimento poderia nos tornar imune ao coronavírus? Apesar de estranha, tenho presenciado situações e recebido mensagens diversas sobre o pH dos alimentos e sobre diversos produtos que as pessoas tem utilizado em substituição ao álcool em gel.

A primeira delas ocorreu logo após o governo de São Paulo decretar a quarentena oficial (anúncio feito dia 28/03 com quarentena a partir de 24/03). Confesso que precisei ir ao mercado para comprar insumos básicos e notei que, além da falta do álcool gel, o limão também era um item ausente nas gôndolas. Ao questionar um dos funcionários sobre o sumiço do limão, ele me informou que as pessoas estavam comprando pois acreditavam que o suco de limão preveniria a COVID-19.

A segunda situação ocorreu mais recentemente, quando recebi uma mensagem relatando que a ingestão de alguns alimentos poderia proteger nosso organismo devido ao pH do alimento versus pH do vírus. A mensagem afirmava que o pH do limão era 9,9 e o do abacate 15,6, enquanto que o pH do vírus variava entre 5,5 e 8,5. No entanto, alguns estudos mostram que o pH desses dois frutos são respectivamente 2,17 (em uma média de três tipos distintos de limões)¹ e 6,59 (na média de duas espécies de abacates)²;

Bom, vamos buscar na Química o que é, qual a escala e como varia o pH para entender quais as explicações adequadas (se é que existem).

O que significa o tal do pH?



Fonte: blogs.unicamp.br

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – pH

Atividade



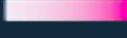
Em um laboratório de química, um analista utilizou um indicador universal para determinar o pH de diferentes amostras comerciais. Os resultados estão listados na tabela.

Amostras	pH
I. Leite integral	6,1
II. Cerveja escura	5,0
III. Suco de laranja	3,0
IV. Hidróxido de sódio	12,0
V. Água mineral	8,0

I) Qual a amostra de caráter mais ácido?

II) Qual a amostra de caráter mais básico?

A depender do pH do meio, os indicadores tem “sua” coloração alterada.

Indicador	Faixa de pH da mudança de cor	Cor
verde de bromocresol	3,8 para 5,4	amarelo  azul
vermelho de fenol	6,6 para 8,0	amarelo  vermelho
azul de timol	8,0 para 9,6	amarelo  azul
fenolftaleína	8,2 para 10,0	incolor  cor-de-rosa
alizarina	11,0 para 12,4	vermelho  violeta

Fonte: Atkins, Loretta e Laverman (2018) (adaptado)

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – pH

CÁLCULO DO pH

O “H” do termo pH, é oriundo do H^+ (modernamente H_3O^+) da autoionização da água: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$.

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

$$\text{ou } pH = - \log [H_3O^+]$$

$[H^+]$ se refere a concentração em mol/L deste íon em solução. O cálculo pode ser feito de forma direta, como apresentado abaixo (desde que a base 10 seja multiplicada por 1).

Fonte: inep, 2012 (adaptado)

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)	pH
Suco de limão	10^{-2}	2
Leite	10^{-6}	6
Vinagre	10^{-3}	3
Álcool	10^{-8}	8
Sabão	10^{-12}	12
Carbonato de sódio/ barrilha	10^{-12}	12

O valor negativo do logaritmo (na expressão do pH) é usado para permitir que a maior parte dos valores de pH sejam números positivos.

(Atkins, Loretta e Laverman, 2018).

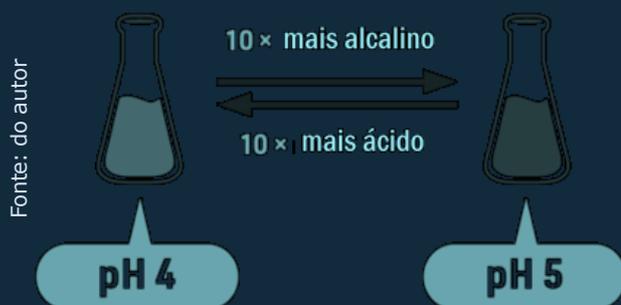
Obs: O professor caso queira, pode explorar mais os aspectos matemáticos. Como também, comentar sobre o pOH.

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – pH

Uma variação mínima de pH pode fazer a acidez ou basicidade sofrer uma grande alteração (devido as concentrações serem na forma potencial).



Atividade



Em um laboratório de análise de águas, obtêm-se os valores de $[H_3O^+]$ para quatro amostras de águas. Indique o pH para cada amostra apresentada.

Amostra	$[H_3O^+]$ em mol/L
IAD	10^{-4}
IIAD	10^{-5}
IIIAD	10^{-7}
IVAD	10^{-10}

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – Ácidos e Bases em água

PARA SABER MAIS



ARRHENIUS INDICOU QUE ESPÉCIES ÁCIDAS AUMENTARIAM A CONCENTRAÇÃO DE H^+ (H_3O^+) EM ÁGUA, ENQUANTO SUBSTÂNCIAS BÁSICAS AUMENTAM A CONCENTRAÇÃO DE OH^- EM ÁGUA.

Neste momento da aula, focamos em apresentar as interações das substâncias (e não suas fórmulas, classificações ou nomenclaturas) com a água. Por meio das espécies produzidas na reação, relacionamos ao seu caráter ácido ou básico.

Fonte: do autor

SUBSTÂNCIA	Interação em água	Comportamento
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightarrow C_6H_5NH^+ + H_3O^+$	ácido
Ácido nítrico	$HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$	ácido
Trióxido de enxofre	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + H_3O^+$	ácido
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightarrow C_5H_5NH^+ + OH^-$	básico
Óxido de cálcio	$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 (Ca^{2+} + 2OH^-)$	básico
Sódio metálico	$Na + H_2O \rightarrow H_2 + NaOH (Na^+ + OH^-)$	básico



Atividade

Baseado na tabela abaixo, informe o comportamento ácido ou básico para cada uma das substâncias apresentadas.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – Ácidos e Bases em água

Historicamente, separaram-se as substâncias em grupos (álcoois, amidas, ácidos, sais, dentre outros) e isto guiou por muito tempo os estudos relacionados a ácidos e bases, norteando alguns conteúdos de química nos livros didáticos. Então, apresentamos algumas substâncias agrupadas, bem como seu comportamento ácido ou básico em relação a água.

Grupo de substâncias	Exemplos	Comportamento (em água)	Grupo de substâncias	Exemplos	Comportamento (em água)
ÁCIDOS (historicamente) (inorgânicos, carboxílicos e sulfônicos)	HCl	ÁCIDO Produz H ₃ O ⁺	ÓXIDOS	CaO	BÁSICO Produz OH ⁻
	H ₂ SO ₄			Na ₂ O	
	HNO ₃		CO ₂	ÁCIDO Produz H ₃ O ⁺	
CH ₃ COOH	SO ₃				
HIDRÓXIDOS (historicamente bases)	NaOH	BÁSICO Produz OH ⁻	SAIS	CaCO ₃	BÁSICO Produz OH ⁻
	Ca(OH) ₂			NaHCO ₃	
Al(OH) ₃	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ COONa				
AMINAS e amônia (NH ₃)	CH ₃ NH ₂	BÁSICO Produz OH ⁻	NaCl	Neutro	
	C ₆ H ₅ NH ₂		NH ₄ Cl	ÁCIDO Produz H ₃ O ⁺	
	(CH ₃) ₃ N		Al ₂ (SO ₄) ₃		

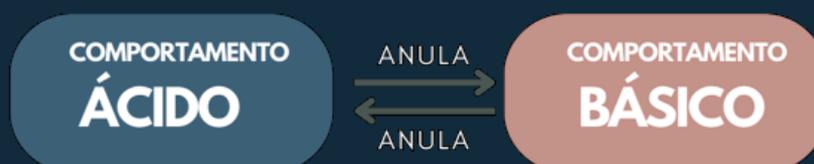
Fonte: do autor

Observamos que algumas classes podem apresentar comportamento distinto em água (e em outros tipos de interação isto é até certo ponto comum).

A interação entre substâncias que apresentam comportamento contrário em água (acidez x basicidade) tem seus efeitos anulados mutuamente, podendo formar água por neutralização:



Fonte: do autor



CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – Diferentes visões sobre a acidez

Mostraremos a seguir, como as diversas ideias sobre acidez e basicidade, explicam o mesmo fenômeno: exemplo, o motivo da acidez do HCl em água.



Conforme as colocações e/ou teorias de	O motivo da acidez do HCl em água é devido:
<p>Arrhenius</p> <p>considera a interação com <u>água</u> e produção de íons específicos: H^+ (H_3O^+) ou OH^-</p>	<p>Ao aumento da concentração de H_3O^+ (H^+) no processo:</p> $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ <p>ácido</p>

Conforme as colocações e/ou teorias de	O motivo da acidez do HCl em água é devido:
<p>Bronsted-Lowry</p> <p>considera a <u>presença do "H"</u> (teoria protônica), independente de ter a presença de água ou não. Sempre há a substância que age como base e a que age como ácido.</p>	<p>A transferência do "H" (próton) presente no HCl para a molécula de água. Ao receber o próton esta é considerada uma base. Para eles, há sempre o par ácido-base na reação. E seus produtos são chamados ácido conjugado e base conjugada (a diferença entre eles é de um "H"):</p> $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ <p>ácido base ácido base</p> <p>Pares Conjugados</p>

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 04 e 05 – Diferentes visões sobre a acidez

Conforme as colocações e/ou teorias de	O motivo da acidez do HCl em água é devido:
<p>Lewis</p> <p>Considera aspecto inerente a toda e qualquer substância: aceitação-doação do par de elétrons.</p>	<p>Apresentar a espécie que aceita um par de elétrons (H^+). Logo, a água é considerada uma base, pois, doa seu par de elétrons para fazer a ligação covalente.</p> $H^+ Cl^- + \begin{array}{c} : \ddot{O} - H \\ \\ H \end{array} \rightleftharpoons \left[\begin{array}{c} H - \ddot{O} - H \\ \\ H \end{array} \right]^+ + Cl^-$ <p style="text-align: center;">ácido base</p>

Logo, se uma substância tem comportamento ácido no que foi colocado por Arrhenius ou pela teoria de Bronsted-Lowry, esta substância também terá comportamento ácido pelo conceito de Lewis, alterando-se apenas o motivo da ocorrência deste comportamento.



Atividade

Abaixo são mostradas algumas reações químicas. Para cada uma delas, coloque:

T → quando se enquadrar no exposto por “todos”: Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis.

BLL → quando se enquadrar no exposto por: Bronsted-Lowry e Lewis (mas não por Arrhenius).

L → quando se enquadrar apenas no exposto por: Lewis.



CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico

Muitas reações, incluindo as que envolvem acidez e basicidade, atingem um estado chamado de equilíbrio químico, no qual o processo não se completa totalmente (a nível microscópico continua a ocorrer, é dinâmico).

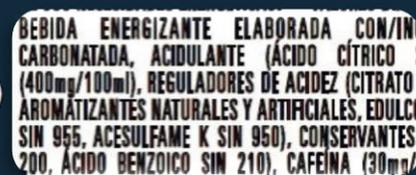
REAGENTES \rightleftharpoons PRODUTOS

Ex1: leite de magnésia (combate azia)



Fonte: galerafashion.com

Ex2: ácido benzóico (conservante)

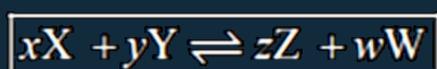


Fonte: openfoodfacts

Em meio aquoso, as concentrações de H_3O^+ e de OH^- produzidas (ou seja, quando o equilíbrio está tendendo mais para a formação dos produtos) podem também indicar a maior força de um ácido ou de uma base.

Matematicamente a força ácida (ou básica) é dada pelo valor da constante de equilíbrio, K (K_{eq} , K_{a} (ácido), K_{i} (ionização)...).

Dada uma reação genérica:



$$k = \frac{[\text{Z}]^z [\text{W}]^w}{[\text{X}]^x [\text{Y}]^y}$$

$$\longrightarrow K = \frac{[\text{produtos}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagentes}]^{\text{coeficiente}}}$$

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico

Logo, a constante de equilíbrio indica que:

↑ **K** ↑ **acidez** (menor basicidade)

↓ **K** ↓ **acidez** (maior basicidade)

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Fonte: inep (2016)

Da tabela acima, temos que entre os ácidos, o de maior valor da constante é o Hidrogenosulfato de potássio, logo, é considerado o ácido mais forte (reagirá com maior facilidade e terá maior condutividade elétrica). Sendo o Hidrogenofosfato de potássio, a base mais forte.



Atividade

Um técnico laboratorial deseja dissolver um pedaço de zinco com maior rapidez. Ele dispõe de três soluções de substâncias de comportamento ácido, sendo assim, a melhor escolha para a dissolução do metal será:

Ácido	K_a
ácido hipocloroso, HClO	$3,0 \times 10^{-8}$
ácido hipobromoso, HBrO	$2,0 \times 10^{-9}$
ácido bórico, B(OH) ₃	$7,2 \times 10^{-10}$

Fonte: Atkins, Loretta e Laverman (2018) (adaptado)

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico

Qualquer equilíbrio químico pode ser “modificado” no tocante a formar uma maior quantidade de produtos, ou não permitir o desgaste dos reagentes. Isto é explicado pelo Princípio de Le Chatelier:

“quando um sistema em equilíbrio é submetido a uma alteração externa, ele irá ajustar sua condição para contrabalançar essa mudança, buscando restaurar o equilíbrio”

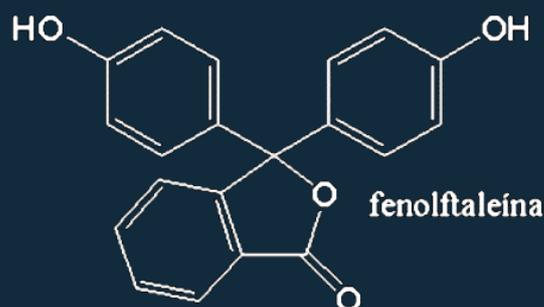
(Chang, 2013)

Abaixo, temos o equilíbrio químico (simplificado) do indicador fenolftaleína (utilizado no experimento):

Reagentes



Produtos



Se a fenolftaleína pode apresentar solução na cor rosa, por que antes do experimento observamos sua solução incolor e não rosa?

Possivelmente por se tratar de um ácido fraco em água, existem muito mais moléculas “juntas”, do que moléculas “separadas” (ionizadas), ou seja, há muito mais moléculas do reagente “HIn”, e assim, percebemos a solução como incolor e não rosa.

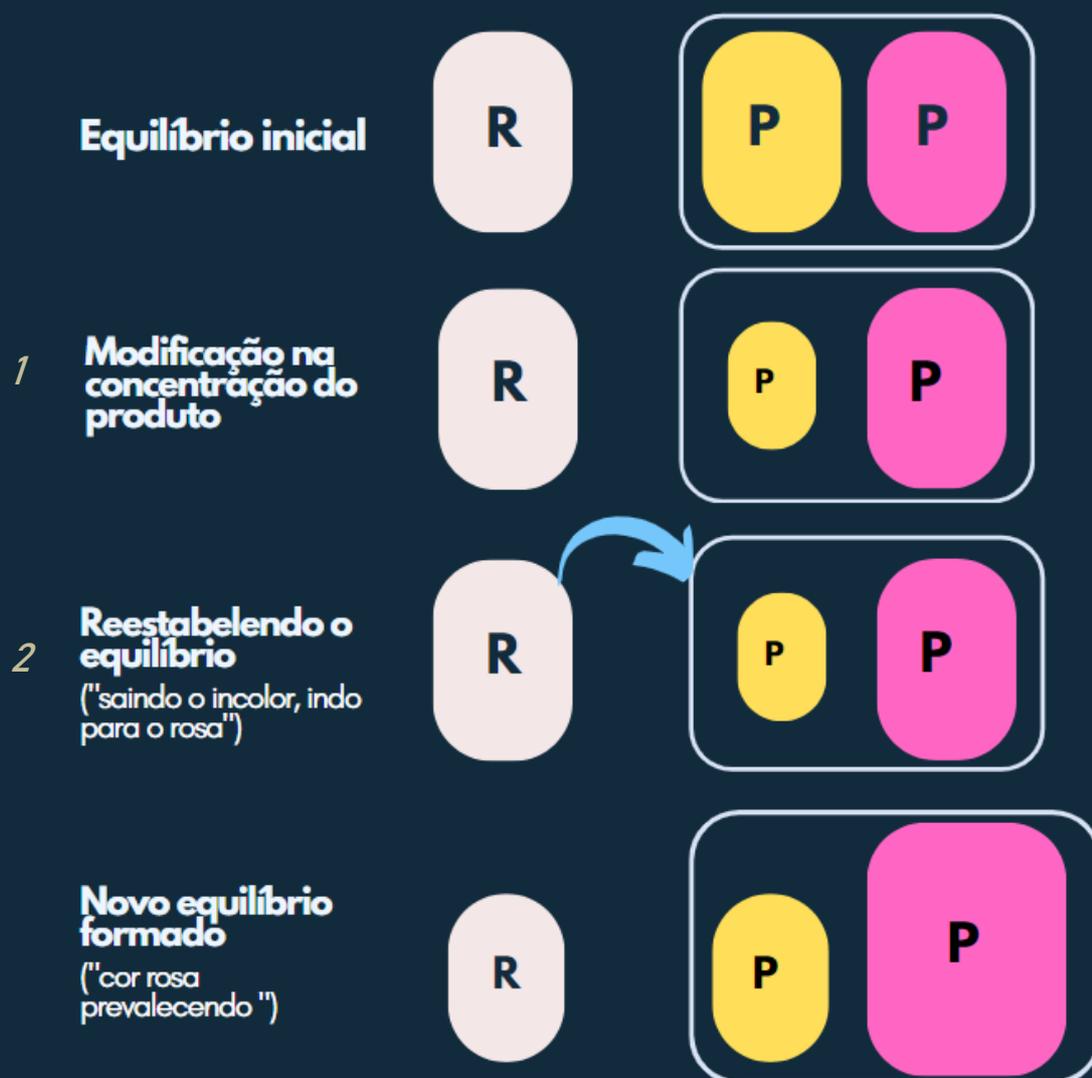
CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico

A seguir, explicaremos, segundo o Princípio de Le Chatelier, a alteração observada na solução do indicador fenolftaleína (usado no experimento) ao se adicionar uma substância de comportamento básico (nota-se a cor rosa).

A substância básica em água produz muitos íons OH^- . Estes íons irão reagir com os íons H^+ presentes no lado dos produtos no equilíbrio da fenolftaleína. Agora o equilíbrio foi modificado, ficando menos produtos do que havia inicialmente (1). Então, o equilíbrio para ser reestabelecido, tende a produzir mais espécies do produto (2), que em solução percebemos a coloração rosa.



R= reagente ; P= produto

Fonte: do autor

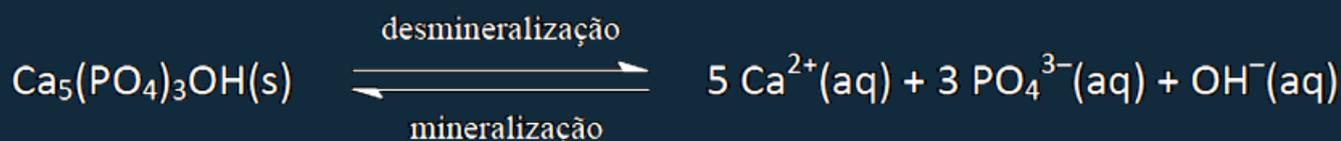
CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 06 e 07 – Ácidos, bases e o equilíbrio químico



A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. A equação química seguinte representa esse processo:



Segundo o deslocamento de equilíbrio químico, como a acidez elevada contribui para a desmineralização dentária?

Os íons H^+ , irão reagir com os íons OH^- presentes no lado dos produtos do equilíbrio apresentado. Assim, o equilíbrio é modificado, ficando menos produtos do que tinha inicialmente. Então, o equilíbrio, para ser reestabelecido, tende a formar mais espécies do produto (que pela indicação da seta se refere a desmineralização).



CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 08 – QUESTIONÁRIO FINAL

Com o intuito de uma apanhado geral acerca da temática, propomos esta atividade final na forma de um questionário de múltipla escolha, no qual tratamos as diferentes formas de compreender a acidez e a basicidade.

1) Sobre a acidez do limão e outras frutas cítricas, três estudantes ao conversar, propuseram cada qual uma observação:

- Estudante 1: o limão é ácido, por isso é azedo.
- Estudante 2: o limão é um elemento ácido, pois, possui "H" na fórmula dele.
- Estudante 3: o limão apresenta em meio aquoso substância(s) de comportamento ácido.

Do ponto de vista científico, qual estudante apresentou a observação mais adequada:

- a) estudante 1
- b) estudante 2
- c) estudante 3

2) Dois produtos comerciais bem conhecidos são: soda cáustica e água sanitária. O princípio ativo de cada um é, respectivamente, hidróxido de sódio (NaOH) e hipoclorito de sódio (NaClO ou NaOCl), cuja interação com a água é mostrada abaixo:



Sobre o exposto, uma das ideias científicas (teorias) mais utilizadas, indica que estas substâncias tem comportamento:

- a) ácido, pois, podem provocar danos aos materiais.
- b) básico, pois, apresentam "OH" do lado direito na fórmula.
- c) básico, pois, identifica-se a produção de OH⁻ em água

3) A manga espada, muito tradicional no sertão paraibano, apresenta característica ácidas. Assim, assinale a alternativa que você considera correta:

- a) a acidez da manga pode fazer mal as pessoas.
- b) a manga contém várias substâncias químicas, e possivelmente uma (ou mais) é a responsável pela acidez.
- c) a manga é formada por átomos de elementos químicos que apresentam acidez.

CONCEPÇÕES TEÓRICAS ACERCA DA TEMÁTICA



AULAS 08 – QUESTIONÁRIO FINAL

- 4) A ideia quimicamente aceita sobre a força ácida ou básica de uma substância em solução aquosa, diz respeito a:
- corrosão observada no contato com outros materiais.
 - apresentar muitos "H" ou "OH" na fórmula da substância.
 - maior quantidade de íons H_3O^+ ou OH^- em solução.
- 5) Abaixo tem-se a imagem de embalagem de um produto utilizado em piscinas:



Fonte: <https://shopee.com.br>

O trecho em destaque, poderia ser reescrito de maneira mais coerente cientificamente, da seguinte forma:

- “Contem produto que apresenta comportamento ácido ao interagir com água.”
- “Traz um elemento de elevada acidez quando puro”.
- “Inclui produto que possui fórmula ácida”.

6) A alteração observada na cor dos indicadores ácido-base quando se adiciona uma solução contendo uma substância de comportamento ácido ou básico, pode ser explicada pela:

- permanência do pH do meio sempre ácido, ou sempre básico.
- mudança na condição de equilíbrio químico devido às interações entre o indicador e a substância.
- presença de substâncias orgânicas na reação.

7) Um produto comercial indicava no seu rótulo: “pH = 7”.
Nesse sentido pode-se afirmar que:

- o produto é um ácido.
- o produto é um elemento de pH neutro.
- o produto tem substância(s) que em solução, originam um pH neutro.

REFERÊNCIAS

ALKALINE CARE. **O SEU SANGUE TEM UM pH NEUTRO?** *Blog Alkaline Care*. Disponível em: <https://blog.alkaline-care.pt/o-seu-sangue-tem-um-ph-neutro/>. Acesso em: 21 jan. 2023.

ANTÁRTICA OU ANTÁRTIDA?. **Processo de formação das chuvas ácidas**.

YouTube, 08 de junho de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Td_l1BDD9yo. Acesso em: 28 de janeiro de 2023

AMARAL E.M.R., SILVA, F.C.V, SILVA, J.R.R.T. Estruturação de zonas do perfil conceitual de substância em uma matriz semântica para compreensão de diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases. **Em submissão**.

ARRUDA, Farid Jamil Silva de et al. Anais da X Jornada Odontológica da Universidade Brasil. Archives Of Health Investigation, [S.L.], v. 7, p. 133-133, 29 out. 2018. **Archives of Health Investigation**. Disponível em: <https://www.archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/3795/pdf>. Acesso em: 05 fev. 2022.

ATKINS, P. LORETTA, J. LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2018.

BARROS, Kalina Cúrie Tenório Fernandes do Rêgo; FERREIRA, Helaine Sivini. ANALISANDO O PROCESSO DE DESENHO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM FUNDAMENTADA A PARTIR DA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA INTEGRADA. **Enseñanza de Las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [s. l], n. 1, p. 2425-2432, 2017. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/25743>. Acesso em: 08 abr. 2023

BEDUKA.COM. **O QUE É PH? CONFIRA A ESCALA, INDICADORES E CÁLCULOS!** 2019. Disponível em: <https://beduka.com/blog/materias/quimica/o-que-e-ph/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BLOGS.UNICAMP. **A desinformação azeda sobre o limão na COVID-19**. 2020. *Blogs Unicamp*. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/linhadefundo/b2/a-desinformacao-azeda-sobre-o-limao-na-covid-19/>. Acesso em: 14 out. 2022.

DINIZ JÚNIOR, Antônio Inácio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Zonas do Perfil Conceitual de Calor que Emergem na Fala de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 55-67, fev. 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150019>. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_I/09-CP-99-14.pdf. Acesso em: 14 jul. 2022

G1 Paraíba. **Vazamento de soda cáustica em rio da PB foi 'negligência operacional'**, conclui Ibama. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/vazamento-de-soda-caustica-em-rio-da-pb-foi-negligencia-operacional-conclui-ibama.ghtml>. Acesso em: 14 nov. 2022.

GALERAFASHION.COM. **Resenha: Leite de Magnésia de Phillips**. 2022. Disponível em: <https://www.galerafashion.com/2022/12/resenha-leite-de-magnesia-de-phillips.html>. Acesso em: 14 maio 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Caderno de questões - ENEM 2012 - Prova de ciências humanas e suas tecnologias e de ciências da natureza e suas tecnologias-** Prova Azul. Disponível em: <https://tinyurl.com/4vt9b3u9>. Acesso em: 08 out. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Caderno de questões - ENEM 2016 - Prova de ciências humanas e suas tecnologias e de ciências da natureza e suas tecnologias-** Prova Azul. Disponível em: <https://tinyurl.com/bdevz9zw>. Acesso em: 05 fev. 2023.

REFERÊNCIAS

- KATZUNG, Bertram G.; VANDERAH, Todd W. Farmacologia básica e clínica. Porto Alegre: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9786558040194. Disponível em: https://statics-americanas.b2w.io/produtos/131261420/documentos/131261420_1.pdf. Acesso em: 13 jan. 2023.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. **Grupo que fraudava leite no Oeste é condenado por crimes contra o consumidor e a saúde pública**. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/hGPU5>. Acesso em: 10 dez. 2022.
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. Bases Teóricas e Epistemológicas da Abordagem dos Perfis Conceituais. In: VII **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC, 2000. Anais eletrônicos. Florianópolis, 2009.
- PROFESSOR GEO. **Acidificação dos Oceanos** - Minuto Antártico - InterAntar. YouTube, 22 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ExH6ZW6FtAk>. Acesso em: 28 de janeiro de 2023.
- OPENFOODFACTS. **Monster Energy Ultra**. 2023. Disponível em: <https://br.openfoodfacts.org/produto/0070847037033/monster-energy-ultra>. 2023. Acesso em: 11 jun. 2023.
- SABINO, Jaqueline Dantas. **A utilização do perfil conceitual de substância em sala de aula: do planejamento ao ensino à análise do processo de aprendizagem dos estudantes**. 2015. 157 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SANTOS, Bruno & SANTOS, João. (2023). DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS BASEADO NA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte). 25. 40890. 10.1590/1983-21172022240134.
- SEMENTES DO AGRO. **Calcário: Aplicação na prática de calcário com análise do solo**. YouTube, 18 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=to0APQCv4Qs&t=429s>. Acesso em: 30 de janeiro de 2023.
- SILVA, Erivanildo & WARTHA, Edson. (2018). Estabelecendo relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação** (Bauru). 24. 337-354. 10.1590/1516-731320180020006.
- SILVA, J. R. R. T. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de substância**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 174p. Dissertação de mestrado
- SILVA, F. C. V. e AMARAL, E. M. R. Relação entre diferentes concepções de ácidos e as zonas do perfil conceitual de substância. In: **Atas do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis, SC, 2016**. Disponível em <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0116-2.pdf>. Acesso 22 mar.2022
- _____ e _____. Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em química e cabeleireiras. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 22, 2020.
- SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E.M.R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 3, 2013.

REFERÊNCIAS

SPONCHIADO, Izabela Dalmolin. O uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal – revisão de literatura. **Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Endodontia Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Faculdade de Odontologia. Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/239180>. Acesso em: 27 de Set. 2022

UFJF-Laboratório de Química. **Ácidos e bases: pH e indicadores**. Aula 08. 2018. Disponível em: <https://encurtador.com.br/anovT>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

WHALEN, Karen; FINKELL, Richard; PANAVELIL, Thomas A. **Farmacologia ilustrada**. [Porto Alegre]: Grupo Artmed, 2016. E-book. ISBN 9788582713235. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713235/>. Acesso em: 20 jul. 2023.