

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Ciências Exatas e da Terra
Graduação em Licenciatura em Química

Weverson Júnior Castro Oliveira

ESQUEMAS DE ASSIMILAÇÃO REVELADOS POR ESTUDANTES
DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE CONCEITOS DE
ÁCIDOS E BASES

Trabalho de conclusão de curso

Pontal do Araguaia
2023

Weverson Júnior Castro Oliveira

ESQUEMAS DE ASSIMILAÇÃO REVELADOS POR ESTUDANTES
DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE CONCEITOS DE
ÁCIDOS E BASES

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do diploma de
Licenciado em Química pelo
Instituto de Ciências Exatas e da
Terra, Universidade Federal de
Mato Grosso, Campus
Universitário do Araguaia.

Orientador Prof. Dr. Eduardo
Ribeiro Mueller

Pontal do Araguaia
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

O48e Oliveira, Weverson Júnior Castro.
ESQUEMAS DE ASSIMILAÇÃO REVELADOS POR
ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE
CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES [recurso eletrônico] / Weverson
Júnior Castro Oliveira. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 46 f., il. color.,
pdf). -- 2023.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ribeiro Mueller.
TCC (graduação em Química) - Universidade Federal de Mato
Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Pontal do Araguaia, 2023.
Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

1. Aprendizagem. 2. Esquemas de assimilação. 3. Ensino de Química.
4. Ácidos e bases. I. Mueller, Prof. Dr. Eduardo Ribeiro, *orientador*. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DO CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA – ICET/CUA

ATA DE DEFESA PÚBLICA

Aos **dezesesseis (16)** dias do mês de **maio** do ano de **dois mil e vinte e três (2023)**, às **15:30 horas**, no Auditório do Campus Universitário do Araguaia – Unidade I - UFMT, na cidade de Pontal do Araguaia (MT), foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa da Monografia de Curso do(a) acadêmico(a) **Weverson Júnior Castro Oliveira**. A banca foi composta pelos seguintes avaliadores: **Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ribeiro Mueller (presidente) – UFMT/ICET/CUA; Examinador Interno: Prof. Dr. Wagner Batista dos Santos – UFMT/ICET/CUA; Examinador(a) Externo(a): Profa. Ma. Divani Justina de Souza – SEDUC-MT/EE. MAL. EURICO GASPAS DUTRA.**

A monografia tem como título: **ESQUEMAS DE ASSIMILAÇÃO REVELADOS POR ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO SOBRE CONCEITOS DE ÁCIDOS E BASES**. Após explanação no prazo regulamentar o(a) aluno(a) foi interrogado(a) pelos componentes da banca. Terminada a etapa, os membros, de forma confidencial, avaliaram o(a) aluno(a) e conferiram ao(a) mesmo(a) o seguinte resultado: **APROVADO**, Nota **9,0 (Nove)**, proclamado pelo presidente da sessão. Dados por encerrados os trabalhos, lavrou-se a presente Ata, que será assinada pela banca e pelo(a) aluno(a). Os requisitos a serem observados estão registrados em folha anexa.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. **PROF. DR. EDUARDO RIBEIRO MUELLER (PRESIDENTE BANCA)**
2. **PROF. DR. WAGNER BATISTA DOS SANTOS (MEMBRO INTERNO)**
3. **PROFA. MA. DIVANI JUSTINA DE SOUZA (MEMBRO EXTERNO)**

Recomendações da Banca: Algumas correções textuais e de formatação. Justificar decisão de restringir a abordagem conceitual sobre ácidos e bases apenas à teoria de Arrhenius.

Ciência do (a) Discente é realizada eletronicamente através do SEI.

PONTAL DO ARAGUAIA (MT), 16 DE MAIO DE 2023.



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO RIBEIRO MUELLER, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 23/05/2023, às 10:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weverson Junior Castro Oliveira**, **Usuário Externo**, em 23/05/2023, às 16:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **WAGNER BATISTA DOS SANTOS**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 29/05/2023, às 17:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5813758** e o código CRC **8491248B**.

Referência: Processo nº 23108.101068/2022-26

SEI nº 5813758

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho em meio a tantas dificuldades ao longo dos 4 anos de graduação. Devo a ele toda honra e toda glória por esta conclusão;

Agradeço aos meus pais e meu irmão, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho, eles que sempre se fizeram presentes em minha vida;

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho;

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, em especial ao meu orientador, que teve toda a paciência em me auxiliar;

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer, não só como pessoa, mas também como profissional. Em relação a este trabalho, meu agradecimento especial é para minha parceira, Raquel Carneiro, que compôs comigo um grupo de trabalho agregando muitas contribuições importantes;

À instituição de ensino Universidade Federal de Mato Grosso, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

LISTA DE DIÁLOGOS

Diálogo 1: Assimilação de uma pipeta graduada e pêra de sucção	26 e 27
Diálogo 2: Assimilação de um béquer.....	27
Diálogo 3: Assimilação de um Erlenmeyer e Bastão de Vidro	27 e 28
Diálogo 4: Assimilação de uma balança semi-analítica.....	28
Diálogo 5: Assimilação de um termômetro digital modelo espeto.....	28
Diálogo 6: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: vinagre	28
e 29.....	
Diálogo 7: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: água	
sanitária.....	30
Diálogo 8: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: leite de	
caixinha e refrigerante sprite.....	30
Diálogo 9: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: leite de	
magnésio	31
Diálogo 10: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: Fermento	
em pó.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1 e 2: Reconhece a existência de uma linguagem universal da Química para representar elementos químicos e substâncias.....	15 e 16
Gráficos 3 e 4: Identifica reações ácido-base	16
Gráficos 5 e 6: Interpreta textos de divulgação científica relacionados às transformações químicas.....	17

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 01: Água Sanitária (hipoclorito de sódio).....	34
Imagem 02: Vinagre	35
Imagem 03: Detergente.....	36
Imagem 04: Água mineral gasosa.....	37
Imagem 05: Leite de caixinha.....	38
Imagem 06: Refrigerantes.....	39
Imagem 07: Leite de Magnésio.....	39
Imagem 08: Limão.....	40
Imagem 09: Bicarbonato de sódio.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias de análise das avaliações empregadas..	26
Quadro 2: Quantitativo de respostas dos alunos à classificação de substâncias quanto ao seu caráter ácido ou básico na questão 1 da avaliação da aprendizagem.....	33
Quadro 3: Quantitativo de respostas dos alunos em relação às funções das vidrarias usadas no laboratório.....	42

Resumo

Este trabalho é resultado de uma pesquisa em forma de trabalho de conclusão de curso em ensino de química. Um diagnóstico produzido na unidade escolar onde a pesquisa se deu, em que apontamentos de professores e alunos revelaram falta de proficiência de estudantes para os conceitos de ácidos e bases foi sua justificativa principal. O objetivo foi qualificar os esquemas de assimilação para os conceitos de ácidos e bases dos estudantes envolvidos e, por meio de uma ação de ensino, verificar se houve modificação desses esquemas a acomodações. O teórico principal utilizado foi Jean Piaget, de quem derivou as categorias assimilação, acomodação e adaptação, utilizadas para analisar os dados. A coleta de dados se deu em ambiente escolar, com alunos, no contexto de uma oficina de química prioritariamente prática que durou uma semana inteira (20 horas). A metodologia utilizada foi qualitativa, e o método pesquisa-ação, dado que a intenção era intervir modificando a realidade, neste caso produzindo aprendizagem. As aulas foram promovidas com intensa participação dos estudantes. Os resultados apontaram para uma não adaptação dos alunos aos conceitos de ácidos e bases, pois após uma semana de participação efetiva em experimentos, eles não demonstraram acomodação mínima que os permita inferir cientificamente sobre estes conceitos. Em sala de aula muito provavelmente se lembrarão apenas dos grupos H^+ ou OH^- , e em laboratório não conseguirão classificar um ácido ou uma base sem que estes grupos estejam explicitados no rótulo dessa forma.

Palavras-chave: Ensino de química; Esquemas de assimilação; Ácidos e bases.

Abstract

This work is the result of a research in the form of a course conclusion work in chemistry teaching. A diagnosis produced at the school unit where the research took place, in which notes from teachers and students revealed a lack of student proficiency in the concepts of acids and bases was its main justification. The objective was to qualify the assimilation schemes for the concepts of acids and bases of the students involved and, through a teaching action, verify if there was a modification of these schemes to accommodations. The main theorist used was Jean Piaget, from whom he derived the categories assimilation, accommodation and adaptation, used to analyze the data. Data collection took place in a school environment, with students, in the context of a primarily practical chemistry workshop that lasted a whole week (20 hours). The methodology used was qualitative, and the research-action method, given that the intention was to intervene by modifying reality, in this case producing learning. The classes were promoted with intense participation of the students. The results pointed to a non-adaptation of the students to the concepts of acids and bases, because after a week of effective participation in experiments, they did not demonstrate the minimum accommodation that would allow them to make scientific inferences about these concepts. In the classroom, they will most likely remember only the H^+ or OH^- groups, and in the laboratory they will not be able to classify an acid or a base without these groups being explained on the label in this way.

Keywords: Chemistry teaching; Assimilation schemes; Acids and bases.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivo geral	18
1.3 Objetivos específicos	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	19
2.1 Concepção de ensino empregada nesta pesquisa.....	19
2.2 Teoria de aprendizagem que fundamenta a avaliação da atividade de ensino: conceitos piagetianos de assimilação, acomodação e adaptação	20
3 METODOLOGIA	23
3.1 Metodologia da Pesquisa	23
3.2 Procedimentos metodológicos	24
4 RESULTADOS E DISCUSÕES.....	26
4.1 Esquemas de assimilação revelados na avaliação diagnóstica	26
4.2 Esquemas de assimilação revelados na avaliação da aprendizagem	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que estuda tudo o que está a nossa volta, e que pode contribuir de forma efetiva na formação de um cidadão crítico, pensante e participativo, o qual poderá atuar de maneira relevante em uma sociedade científica, tecnológica, ativa e que está em constante transformação (GONDIN, 2016).

O estudo de química no ensino médio das escolas brasileiras vem sofrendo mudanças para atender a essa finalidade, e muitas dessas mudanças estão expressas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a área de Ciências da Natureza, Matemática, e suas Tecnologias, propondo-se um ensino médio mais abrangente, em que os ensinamentos práticos e tecnológicos possam ser associados aos conteúdos científicos, e que façam parte da formação do cidadão de maneira ampla, para o seu cotidiano, e não somente com o intuito de profissionalizá-lo (BRASIL, 2002).

O uso dos aparelhos tecnológicos se expandiu para todas as pessoas, e a maioria desses aparelhos produzem impactos diretos na sala de aula, tanto nas práticas de ensino quanto no trato com novas informações. Porém, muitos professores preferem manter o tradicionalismo de colocar conteúdo no quadro, explicar, usar livros didáticos e seguir para o próximo conteúdo sem ao menos se preocupar se os alunos compreenderam ou não, se preocupando apenas com o quantitativo e não com o qualitativo.

A abordagem dos conteúdos de química enfrenta essas mesmas dificuldades. Tanto no ensino fundamental/médio quanto no ensino superior, apresentam-se diferentes níveis de dificuldades de compreensão (CHASSOT, 2014). Essas dificuldades se dão, principalmente, quando os estudantes precisam imaginar a dinâmica do abstratismo que envolve o conhecimento químico, por exemplo, as reações ácido-base, suas características e como elas ocorrem.

Tais substâncias são consideradas importantes por estarem presentes no dia a dia das pessoas, como constituintes dos alimentos, remédios, produtos de higiene e limpeza e cosméticos, e na indústria não são percebidas e relacionadas como objeto de estudo da química sem uma ação de mediação do professor neste sentido. A prática pedagógica que conduz a uma generalização, ao enfatizar os ácidos e bases perigosos, corrosivos, agressivos e destrutivos, não são desenvolvidas por meio de experimentos; muitos professores têm medo de acidentes com estudantes e que, em consequência, tenham que responder judicialmente a algum processo (LISBOA, 2015).

O tema ácido-base tem muitos conceitos e explicações, os ácidos têm variados tipos e aplicações que usamos no nosso cotidiano e, às vezes, nem percebemos; presentes em algumas frutas temos o ácido Cítrico ($C_6H_8O_7$), na bateria dos automóveis tem o ácido sulfúrico (H_2SO_4), e o vinagre possui o ácido acético ($C_2H_4O_2$), esses são alguns exemplos de ácidos.

As bases não são diferentes dos ácidos, e também comuns no nosso dia-a-dia, podemos encontrar essas substâncias na natureza em cajus, bananas e caquis verdes. A Soda Cáustica ou Hidróxido de Sódio ($NaOH$) é normalmente encontrada em meio a produtos de limpeza nos supermercados, e o Hidróxido de Magnésio [$Mg(OH)_2$], em farmácias.

A definição certa de ácidos e bases ao longo do tempo foi sendo escrita por diferentes químicos em tempos diferentes, que em ordem cronológica constituiu-se nas seguintes teorias: o primeiro foi Svante August Arrhenius (1859 – 1927), em 1887; depois de 45 anos foi a vez dos Brøsted-Lowry, em 1923, e por fim, no mesmo ano, Gilbert Newton Lewis, com a última versão.

Arrhenius foi um químico sueco ganhador do prêmio Nobel, em 1903, por suas teorias sobre a dissociação de eletrólitos; em sua teoria, em meio aquoso, as bases liberam hidroxilas, íons negativos (OH^-), e os ácidos em solução aquosa liberam íons hidrônio positivos (H_3O^+).

De forma independente, dois químicos tiveram a mesma definição, caso de Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry, que afirmaram que em uma reação de neutralização o ácido doa um ou mais prótons para uma base, então o ácido é um doador de próton, enquanto a base é um receptor de próton.

E, por fim, temos a teoria de Gilbert Newton Lewis, que diz que o ácido é toda espécie química que ganha pares eletrônicos isolados formando ligações coordenadas, enquanto a base é toda espécie química que cede pares de elétrons isolados, formando ligações coordenadas; essa teoria tem extrema importância em Química Orgânica, tendo em vista que muitos compostos funcionam como receptores e doadores de elétrons.

Segundo Johnstone (1993), para se compreender os fenômenos químicos é preciso relacioná-los aos três níveis representativos da Química: macroscópico, submicroscópico e simbólico. O nível macroscópico tem relação com o visível, o campo observacional que

é elaborado pelas experiências de vida diante dos fenômenos que podem ser apresentados nas aulas de Química; o nível submicroscópico é baseado na teoria da matéria particulada e é utilizado para explicar o fenômeno macroscópico em termos de movimento eletrônico, interações atômicas e moleculares. O nível simbólico pode ser apresentado através de equações químicas, gráficos ou mecanismos de reações que complementam as explicações em diferentes contextos (VASCONCELOS, 2019).

Nossa proposta de pesquisa buscou verificar a construção de conhecimento sobre ácidos e bases nestes três níveis (VASCONCELOS, 2019). Macroscópico, por meio dos experimentos e das substâncias presentes do cotidiano dos alunos; microscópico, por meio da elucidação das teorias envolvidas na elucidação dos conceitos de ácidos e bases; e simbólico, a partir das equações associadas a imagens das substâncias, a partir da apropriação da linguagem química pelo aluno, possibilitando, conseqüentemente, a compreensão das Ciências, principalmente a partir da investigação baseada em conexões com o mundo real (VASCONCELOS, 2019).

1.1 Justificativa

Justificamos inicialmente a escolha que fizemos pela abordagem conceitual de ácidos e bases apenas com a teoria de Svante August Arrhenius. Essa escolha se deu por algumas razões: uso de substâncias do cotidiano dos alunos, todas elas com seus componentes químicos principais dissolvidos em água; curto tempo da oficina, apenas 20 horas aula; experimento de titulação ácido-base como atividade prática central da oficina, com utilização de refrigerantes e solução de Hidróxido de Sódio, ambos diluídos em água; cálculos envolvendo conversão de volumes, determinação do número de mols e determinação de concentrações em quantidade de matéria, conceitos que os alunos não dominavam, ensinados no curto tempo da oficina.

Além disso, justificamos também o nosso trabalho por meio de uma pesquisa sobre proficiência de aprendizagem, a qual foi realizada com professores e estudantes da Escola Estadual Marechal Eurico Gaspar Dutra, de Barra do Garças - MT, lócus desta investigação, com pressuposto de elaborar um perfil de aprendizagem dos alunos. As questões focaram na percepção dos professores (dois sujeitos) acerca da aprendizagem de seus alunos de ensino médio, e na percepção de alunos do 3º ano do Ensino Médio (11 sujeitos) acerca de sua aprendizagem, ambas em Química.

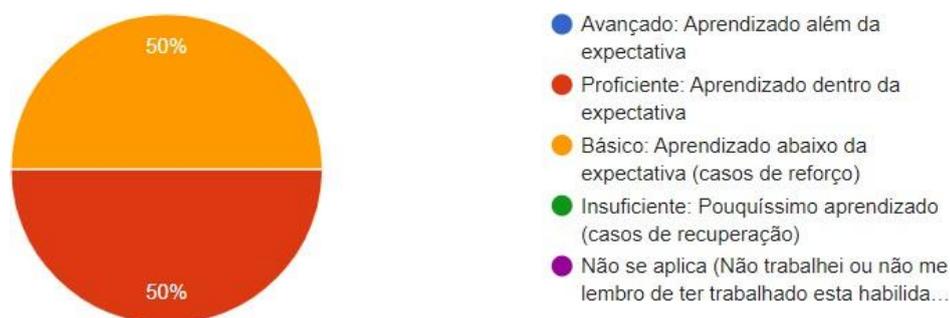
A pesquisa teve como base as habilidades previstas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular), tendo sempre como resposta um dos quatro níveis de proficiência definidos com base na escala SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), a saber:

1. Avançado: Aprendizado além da expectativa. Recomenda-se atividades desafiadoras para os alunos neste nível;
2. Proficiente: Os alunos neste nível encontram-se preparados para continuar os estudos. Recomenda-se atividades de aprofundamento;
3. Básico: os alunos neste nível precisam melhorar. Sugere-se atividades de reforço;
4. Insuficiente: Os alunos neste nível apresentam pouquíssimo aprendizado. É necessária a recuperação de conteúdo.

Uma quinta alternativa foi considerada no contexto, a alternativa “Não se aplica” (no caso do professor, significou: *não trabalhei ou não me lembro de ter trabalhado esta habilidade com meus alunos*; no caso do aluno: *não estudei ou não me lembro de ter estudado isso*), dando aos respondentes a opção plausível em caso de falha de memória ou de incerteza quanto à abordagem específica. As questões, as quais nos apoiamos para justificar a necessidade desta abordagem (ácidos e bases), constituíram respostas a esta pesquisa. São elas:

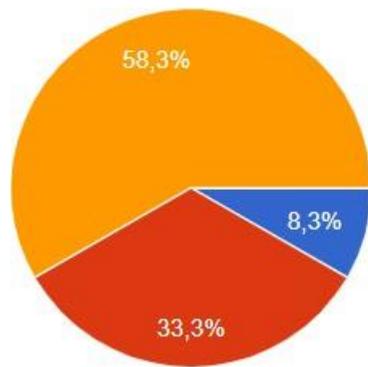
Gráficos 1 e 2: Reconhece a existência de uma linguagem universal da Química para representar elementos químicos e substâncias?

Resposta dos professores:



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Resposta dos alunos:

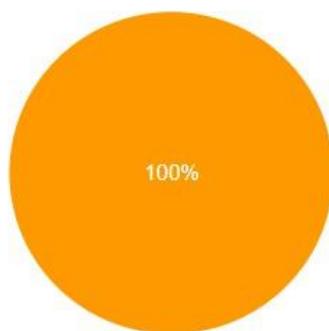


- Avançado: Aprendizado além da expectativa
- Proficiente: Aprendizado dentro da expectativa
- Básico: Aprendizado abaixo da expectativa (casos de reforço)
- Insuficiente: Pouquíssimo aprendizado (casos de recuperação)
- Não se aplica (Não Estudei ou não me lembro de ter estudado isso)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Gráficos 3 e 4: Identifica reações ácido-base?

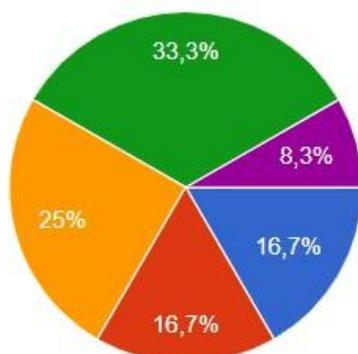
Resposta dos professores:



- Avançado: Aprendizado além da expectativa
- Proficiente: Aprendizado dentro da expectativa
- Básico: Aprendizado abaixo da expectativa (casos de reforço)
- Insuficiente: Pouquíssimo aprendizado (casos de recuperação)
- Não se aplica (Não trabalhei ou não me lembro de ter trabalhado esta habilida...)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Resposta dos alunos:



- Avançado: Aprendizado além da expectativa
- Proficiente: Aprendizado dentro da expectativa
- Básico: Aprendizado abaixo da expectativa (casos de reforço)
- Insuficiente: Pouquíssimo aprendizado (casos de recuperação)
- Não se aplica (Não Estudei ou não me lembro de ter estudado isso)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

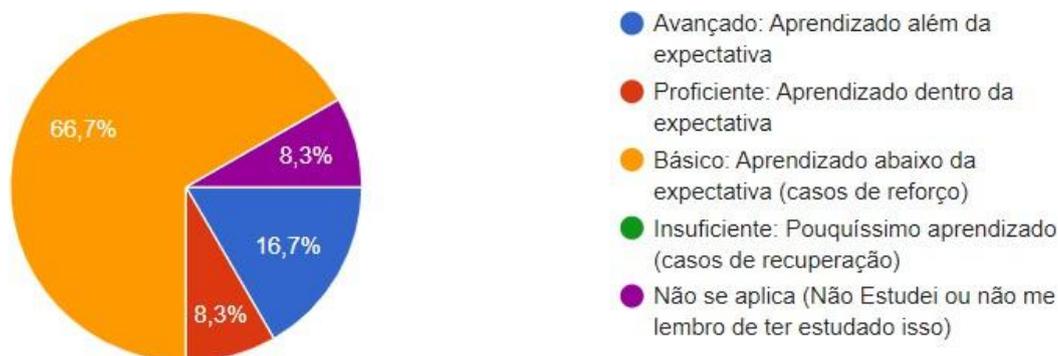
Gráficos 5 e 6: Interpreta textos de divulgação científica relacionados às transformações químicas?

Resposta dos professores:



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Resposta dos alunos:



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os gráficos 1 e 2 mostram que a percepção dos professores e dos alunos não são contraditórias, ou seja, pelo menos metade dos alunos não consegue estabelecer interlocução com a linguagem química de modo a representar elementos e substâncias corretamente.

Os gráficos 3 e 4 apontam para uma realidade mais preocupante. A percepção dos professores indica que nenhum aluno deles consegue identificar reações ácido-base.

66,6% dos alunos indicaram esta mesma percepção, ou seja, que sua aprendizagem no que se refere a identificação de reações ácido-base está abaixo do nível proficiente.

Os gráficos 5 e 6 corroboram com os dados anteriores quando apontam o alto percentual de estudantes que não conseguem interpretar textos de divulgação científica relacionados às transformações químicas.

Este problema real, apontado por professores e alunos neste levantamento, é facilmente percebido na sala de aula desses alunos. Eles demonstram relevante dificuldade de interlocução utilizando a linguagem química, repetem “decorebas” historicamente verbalizadas, externam percepções de senso comum e não operam com os conceitos de ácidos e bases em nenhum nível representacional.

A proposta desta pesquisa nasceu e se desenvolveu no contexto desta realidade, a qual se pautou em uma ação de ensino que, além de buscar perceber melhor e analisar os esquemas de assimilação desses alunos em relação a estes conceitos, buscou ajudá-los a acomodar novos conhecimentos de modo a evoluir em seus esquemas iniciais de assimilação.

1.2 Objetivo geral

Qualificar os esquemas de assimilação para os conceitos de ácidos e bases dos estudantes envolvidos e, por meio de uma ação de ensino, verificar se houve modificação desses esquemas a acomodações.

1.3 Objetivos específicos

- Desenvolver uma ação de ensino dos conceitos de ácidos e bases considerando nela pressupostos metodológicos que privilegiaram a experimentação e contextualização;
- Mediar a construção dos conceitos de potencial hidrogeniônico e potencial hidroxiliônico;
- Especificar e diferenciar indicadores ácido-base, de modo a melhorar a percepção dos alunos sobre sua função e importância na química;
- Mediar a construção de conceitos sobre cálculo estequiométrico, especificamente na compreensão e determinação de concentrações molares de diferentes substâncias;

- Identificar nomes, utilidades e manuseio de balança analítica e vidrarias básicas utilizados em um laboratório, especificamente aquelas utilizadas em titulação ácido-base;
- Mediar a construção do conceito de neutralização e determinação do caráter ácido de refrigerantes por meio de titulação ácido-base;
- Aplicar instrumentos de avaliação elaborados com base em teorias de aprendizagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 Concepção de ensino empregada nesta pesquisa

A ideia desta pesquisa associou uma ação de ensino com foco nos conceitos de ácidos e bases a um momento escolar diferente para os alunos, que foram levados ao laboratório de ciências da escola por uma semana inteira (segunda a sexta-feira), e lá participaram de vários procedimentos práticos normalmente não oferecidos a eles no dia a dia da vivência escolar dentro da disciplina de química. Dessa forma, Lima (2016) nos adverte que

o ensino dos conceitos ácido e base normalmente ocorrem de duas maneiras. Uma delas, remete ao ensino tradicional, que tem por característica sua maior ênfase ao ensino das classificações e nomenclaturas desses conhecimentos, sendo secundário qualquer outro tipo de relação para além disso. Habitualmente, um professor com este perfil, ao ensinar ácido, se restringe ao ensino das diferentes classificações: quanto ao grau de H^+ ionizáveis, a presença ou não de oxigênio na molécula, ao grau de ionização; e às regras de nomenclatura. Analogamente, para o ensino das bases: quanto ao número de hidroxilas, o grau de ionização, a solubilidade em água; além do estudo das regras de nomenclatura (LIMA, 2016, p.14).

Nossa intenção foi superar este modelo tradicional. A primeira ação nesse sentido foi sair da sala de aula para o laboratório, modificando seu ambiente cotidiano, equilibrando o ouvir com o fazer, o escrever com o dizer. Os cálculos que solicitamos tinha como variáveis dados sobre volume e massa medidos pelos próprios alunos em vidrarias específicas e balança semi-analítica. Não fugimos da abordagem hidrônio e hidroxilas ionizáveis, mas não nos restringimos a ela.

O trabalho com turmas de Ensino Médio de Figueira et al. (2000) buscou identificar saberes do senso comum com a intenção de utilizá-los como ponto de partida para a elaboração de ferramentas e estratégias didáticas que viessem auxiliar os professores de Química na promoção de um aprendizado mais significativo para o aluno,

o qual realizamos nesta pesquisa também. Assim, os resultados deste estudo mostraram que

na maioria das vezes ao se dar ênfase as teorias de ácido – base os professores apresentam situações empíricas, tais como ácidos reagem com metais produzindo hidrogênio, ora se manifestam constitucionalmente como ácidos são substâncias que apresentam H^+ e bases OH^- . [...] Dessa maneira, devido a complexidade e da maneira que o assunto é abordado o aluno atônito se prende a regras desarticuladas, fazendo com que a química se apresente como uma disciplina de difícil assimilação por parte dos estudantes, voltada para um aprendizado incompatível com a própria natureza do conhecimento científico. Diante deste quadro o aluno tem dificuldade em perceber casos em que fogem a tais regras, como quando ácidos não corroem metais ou não apresentam H^+ (OLIVEIRA, 2008, p. 55)

Chassot (2014) nos advertiu, em sua tese de doutorado, sobre esta falência do ensino de química alicerçado em ideias superficiais e decoradas, não correlacionadas à vida. Nosso planejamento também buscou essa superação.

Parti da hipótese de que nosso Ensino de Química, pelo menos de Ensino Médio, é – literalmente – inútil. [...] Quando elaborei a minha proposta de tese, afirmava que se o nosso ensino não existisse, muito pouco (ou nada) seria diferente, porém numa análise mais crítica pode-se assegurar que esse mesmo ensino tem-se mostrado muito útil para manter, ainda mais, a dominação. É realmente uma situação paradoxal do Ensino de Química (e este não é um triste privilégio da Química) ser simultaneamente útil/inútil, mesmo quando, na essência, esse paradoxo seja apenas aparente (CHASSOT, 2014, p. 87).

Em estudo sobre alto índice de reprovação de seus alunos, ingressantes no ensino superior, Mueller (2020) traça um perfil de estudantes do primeiro semestre do curso de licenciatura em Química em que atua como docente. Seus resultados mostram que a aprendizagem no ensino médio não condiz com o alto índice de aprovação nesta etapa escolar, e que isto é verificado na disciplina de Química Geral em conceitos básicos, como densidade, favorecendo as altas taxas de reprovação e abandono. Como afirmou Chassot, tudo que foi ensinado não serviu para nada, pois foi esquecido. A ação de ensino planejada dentro desta pesquisa considerou esta realidade.

2.2 Teoria de aprendizagem que fundamenta a avaliação da atividade de ensino: conceitos piagetianos de assimilação, acomodação e adaptação

O Método Clínico desenvolvido por Jean William Fritz Piaget, que consiste em formular uma pergunta e, a partir da resposta, formular outra pergunta, orientou a

avaliação diagnóstica que promovemos nesta pesquisa. A verificação dos esquemas de assimilação nos diálogos promovidos não se esgotou apenas no questionamento inicial, ao contrário, avançou para outros questionamentos elaborados a partir das intervenções dos alunos, atribuindo a eles a verbalização de opiniões e concepções que utilizamos na elaboração dos diálogos. Piaget desenvolveu esta técnica em seu estudo com crianças.

Esquema de assimilação é a forma como o conhecimento já adquirido auxilia a estrutura mental no reconhecimento, interpretação e classificação de dados do ambiente. O reconhecimento de uma substância ácida a partir da corrosão que ela provoca é uma forma de assimilar esta substância, podendo, portanto, ser chamado de esquema de assimilação do sujeito que faz esta proposição.

Para Piaget, a maior forma de desenvolvimento é a adaptação e a melhor forma de adaptação é o conhecimento. Seus estudos mostraram que um recém-nascido não sabe que está no mundo real, não tem capacidade de raciocinar, mas tem uma capacidade incrível de se adaptar manifestada por reflexos sem intenção. Estes reflexos vão se tornando intencionais à medida que a adaptação vai ocorrendo. Sugar o leite, alcançar e agarrar algum objeto, ações que vão se tornando um meio de assimilação e acomodação.

Piaget define assimilação como a capacidade de reação com base em aprendizagem e compreensão prévias, ou seja, “a assimilação designa o fato de que a iniciativa na interação do sujeito com o objeto é do organismo” (MOREIRA, 1999, p. 100). Assim, assimilação não implica em modificação do organismo, dado que a ação tem como base um conhecimento construído anteriormente. Um aluno que conhece a natureza dos estados sólido, líquido e gasoso consegue reagir a eles tomando decisões rápidas, por exemplo, quando dizemos que algo se fundiu, derreteu. Neste caso, ele incorpora esta ação ao esquema de deixar de ser sólido para se transformar em líquido.

Quando os esquemas não conseguem assimilar determinada situação, o organismo (mente) pode desistir ou se modificar. Somente nos casos em que houver modificação é que poderemos, segundo Piaget, dizer que houve acomodação. Utilizando o exemplo anterior, podemos problematizar os estados físicos sólido, líquido e gasoso de forma mais complexa, levando em conta o grau de movimentação das partículas constituintes da matéria e a energia cinética produzida por esta movimentação.

Esta nova estruturação cognitiva requer domínio do conhecimento da ciência química no processo de elucidação, e só por meio dela é possível modificar o organismo (modificar a mente em relação ao que antes era conhecido). Uma vez acomodado, o novo

conhecimento do organismo é modificado. Não há acomodação sem assimilação, e só a acomodação pode conduzir ao constructo de novos esquemas de assimilação.

O equilíbrio entre acomodação e assimilação é a *adaptação* à situação. Experiências acomodadas dão origem, posteriormente, a novos esquemas de assimilação e um novo estado de equilíbrio é atingido. Novas experiências, não assimiláveis, levarão a novas acomodações e a novos equilíbrios (adaptações) cognitivos. Este processo de *equilíbrio* prossegue até o período das operações formais e continua, na idade adulta, em algumas áreas de experiência do indivíduo (MOREIRA, 1999, p. 100 - grifos do autor).

O desenvolvimento da criança é um processo que passa por reequilibrações e reestruturações sucessivas. Basta tentarmos perceber como o brincar agrega similaridade às relações sociais que temos na fase adulta. Dirigir um carrinho de brinquedo, por exemplo, pode acomodar sonoramente o barulho de um carro de verdade (realizado com sons da própria boca), pode acomodar a percepção da necessidade do carro nas relações de trabalho (caçambas capazes de carregar terra), e todas essas acomodações geram modificações nos esquemas que até então essa criança tinha no trato com a realidade.

Estes esquemas de assimilação vão evoluindo à medida que a criança se desenvolve mentalmente. Na fase adulta, são bem mais complexos, o que fez Marie Curie no campo da radiatividade e Ernest Rutherford em relação à estrutura atômica, por exemplo, nos remete a esta complexidade, em que esquemas de assimilação se transformaram em importantes teorias.

Toda atividade, afirma Piaget, envolve tanto a assimilação como a acomodação, pois “se há muita assimilação, não há uma nova aprendizagem; se há muita acomodação (ou seja, mudança), o comportamento torna-se caótico” (LEFRANÇOIS, 2009, p. 245). O balanço entre elas, Piaget chamou de equilíbrio.

Este balanço é analogamente descrito por Piaget por meio de duas atividades, o Brincar e o Imitar. O Brincar, com preponderância assimilativa, e o Imitar como atividade primariamente acomodativa. Esta diferenciação é particularmente importante porque a imitação faz com que os repertórios comportamentais da criança se expandam e comecem a ser interiorizados, sendo a interiorização o processo por meio do qual atividades e eventos do mundo real adquirem representação mental, e esta ação de representar mentalmente possibilita à interiorização o status de base da aprendizagem cognitiva.

Outro conceito importante analisado por Piaget é a inteligência. Para ele, a inteligência não é estática, como havia sido proposto pela Gestalt, mas algo que se modifica, que existe na ação. Sua definição passa primordialmente pela interação com o

ambiente, pois essas interações envolvem equilíbrio entre assimilação (incorporação dos aspectos do ambiente à aprendizagem prévia) e acomodação (mudança comportamental diante das demandas do ambiente).

O desenvolvimento das estruturas cognitivas (esquemas e operações) é o principal produto dessa interação, e isto reflete no comportamento (conteúdo). Há uma subordinação da inteligência à capacidade de adaptação. Quanto mais adaptado, melhor foi a interação com o ambiente, maior foi o desenvolvimento das estruturas cognitivas, as quais atingiram relevante mudança de comportamento. Isto é ser inteligente!

Portanto, podemos concluir que se houve acomodação, certamente houve a adaptação dos conhecimentos, ou seja, se o estudante muda seu comportamento diante do novo conhecimento, houve, sim, adaptação, e o seu trabalho como professor valeu a pena.

3 METODOLOGIA

3.1 Metodologia da Pesquisa

Esta é uma investigação sobre aprendizagem, pautada em evidenciação de constructos prévios que direcionaram ações de ensino intervencionais, buscando mediar a evolução dos esquemas de assimilação sobre os conceitos de ácidos e bases, ensejando conduzi-los, quando possível, a acomodações. A interpretação dos resultados foi feita de forma qualitativa, mesmo com utilização de dados quantitativos.

Os métodos qualitativos valorizam a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo (Pereira et al., 2018). Características como coleta direta de dados preferencialmente descritivos em ambiente natural (escola, universidade) traduzem a investigação proposta neste trabalho, e corroboram com seu caráter qualitativo.

O método empregado aqui tem maior capilaridade com as concepções da pesquisa-ação, dado que visa fazer um diagnóstico fundamentado dos fatos para se alcançar uma mudança intencional no comportamento dos indivíduos ou de uma fração da população estudada, neste caso, alunos de ensino médio, e propor a ação saneadora ao problema enfrentado (CHIZZOTTI, 2006).

A intenção de promover a aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases nesta pesquisa foi explorado com recursos potencialmente eficazes, como experimentação, associação de conhecimentos a produtos conhecidos pelos alunos, aula dialógica,

condução de alunos ao manuseio de materiais com utilização de técnicas específicas e conclusões baseadas em resultados observáveis. Esta intenção faz da pesquisa uma ação de mudança da realidade, podendo desta forma ser qualificada como pesquisa-ação.

Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base em práticas executadas em estreita associação com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (SILVA et al, 2020, p. 6).

A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática. Uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela se procura intervir na prática de modo inovador no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto (ENGEL, 2000).

Bogdan e Biklen (1994) sugerem um espírito prático na escolha da investigação, assim como da forma de coletar dados. Uma investigação sobre aprendizagem tem, pela própria inerência ao tema, necessidade de situações que a favoreçam, e a escola representa um dos melhores lugares para desenvolvimento dessas situações, dado que resguarda a formalidade do processo de ensino-aprendizagem e a participação ativa e consensual dos sujeitos envolvidos no processo.

3.2 Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa se deu em uma escola pública estadual do município de Barra do Garças - MT, com estudantes do terceiro ano, período noturno. Durante uma semana (5 dias, 20 horas/aula) foi desenvolvida uma oficina de química, com participação consentida dos alunos, da coordenação, direção e da professora de química responsável pela turma.

Os procedimentos de coleta de dados envolveram dois momentos da oficina: avaliação diagnóstica no primeiro dia e avaliação da aprendizagem no último dia de aula. Na avaliação diagnóstica, os dados foram registrados por meio de diálogos não formais e não elaborados previamente, gravados e, posteriormente, transcritos para análise, e na avaliação da aprendizagem por meio de respostas escritas a questões previamente elaboradas, seguindo o padrão de questionamento da avaliação diagnóstica.

A avaliação diagnóstica foi aplicada com objetivo de revelar os esquemas de assimilação dos alunos em relação à utilização das vidrarias de laboratório que seriam utilizadas na prática de titulação ácido-base, prevista no planejamento da oficina, e

também para uma percepção inicial nossa sobre os esquemas de assimilação dos alunos em relação aos conceitos de ácido e base. A escolha pelos diálogos se deu em função da possibilidade de captação de ideias, naturalmente expressadas pela fala, de modo a qualificar melhor os esquemas de assimilação pretendidos por nós.

Devido à característica das falas, manifestadas na informalidade de uma conversa em laboratório, optamos pela transcrição não literal. Algumas falas foram adaptadas para uma melhor leitura na língua escrita, sem alterar o sentido empregado pelo falante. O conjunto desses falantes foram alunos e alunas, mas na transcrição dos diálogos optamos por classificá-los apenas como Aluno 1, Aluno 2..., Aluno 20, de modo a ocultar melhor a identificação de quem verbalizava.

Os diálogos foram promovidos em torno de dois tipos de situações. Na apresentação das vidrarias de laboratório priorizamos o questionamento “*Como você interage com este material?*”. E em relação às diferentes substâncias encontradas no cotidiano dos alunos, questionamos: “*Na opinião de vocês, essa substância tem caráter ácido ou básico?*”. As vidrarias utilizadas foram: pipeta graduada e pêra de sucção, béquer, Erlenmeyer e bastão de vidro, balança semi-analítica e termômetro digital; as substâncias: vinagre, água sanitária, leite de caixinha e refrigerante sprite, leite de magnésio e fermento em pó.

Onze estudantes responderam à avaliação final. Esta avaliação teve dupla função, qualificando ao mesmo tempo o ensino e a aprendizagem no bojo da oficina, além de, por meio dela, ter sido possível verificar se houve evolução dos esquemas de assimilação dos alunos para os conceitos de ácido e base inicialmente revelados na avaliação diagnóstica.

As questões pautaram-se nas solicitações: (Questão 1) *Classifique os produtos abaixo em ácido ou básico e explique o porquê da sua classificação.* Na sequência, (Questão 2) foram apresentadas oito imagens de produtos do cotidiano (nosso e dos alunos) e, ao lado de cada uma delas, outra imagem utilizando linguagem química, em geral uma equação química de dissociação iônica do principal componente de cada substância, capaz de conferir a ela o seu caráter ácido ou básico. Nos resultados, essas imagens estão destacadas antes de cada análise acerca das respostas dos alunos. Os produtos utilizados foram: água sanitária, vinagre, detergente, água mineral gasosa, leite de caixinha, refrigerantes, leite de magnésio e limão.

A análise foi feita com base nos conceitos piagetianos de assimilação, acomodação e adaptação. O quadro 1 a seguir detalha as três concepções empregadas.

Quadro 1: categorias de análise das avaliações empregadas

TEÓRICO	CATEGORIAS PIAGETIANAS	ENFOQUE DA ANÁLISE
Jean Piaget	Assimilação	Reconhecimento e interpretação do aluno com base em aprendizagem e compreensão prévias. A análise deve identificar os esquemas e qualificá-los antes e depois, observando se houve modificação.
	Acomodação	Esquemas de assimilação modificados como produto daquilo que foi ensinado. Apontar a evolução (entenda evolução como não sabia antes e agora sabe de modo que o conhecimento agora é melhor que antes) conceitual. Identificada a evolução conceitual, argumentar sobre quais desses conceitos foram efetivamente acomodados (neste caso aprendidos).
	Adaptação	O equilíbrio entre acomodação e assimilação é a adaptação à situação. Avaliar a adaptação aos procedimentos experimentais a que foram submetidas e o quanto esta adaptação representa evolução de seus esquemas de assimilação em aulas práticas. Avaliar adaptação ao conhecimento dos conceitos de ácidos e bases em geral.

4 RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 Esquemas de assimilação revelados na avaliação diagnóstica

Como já expressado na metodologia, os resultados que apresentamos aqui são análises de duas avaliações realizadas em meio a uma ação de ensino, dentro de uma oficina de química: avaliação diagnóstica e avaliação da aprendizagem. A análise das duas foi orientada pela busca de esquemas de assimilação e pela percepção da evolução desses esquemas como consequência da ação de ensino empreendida por nós. A seguir, apresentamos os diálogos que caracterizaram o produto da avaliação diagnóstica e, na sequência, nossa análise.

DIÁLOGO 1: Assimilação de uma pipeta graduada e pêra de sucção

Informação inicial: o pesquisador pega uma pipeta graduada e coloca na mão do aluno.

Pesquisador: A pergunta que eu vou fazer é a seguinte: como você interage com este material? Você está num laboratório de química.

Com a pipeta em mãos, o aluno responde:

Aluno 1: Interage, como assim?

O pesquisador então repete a pergunta para o aluno.

Aluno 1: colocar alguma coisa aqui dentro, uai! Colocar alguma coisa, um líquido.
 O pesquisador chama um segundo aluno e diz:
 Pesquisador: Ele falou que isso aqui é para colocar um líquido. Você concorda?
 Aluno 2: Não.
 Pesquisador: Então como você interage com este material (pergunta direta para o aluno 2?)
 Aluno 2: Tem que ter tipo... tem que ter um copinho, não era? Não... era meio que um daqueles ai, ó... que é pra passar... que é pra dividir... ahhh meu Deus... pra ver a quantidade, esse negócio!
 Pesquisador: Pra ver a quantidade de que?
 Aluno 2: Do elemento.
 Pesquisador: ... do elemento?
 Aluno 1: Nitrogênio, óhhh!
 Nesse momento o pesquisador pega na mão uma pêra e pergunta:
 Pesquisador: E isso aqui? Vocês dois.
 Aluno 1: Acho que é uma bomba. Tipo assim, uma bomba para impulsionar um motor pra frente.
 Pesquisador: Se eu colocar isso na ponta daquilo (se referindo a colocar a pêra na ponta da pipeta)? Serve pra que?
 Aluno 1: Vixe, daí eu não sei não!
 Aluno 3: Uai, para colocar pressão aí (resposta sussurrada por um aluno que não havia sido chamado)
 Nesse momento o pesquisador chama outro aluno que havia iniciado uma resposta sobre o procedimento inerente à pêra na ponta da pipeta.
 Pesquisador: Vem aqui e faz o que você falou.
 Aluno 4: Ó, vou pegar e fazer assim! Quando você aperta você meio que prende a pressão e quando você solta ela suga o líquido.
 Pesquisador: ok.

Os esquemas de assimilação para a pipeta graduada e pêra de sucção evidenciaram boa percepção dos alunos quanto à função de cada um. Embora nenhum deles soubesse utilizá-los sem ajuda, suas adaptações ao uso dos dois foi rápida, sugerindo acomodação de novas informações aos esquemas inicialmente revelados.

DIÁLOGO 2: Assimilação de um béquer

O pesquisador confere na lista de presença, chama um aluno e faz a pergunta. Ele está com o béquer na mão.
 Pesquisador: De que maneira a gente trabalha com isso no laboratório?
 Aluno 5: Para medir....
 Pesquisador: Medir... em que proporções?
 Aluno 5: Medir alguma coisa, pesar um elemento aqui dentro.
 Pesquisador: Como você acha que se chama essa vidraria?
 Aluno 5: Copinho.
 Pesquisador: Eu também achava isso no início da graduação, mas, de formar geral, serve para isso, pesar sólidos, diluir substâncias e se chama béquer.

Assim como para a pipeta e a pêra, a assimilação do béquer exprime uma ideia de utilização com certa coerência. No contexto das duas falas, a utilização do termo elemento, tanto no diálogo 1 quanto no 2, revela dificuldade de assimilação do conceito de substância. Está implícita nessa dificuldade a ideia de que os esquemas de assimilação dos alunos para ligações químicas e interações intermoleculares estão reduzidos a elementos químicos, assim como aparecem na tabela periódica.

DIÁLOGO 3: Assimilação de um Erlenmeyer e Bastão de Vidro

Com o Erlenmeyer e Bastão de Vidro em mãos o pesquisador questiona:
 Pesquisador: Para que serve isso aqui? Como é o nome? Você já viu? Como acha que funciona?

Aluno 6: Isso aqui serve paraaaaaa...
Pesquisador: Você não tem que se preocupar com a resposta exata, é o que acha que é!
Aluno 6: Ah, deixar o líquido aí dentro, sei lá... para ir misturando as coisas.
Pesquisador: E esse aqui? (sobre o bastão de vidro).
Aluno 6: Eu não sei nem falar pra que serve! Ele é simples...
Pesquisador: Mas o que ele parece?
Aluno 6: Mexer, sei lá!
Pesquisador: O nome dessa vidraria é bastão de vidro e a gente usa para transferir líquidos, para mexer soluções; e esse outro aqui é o Erlenmeyer, que serve para misturar líquidos, aquecer substâncias. Iremos mexer muito com eles durante a semana.

A assimilação de frascos volumétricos seguiu o mesmo padrão de raciocínio com o aluno 6 ao exprimir sua percepção sobre utilização do erlenmeyer e bastão de vidro. O olhar às vidrarias empoderou os alunos a deduções lógicas.

DIÁLOGO 4: Assimilação de uma balança semi-analítica

Apontando para a balança em cima da bancada do laboratório o pesquisador pergunta:
Pesquisador: o que é isso?
Aluno 7: uma balança.
Pesquisador: como você interage com isso?
Aluno 7: você bota um objeto, daí isso vai medir o peso.

Sobre a balança, não houve referência às casas decimais e ao peso máximo. A resposta do aluno 7 revelou um conhecimento acomodado sobre qualquer balança, não especificamente à semi-analítica.

DIÁLOGO 5: Assimilação de um termômetro digital modelo espeto

Com o termômetro em mãos o pesquisador questiona:
Pesquisador: como você interage com esse material?
Aluno 8: Serve para medir temperaturas.
Pesquisador: Qual é a temperatura que o termômetro está acusando?
Aluno 8: 27 graus célsius.
Pesquisador: Você respondeu 27°C, que é a escala que a gente usa no Brasil. Existem outras escalas de temperaturas?
Aluno 8: Existem!
Pesquisador: Quais?
Aluno 8: Fahrenheit e Kelvin.

O diálogo 5 mostrou que os esquemas de assimilação do aluno 8 para termômetro e escalas de temperatura representam acomodações conceituais válidas, mesmo que embora não tenhamos buscado a diferenciação entre as e escalas.

DIÁLOGO 6: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: vinagre

Apontando para uma garrafa de vinagre em cima da bancada o pesquisador pergunta:
Pesquisador: Pessoal, alguém sabe o que é isso aqui?
Alunos (várias respostas): Vinagre
Pesquisador: Na opinião de vocês o vinagre é uma substância ácida ou básica?
Alunos: Áaaaacida!!
Pesquisador: Todos concordam com essa afirmação?
Aluno 9: Tipo assim, ela não é totalmente ácida, mas ela tem substâncias ácidas.
Aluno 10: É ácida, pois quando a gente coloca uma moeda cheia de ferrugem no vinagre ele tira tudo!

Alunos começam a falar todos juntos e o pesquisador chama atenção sobre a observação anterior e pede para que ele fale novamente a sua opinião.

Aluno 10: Se colocar uma moeda enferrujada com vinagre, aí espera um tempo lá, aí começa a ir para cima a sujeira.

Pesquisador: Vai soltando da moeda, né! Isso se chama corrosão! Só o ácido provoca corrosão, ou a base também consegue?

Aluno 10: Vishiii, aí você me complica! Acho que só ácido faz isso, por que base... sei lá.

Pesquisador: A expressão *vai corroer num ácido* é uma coisa que todo mundo escuta. Corrói, queima! Mas é só o ácido que faz isso? A base não faz não?

Aluno 10: Acho que não!

Aluno 11: Eu acho que faz!

Pesquisador: Vamos voltar ao vinagre, ninguém acha que ele pode ser básico? Ou todo mundo acha que é ácido?

Neste momento dois alunos respondem que o vinagre é básico.

Pesquisador: Você? Base. Duas pessoas acham que é base. Eu vou perguntar, então, para que possamos entender como nasce a opinião de vocês, e para a gente entender o que vocês sabem. Por que vocês acham que é base?

Aluno 12: Porque sim!

Aluno 13: Não sei... minha intuição.

Aluno 13: Ah porque ácido, sei lá!

Pesquisador: ... porque ácido ninguém come, por exemplo, e esse aí serve pra comer!?

Aluno 12: É, por isso!

Pesquisador: Voltando ao time dos ácidos, por que vocês acham isso?

Aluno 9: É ácido por que é ácido! Eu não lembro o que é, acho que ácido cítrico.

Pesquisador: Na química, quando a gente afirma que uma substância é ácida, explicamos o porquê disso.

Aluno 9: Ela é acida porque ela tem não sei o que lá da tabela periódica.

Pesquisador: Ela tem o que?

Aluno 9: aaaaa eu esquecii!

Pesquisador: Alguém mais do time dos ácidos quer tentar explicar?

Aluno 10: Eu acho que é uma substância que agride, ataca alguma coisa, sei lá!

Pesquisador: Você acha que é ácido por que agride de alguma forma?

Aluno 9: Porque queima.

Pesquisador: Vinagre queima?

Aluno 10: Porque se colocar no seu olho você chora.

Pesquisador: Os ácidos tem cheiro mais forte que as bases? Ácido pode cheirar?

Aluno 10: Eu acho que ácido não cheira, não pode cheirar.

Neste momento o aluno 9 pega a garrafa de vinagre e se põe a ler o rótulo. Enquanto lê diz:

Aluno 9: É ácido!

Pesquisador: É ácido? Por que? O que você leu aí?

Aluno 9: Os ingredientes.

Pesquisador: Leia para nós!

Aluno 9: Água e conservante, acidez 4%.

Foi possível verificar, no diálogo 6, algumas ideias sobre os esquemas de assimilação dos alunos em relação ao caráter ácido ou básico do vinagre. A primeira delas é a percepção de que o ácido é algo mais nocivo que a base, capaz de corroer uma moeda, que tem cheiro mais forte e capaz de queimar (o olho ou a pele, por exemplo), não atribuindo essas ações à base, talvez por a assimilarem simplesmente como algo contrário ao que é ácido.

Outra ideia expressada é que os elementos da tabela periódica têm representatividade para a classificação da substância em ácida ou básica (*Ela é acida porque ela tem não sei o que lá da tabela periódica* – Aluno 9). Embora tenha sentido quando pensamos em grupos como H_3O^+ e OH^- , esta ideia expressa melhor, como já verificado nos diálogos

1 e 2, esquemas de assimilação que confundem elementos químicos, aqueles da tabela periódica, com substâncias formadas por estes mesmos elementos.

Portanto, na classificação do vinagre como ácido, as explicações apresentadas denotam percepções mais empíricas às científicas por parte dos alunos, que a partir de experiências com esta substância (desenferrujar uma moeda, irritar o olho etc.), assumem sua classificação dessa forma. Os dois alunos que optaram por classificar o vinagre como básico não apresentaram argumentos no diálogo. Nenhum desses esquemas de assimilação representam acomodações a partir dos diálogos produzidos nessa pesquisa.

DIÁLOGO 7: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: água sanitária

Com uma garrafa de água sanitária em mãos o pesquisador pergunta à turma:

Pesquisador: Se trata de uma substância ácida ou básica?

Vários alunos falam simultaneamente. Entre as falas: Ácido, Base, acho que é ácido, vamos beber para descobrir...

Pesquisador: Depois vocês vão formular a respostas próprias de vocês. O que a gente quer agora é saber se vocês têm alguma percepção inicial. Vocês podem ver que alguns de vocês respondem ácido, outros base, e a gente não está respondendo se é ácido ou é básico, só queremos entender a percepção de vocês. Fala minha jovem!

Aluno 14: Base.

Pesquisador: Você está pesquisando no celular aí? Não pode! Assim a brincadeira fica sem graça rsrsrs. Alguns alunos continuam dizendo ácido, e outros básico.

Não foi possível inferir sobre os esquemas de assimilação dos alunos para a água sanitária a partir do diálogo 7. Nenhuma argumentação foi apresentada de modo a qualificar esses esquemas.

DIÁLOGO 8: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: leite de caixinha e refrigerante sprite

Pesquisador: Esse aqui é o leite e aquele o sprite. Qual deles vocês acham que tem caráter ácido ou básico?

Aluno 14: Ácido e ácido. O sprite contém gás e o leite é ácido.

Aluno 15: Ácido é o sprite. Esse leite aí (de caixinha) tem ácido, mas o leite normal, de vaca, não tem! E o sprite tem soda.

Pesquisador: Mas o leite em si é ácido ou básico?

Nesse momento os alunos começam falar simultaneamente sem apresentar justificativas.

Aluno 14: Eu acho que todos os produtos industrializados são ácidos... porque tem que ter um maior tempo de duração, aí coloca os conservantes.

Pesquisador: Você acha que esses conservantes são ácidos?

Aluno 16: Eu acho que não! Esse negócio tem soda cáustica nesse trem aí...

Pesquisador: Soda cáustica é ácida ou básica?

Aluno 16: É ácida.

Pesquisador: Agora vamos para a latinha de Sprite.

Aluno 15: Acho que é ácido por causa do gás que tem nele, e também pelos nutrientes que tem aí dentro, os conservantes e os trem tudo. Porque se não fosse ácido não faria mal para a saúde!

Pesquisador: Então na sua opinião as coisas ácidas fazem mais mal para a saúde do que as coisas básicas?

Aluno 15: Talvez!

No diálogo 8, encontramos certa coerência em relação ao refrigerante em função da presença de gás (*Acho que é ácido por causa do gás que tem nele... – Aluno 15*). No entanto,

vemos novamente a ideia de maior nocividade de ácidos em relação às bases (*Porque se não fosse ácido não faria mal para a saúde!* – Aluno 15), e também a ideia nova que associou a industrialização de produtos à natureza ácida das substâncias que os contêm, provavelmente pela adição de aditivos (*Eu acho que todos os produtos industrializados são ácidos... porque tem que ter um maior tempo de duração, aí coloca os conservantes* – Aluno 14).

Essas ideias expressam esquemas de assimilação com base em percepções de senso comum, formuladas a partir de informações de mesma natureza e origem que os conduziram a atribuir ao ácido a qualidade de mais nocividade que a base.

DIÁLOGO 9: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: leite de magnésio

Logo no início do diálogo sobre o leite de magnésio um aluno questionou os pesquisadores: O que é uma base? vocês ficam falando “ácido ou base”, mas não explicaram o que são cada um.

Pesquisador: A pergunta que ela fez é pertinente! Quem sabe aqui o que é uma base?

Aluno 16: Eu acho que é um ingrediente primário, uma matéria prima. É minha opinião! Básico é aquilo que você usa para fazer outras coisas.

Pesquisador: Embora tenha sentido o que você falou, não é isso! A gente vai falar disso mais adiante, durante a oficina, mas para ajudar vocês a responderem, vamos considerar que básico é o contrário de ácido. Pode ser?

Alunos falam indistintamente ao mesmo tempo!

Aluno 16: É laxante.

Aluno 17: Isso aí não é laxante não, é para queimação, para quando você come alguma coisa.

Pesquisador: foi falado ali uma coisa interessante. Por que as pessoas tomam leite de magnésio?

Aluno 17: Porque ele é antiácido?

Pesquisador: ... porque está com queimação no estômago, não é?

Aluno 18: Então é básico.

Pesquisador: Nós podemos chegar a uma conclusão nova aqui agora. Se o antiácido serve como remédio para uma queimação do estômago, é porque o estômago está ácido, concordam?

Alunos concordam indistintamente, alguns balançando a cabeça, outros sussurrando.

Pesquisador: Então, uma base neutraliza um ácido?

Aluno 17: Eu acho que sim, mas só nesse caso!

Nesse momento o pesquisador contextualiza com uma história de uma pessoa com queimação no estômago em função do excesso de ácido (suco gástrico), e ao final explica que essa pessoa pode aliviar essa queimação tomando leite de magnésio. Após isso pergunta:

Pesquisador: O que é neutralizar, então?

Aluno 18: É aliviar, então!

O diálogo 9 mostra inicialmente que os alunos não operavam cognitivamente o conceito de base. Demos a eles uma informação, que básico é contrário a ácido, e fizemos um novo questionamento, se uma base é capaz de neutralizar um ácido. A ideia, ao final do diálogo, de que neutralizar é aliviar, mostra que a assimilação foi feita apenas para o efeito do antiácido no estômago, e não de forma generalizada.

Seus esquemas de assimilação para leite de magnésio revelam, pelas respostas, alguma experiência com seu uso quando dizem: (*Isso aí não é laxante não, é para queimação, para quando você come alguma coisa* – Aluno 17), e que se trata de um antiácido, portanto, uma base (*Então é básico* – Aluno 18).

O diálogo foi conduzido de modo que, tanto a experiência com o leite de magnésio quanto o próprio caminho do diálogo, contribuíssem para as conclusões dos alunos. Saber que é básico porque neutraliza um ácido representa um esquema de assimilação ainda dependente de outros conhecimentos, preponderantes para se saber porque é básico, o que denota necessidade de novas informações para acomodar esse saber.

DIÁLOGO 10: Assimilação do caráter ácido ou básico de diferentes substâncias: Fermento em pó

Pesquisador: o que é fermento? Serve para que?

Respostas aleatórias: Serve para crescer o bolo.

Aluno 19: São meio que bactérias que provocam o crescimento... do pão.

Pesquisador: Explique melhor. Pode explicar com suas palavras.

Aluno 19: Tipo, você vai fazer o pão, aí você coloca ele junto com a água.

Pesquisador: Exemplo: o pão está descansando e, daqui meia hora ele aumentou de tamanho. Alguém quer explicar este fenômeno!?

Aluno 20: Eu acho que o pão, ele tecnicamente não aumenta o tamanho, acho que ele só expande. Tipo assim, cria ar no meio dele!

Outros alunos: falas indistintas discutindo sobre o crescimento do pão.

Pesquisador: Vamos finalizar. O pão cresce pela ação do pó royal?

Alunos: Não, é pelo fermento!

Pesquisador: Tudo bem, pela ação do fermento. Alguém falou que o fermento é bactéria. E ele falou que cresce pela expansão da massa, mas ele não soube explicar porque a massa expande. Quem está empurrando a massa para que a expansão ocorra?

Alunos respondem de um lado: As bactérias.

Pesquisador: É ácido ou é básico?

Aluno 19: É ácido.

Aluno 20: Vou passar a noite toda pesquisando isso!

Em relação ao fermento, a discussão principal se deu em torno do crescimento do pão. Alguns alunos falaram sobre bactérias como responsáveis pela expansão do pão, outros que isso é feito pelo ar criado dentro dele. Seus esquemas de assimilação, embora não tenham explicado o fenômeno nem os elementos dele (ar e bactéria), sugeriram conhecimentos pertinentes à explicação. Quando questionadas sobre o fermento ser ácido ou básico, o aluno 19 respondeu ácido, mesmo não apresentando nenhuma justificativa pertinente à explicação.

4.2 Esquemas de assimilação revelados na avaliação da aprendizagem

O quadro 2, a seguir, apresenta uma síntese quantitativa da avaliação da aprendizagem (avaliação final) em relação às respostas dos alunos à classificação do caráter ácido ou básico de substâncias do cotidiano. Este quadro oferece ao nosso leitor uma clara visão das imagens e informações oferecidas a eles e da diversidade de julgamentos realizados pelo grupo como respostas à classificação requerida.

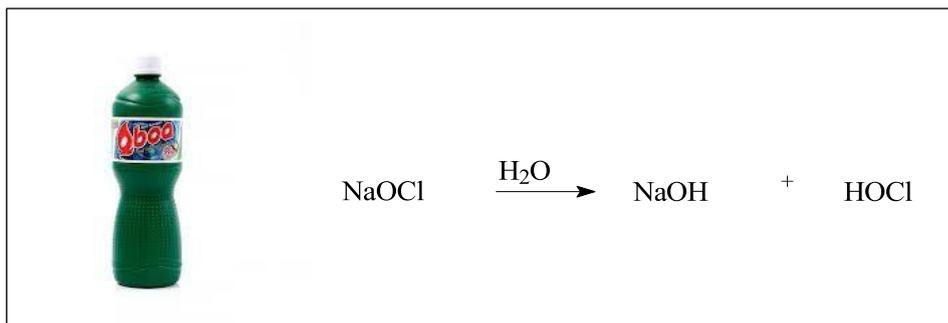
Quadro 2: Quantitativo de respostas dos alunos à classificação de substâncias quanto ao seu caráter ácido ou básico na questão 1 da avaliação da aprendizagem

QUESTÃO PROBLEMATIZADORA	IMAGEM APRESENTADA	IMAGEM QUÍMICA ASSOCIADA AO PRODUTO APRESENTADO	RESPOSTAS DE 11 ALUNOS	
			ÁCIDO	BÁSICO
Classifique os produtos abaixo em ácido ou básico e explique o porquê da sua classificação?	Água sanitária	Nome escrito e Fórmula Molecular do Hipoclorito de sódio	2 alunos, e os 2 justificaram	9 alunos, 3 justificaram
	Vinagre	Fórmula Molecular do ácido acético	11 alunos, 5 justificativas	nenhum aluno
	Detergente	Fórmula Molecular do Dodecil Sulfato de sódio com íons Na ⁺ em destaque	4 alunos, 1 justificativa	7 alunos, 2 justificativas
	Água mineral gasosa	Fórmula Molecular do ácido carbônico	3 alunos, nenhuma justificativa	6 alunos, 2 justificativas
	Leite de Caixinha	Fórmula molecular do ácido láctico	6 alunos, 2 justificativas	5 alunos, 1 justificativa
	Refrigerantes	Fórmula Molecular do ácido carbônico	10 alunos, 2 justificativas	1 aluno, nenhuma justificativa
	Leite de Magnésio	Nome escrito e Fórmula Molecular do Hidróxido de Magnésio	3 alunos, 1 justificativa	8 alunos, 1 justificativa
	Limão	Nome escrito e Fórmula Molecular do ácido cítrico	10 alunos, 3 justificativas	1 aluno, nenhuma justificativa
	Embalagem de bicarbonato de sódio	Fórmula molecular do bicarbonato de sódio	5 alunos, 1 justificativa	6 alunos, nenhuma justificativa

Fonte: autores

A seguir apresentamos as análises a estas questões, em que onze alunos classificaram os produtos água sanitária, vinagre, detergente, água mineral gasosa, leite de caixinha, refrigerantes, leite de magnésio, limão e bicarbonato de sódio quanto ao seu caráter ácido ou básico. Uma justificativa foi requerida para que o aluno explicasse sua escolha.

Imagem 01: Água Sanitária (hipoclorito de sódio)



Fonte: google

Nessa questão, foi disponibilizada uma imagem do vidro de água sanitária da marca Qboa, e ao lado do nome água sanitária a frase entre parênteses hipoclorito de sódio (imagem 01). A equação de dissociação iônica do hipoclorito de sódio em água também estava na questão.

As respostas dadas podem ser divididas em dois grupos: alunos que justificaram e alunos que não justificaram. Seis dos onze alunos responderam apenas com as palavras ácido ou base, e outros cinco alunos justificaram ou tentaram justificar a escolha. Entre eles, dois alunos disseram que o hipoclorito de sódio presente na água sanitária é ácido e outros nove que é uma base.

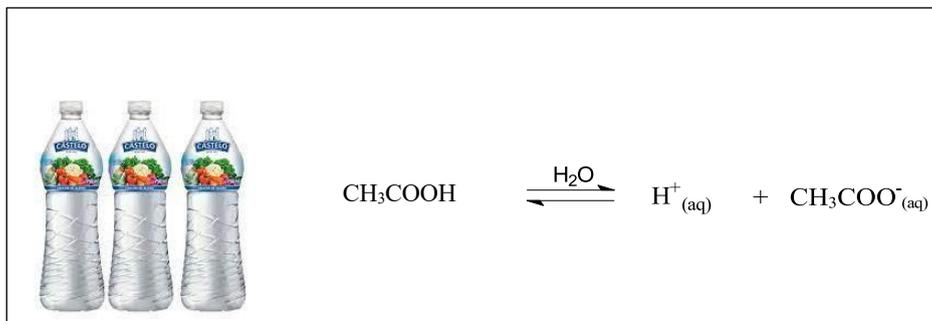
Os dois que responderam ácido justificaram dizendo: “*por ser forte e corrosivo e porque é uma mistura forte, que queima*”. Mesmo com palavras diferentes, ambos mostraram que suas interpretações têm o mesmo sentido, ou seja, seus esquemas de assimilação associam o ácido como algo mais forte que a base, e que somente o ácido é corrosivo. Essas concepções denotam pouco aproveitamento das atividades teórico-práticas desenvolvidas na oficina, pois todas elas foram planejadas e desenvolvidas de modo a corroborar com a superação do senso comum dessa associação.

No grupo dos que optaram em responder com a palavra base, ou básico (nove alunos), apenas três justificaram. Um aluno escreveu “*Ácidos liberam H^+ e Base OH^-* ”. Outro aluno destacou a palavra base na sua resposta e ligou uma seta saindo dela no sentido do grupo OH do Hidróxido de Sódio na equação destacada, circulando este grupo. O terceiro aluno escreveu *Base, pois a água neutraliza o ácido*.

A classificação correta de nove alunos (aproximadamente 82% deles) escolhendo básico à ácido, e as três justificativas apresentadas neste grupo sugerem que a maioria deles está assimilando a diferença entre ácido e base a partir da evidenciação dos grupos H^+ e OH^- . Vê-los na equação pode ter sido preponderante para o maior acerto, mesmo as

justificativas não apresentando argumentação sólida. As questões seguintes elucidam se essa aprendizagem foi por este caminho ou não.

Imagem 02: Vinagre



Fonte: google

A imagem da equação de dissociação iônica do ácido acético em água foi associada à imagem do vinagre nesta questão (Imagem 02). Aqui, todos os alunos responderam que a substância vinagre é um ácido; cinco dos alunos justificaram suas respostas. Portanto, não houve nenhuma resposta dizendo que o vinagre é base/básico.

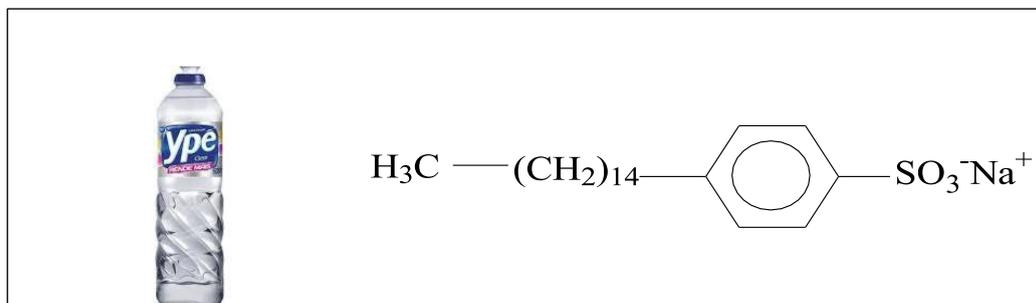
Dois dos alunos justificaram suas respostas escrevendo: “*Por ter álcool e porque é forte*”. Outro aluno disse: “*porque liberam íons positivos H^+* ”, e outros dois escreveram apenas a palavra ácido. Um deles ligou uma seta saindo desta palavra no sentido do H^+ na equação destacada, circulando este H^+ ; o outro escreveu ácido e sublinhou o H^+ na equação.

Nesta questão, considerando as respostas dadas, já é possível perceber que os esquemas de assimilação para ácidos e bases dos alunos seguiram na mesma linha de identificação, conforme apontou a análise para a água sanitária, ou seja, priorizando a diferenciação entre os grupos H^+ e OH^- . Perceptualmente, o que ficou da tentativa de aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases representa uma dependência da imagem dos grupos H^+ e OH^- associados à substância que solicitamos que fosse classificada.

Os alunos pensam o conceito de ácido como se fossem palavras: conter hidrogênio. Fato de particular importância no que diz respeito à falência do ensino de Química no ensino médio, pois aparentemente não relacionam estas palavras escritas com as partículas que formam os ácidos e tampouco relacionam H^+ com $-\text{COOH}$ (de fato, nenhum estudante representou a ionização dos ácidos inorgânicos; $\text{HX} \rightarrow \text{H}^+ + \text{X}^-$; ou da carboxila; $-\text{COOH} \rightarrow -\text{COO}^- + \text{H}^+$), o que claramente mostra que os conceitos foram apenas decorados e não assimilados e, provavelmente, menos ainda incorporados na estrutura cognitiva dos sujeitos (OLIVEIRA, 2000, p. 42).

Portanto, mesmo os onze alunos tendo respondido corretamente que se trata de uma substância ácida, e mesmo com base nas justificativas dadas por cinco alunos, não podemos afirmar, ainda, que houve acomodação dos conceitos em questão.

Imagem 03: Detergente



Fonte: google

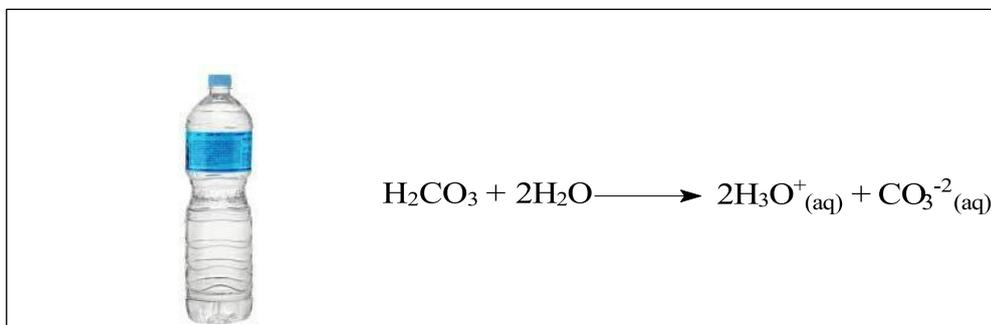
Nessa questão, foram disponibilizadas as imagens de um vidro comercial de detergente da marca Ypê e, ao lado dela, a imagem da estrutura química do detergente (fórmula estrutural ionizada). Quatro alunos responderam que a substância é ácida, um deles justificou, e sete alunos responderam que se trata de uma substância básica, dois entre eles com justificativa. O aluno que respondeu que o detergente é um ácido escreveu na sua justificativa: “*porque na ionização ela libera H^+* ”.

Como não há imagem de H^+ na equação associada ao detergente, é possível que esse aluno tenha tomado o Na^+ pelo H^+ (íon sódio pelo íon hidrônio), evidenciando-nos um esquema de assimilação que associa à carga positiva ao símbolo de qualquer elemento e, neste caso, se assim for, será ácido. Novamente, temos confirmação de que os esquemas de assimilação para ácidos e bases dos alunos dependem de imagens, prioritariamente dos grupos H^+ e OH^- , e que é possível que qualquer imagem simbólica de elementos químicos com carga sobrescrita é suficiente para, quando for positiva a carga, ser um ácido e, ao contrário, ser básico.

Os dois alunos que responderam base justificaram escrevendo: “*Por mistura de sabão etc e mistura de sabão*”. Não há argumentação nessas justificativas capaz de alcançar relação com aquilo que foi ensinado, pois trata-se de um esquema de assimilação desconexo com o sentido dado ao conceito ao longo da oficina. A classificação correta de sete alunos (aproximadamente 64% deles) não apresentou elementos por meio dos

quais pudéssemos realizar uma avaliação mais elucidativa de seus esquemas de assimilação.

Imagem 04: Água mineral gasosa



Fonte: google

Nessa questão, foram disponibilizadas aos alunos uma imagem de uma garrafa de água mineral e, ao lado dela, outra imagem da equação de dissociação iônica do ácido carbônico em água e seus íons hidrônio e carbonato. Tiveram três grupos de respostas: os alunos que responderam ácido, os que responderam base e outros que responderam neutro. Dois alunos responderam neutro, um deles justificou dizendo: “*ele não reage*”. Essa ideia (não reage) pode ter encontrado a opinião deste aluno em função da dificuldade de leitura e interpretação da equação, mas é difícil dizer.

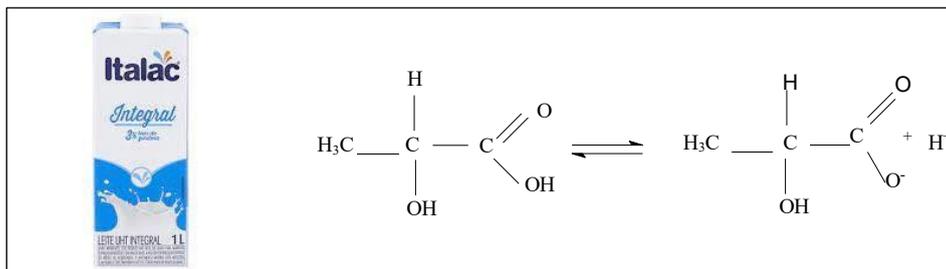
Seis alunos responderam que é uma substância básica e dois deles justificaram dizendo: “*por ser natural e não contém ácido na água, a não ser a com gás*”. A ideia de água não ácida e não básica (portanto neutra) é forte na concepção dos alunos. Eles não especificam em que condições, e suas opiniões provavelmente são da memória que têm de falas de professores. A ideia anterior (não reage) talvez caiba neste julgamento, ou seja, se é neutra, não reage.

A ideia que associa a *água natural* a sua basicidade pode ser em função de que o ácido, na concepção dos alunos, é algo mais nocivo que a base. Cabe nesta análise a percepção nossa de que os alunos veem substâncias naturais como algo menos nocivo. E a outra ideia (não contém ácido na água, a não ser a com gás), vemos como um esquema de assimilação construído a partir de nossas explicações, dado que em vários momentos verbalizamos que o gás da água mineral é o ácido carbônico.

A contradição é que, mesmo sabendo que a água gasosa contém ácido, este aluno respondeu que se trata de uma substância básica. Por fim, três alunos responderam ácido

(aproximadamente 27,3% deles), mas não justificaram, indicando escolhas, embora corretas, sem elementos para qualificação de aprendizagem.

Imagem 05: Leite de caixinha



Fonte: google

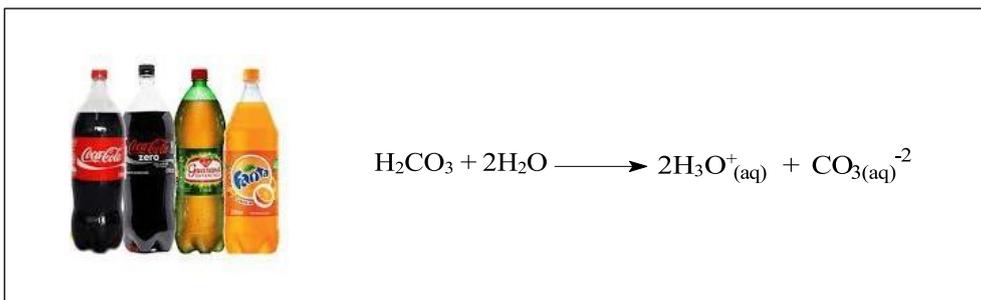
Em relação ao leite de caixinha, destacamos ao lado da imagem da caixinha de leite da marca Italic a equação de dissociação iônica do ácido láctico como subsídio complementar de julgamento do aluno. Cinco alunos responderam com a palavra base, e apenas um deles justificou escrevendo: “*Porque não tem ácido na sua composição*”.

Esta resposta confere ao esquema de assimilação deste aluno duas interpretações nossas: ele não compreendeu que o leite pode conter ácido láctico produzido a partir do processo de quebra de açúcares presentes nessa substância, resultando nos íons lactato e hidrônio, resultando em diminuição de ph, e também não observou o íon H^+ evidenciado na equação, por meio do qual poderia ter realizado um julgamento pela própria imagem.

Entre os que responderem que o leite é ácido (seis deles), apenas dois justificaram dizendo: “*Por ter vários conservantes e porque contém vários conservantes no leite*”. Esta interpretação mostra que os esquemas de assimilação relacionam o fato de ter conservantes com a acidez da substância. Novamente, vemos um julgamento de senso comum, de que os conservantes atribuem acidez às substâncias.

Portanto, os alunos que responderam corretamente (aproximadamente 55,55% deles) não foram assertivos em suas justificativas, necessitando de melhores intervenções de ensino de modo que esses esquemas de assimilação adquiram elementos que os conduzam a uma acomodação em relação aos conceitos de ácido e base.

Imagem 06: Refrigerantes



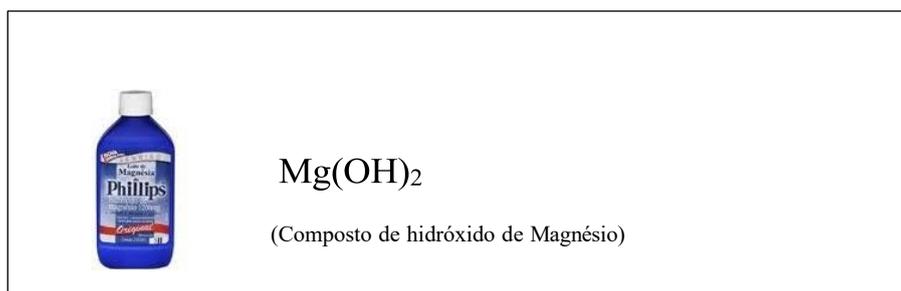
Fonte: google

Aos refrigerantes, assim como na água gasosa, associamos a imagem de uma equação mostrando a dissociação iônica do ácido carbônico em meio aquoso. Sobre o refrigerante, apenas um aluno afirmou que o produto se tratava de uma base, o qual não justificou.

Outros dez alunos responderam com a palavra ácido, dois deles justificaram, sendo as justificativas similares. Uma delas diz: “*ácido porque tem gás e tudo que tem gás é ácido*”. Outra justificativa foi: *contém gás e conservantes*, indicando um julgamento empírico, talvez baseado na percepção dessa acidez por meio da experiência que tiveram/têm com o uso e consumo de refrigerantes.

Achar que tudo que tem gás ou conservante é ácido revela esquemas de assimilação baseados em senso comum. É muito comum dizer que refrigerantes são ácidos, mas não porque sabemos explicar a presença dessa acidez, e como já mencionado antes, muitos desses alunos julgam ácidos os conservantes pela ideia de nocividade de ambos, tanto dos refrigerantes quanto dos conservantes.

Imagem 07: Leite de Magnésio



Fonte: google

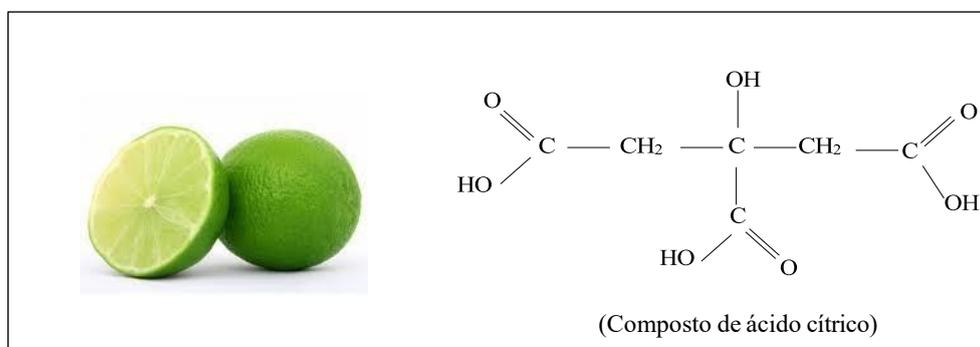
Ao leite de magnésio, associamos a fórmula molecular do Hidróxido de magnésio e escrevemos, logo abaixo da fórmula, a frase *Composto de hidróxido de magnésio*. Nesta avaliação final, oito alunos escreveram que o leite de magnésio é uma base e apenas um

justificou dizendo: *base porque ele neutraliza o ácido*. Isso foi dito durante os diálogos iniciais, momento em que nós comentamos aos alunos que o leite de magnésio tinha o poder de aliviar a queimação do estômago, neutralizando o excesso de ácido, dessa forma, é provável que esse aluno tenha tido a memória deste momento.

Outros três alunos marcaram ácido e um aluno justificou dizendo: “*pela ação que ele tem de aliviar o queimar*”, também fazendo referência a mesma discussão citada anteriormente, mas aqui realizando um julgamento equivocado quanto ao sentido dos conceitos de ácidos e bases.

Embora tenhamos disponibilizado a fórmula molecular de um Hidróxido, em que o grupo OH aparece com destaque, nenhum dos que justificou optou pelo julgamento a partir da imagem. Isto indica que, embora a imagem tenha alcançado um status relevante para a classificação requerida (ácido ou básico), é mais forte a significação quando os critérios de basicidade e acidez aparecem em contextos cotidianos, como neste caso, mesmo que a significação tenha sido equivocada, como no caso do aluno que classificou o leite de magnésio como ácido, imaginando que assim ele o é pela sua ação de aliviar o queimar.

Imagem 08: Limão



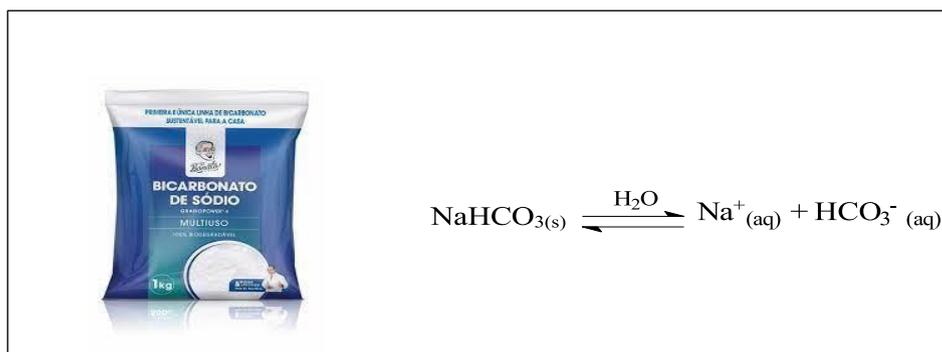
Fonte: google

Essa classificação talvez tenha sido a mais fácil de todas, por um lado pela percepção empírica da acidez do limão, por outro pela imagem disponibilizada ao lado da imagem do limão (fórmula estrutural do composto de ácido cítrico acompanhado da frase escrita *Composto de ácido cítrico*, logo abaixo da fórmula).

Dez de onze alunos escreveram ácido, dois deles apresentando as seguintes justificativas: *ácido porque tem o ácido cítrico e porque limão é natural*. O aluno que respondeu básico não justificou. A primeira justificativa representa uma escolha muito provavelmente alicerçada na presença da palavra ácido na imagem disponibilizada; a

segunda (*porque limão é natural*) é uma classificação contraditória em relação a ideia de que coisas naturais são básicas, defendidas em questões anteriores. Em nossas análises, julgamos que os alunos classificaram coisas naturais como básicas em função da ideia de nocividade que atribuem aos ácidos, no entanto, o que vimos aqui foi exatamente o contrário,

Imagem 09: Bicarbonato de sódio



Fonte: google

Associado à imagem da embalagem de bicarbonato de sódio, disponibilizamos uma equação mostrando a dissociação iônica deste composto em meio aquoso, produzindo íon sódio positivo e íon bicarbonato negativo. Houve um equilíbrio de opiniões, em que cinco alunos optaram pela classificação ácido, com duas justificativas, e seis pela classificação básico, nenhum deles justificando.

As justificativas anotadas pela classificação ao caráter ácido diziam: “*pelos vários componentes e ação que ele tem*”. A primeira justificativa (*pelos vários componentes*) revela um esquema de assimilação produzido a partir do olhar à quantidade de elementos químicos diferentes no bicarbonato, quatro ao todo; a segunda (*ação que ele tem*) talvez tenha associação ao fato de, em meio aquoso, o bicarbonato produzir borbulhamento com liberação de gás, similar ao refrigerante quando agitado e, se for isso, trata-se de um julgamento empírico, de um esquema de assimilação que associou liberação de gás ao seu caráter ácido.

A seguir, apresentamos, no Quadro 3, uma síntese das respostas dadas pelos onze estudantes sobre como utilizam ou interagem com as vidrarias Béquer, Erlenmeyer, Pipeta graduada, Pêra de Sucção, Bureta, Suporte Universal, Garra, Balança Semi-analítica e Bastão de vidro.

Estas vidrarias foram utilizadas em procedimentos práticos com esses alunos, e algumas delas foram objeto de verificação de assimilação na avaliação diagnóstica. Esta nova verificação, aqui na avaliação final, foi para reavaliar estes esquemas de assimilação.

Quadro 3: Síntese das respostas dos alunos em relação a forma como interagem com diferentes vidrarias de laboratório.

QUESTÃO PROBLEMATIZADORA	IMAGEM APRESENTADA	SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS 11 ALUNOS
A seguir, estão destacadas algumas imagens de vidrarias de laboratórios que utilizamos ao longo desta semana. Explique novamente como você interage com estes materiais. No laboratório, como você as utilizaria?	Béquer	As respostas, em sua maioria, fazem referência a medição, não especificamente medição de líquidos. Alguns relacionaram a utilização do béquer de forma específica ao experimento realizado com eles (titulação).
	Erlenmeyer	Em geral, as repostas referiam-se à mistura de substâncias, como mistura de solvente e soluto. Foram citadas em algumas respostas a utilização dessa vidraria no experimento de titulação ácido-base, em que foi-se apontado que "recebe gotas que a bureta libera, até atingir a cor que queremos".
	Pipeta graduada	Praticamente todas respostas fez referência a medição e transferência de líquidos de um recipiente para outro. Em outras poucas repostas, alunos fizeram menção a "medida certa/exata".
	Pêra de Sucção	De um modo geral, as respostas foram relacionadas a sucção e liberação de líquidos, mencionado em algumas respostas que: "é usada na pipeta para sugar e liberar líquidos". Em outra resposta, foi relacionado à proteção de quem manuseia a vidraria, fazendo relação com a forma correta de manuseio.
	Bureta	Em sua maioria, as respostas associaram este material ao experimento de titulação ácido-base; disseram que a bureta é utilizada junto com a garra e suporte universal, fazendo a liberação de gotas de substâncias líquidas que cai no Erlenmeyer. Referiram-se também à aferição da dosagem correta de determinado volume.
	Suporte Universal	Referiram-se a este material, em sua maioria, apenas como suporte da bureta, tomando sua função pela verificação que fizeram visualmente do experimento de titulação.
	Garra	Sobre a garra, escreveram que serve para segurar vidrarias, mas não deixando de fazer referência à bureta, conforme verificaram visualmente no experimento de titulação.
	Balança Semi-analítica	A maioria fez referência a pesar alguma coisa (massa, sólidos etc.). Um dos alunos escreveu "para pesar abaixo de 50 gramas".
	Bastão de vidro	Foi identificado pelas respostas como uma vidraria de mexer soluções e líquidos. Dois alunos não responderam a esta questão.

Pelas respostas, ficou perceptível a relevância dos procedimentos de titulação ácido-base em suas respostas, haja vista que, para eles, foi como se tais vidrarias tivessem apenas as funções específicas do experimento que realizaram. A maior parte deles não conseguiu responder de modo a demonstrar uma assimilação geral e generalizada das funções de cada uma.

Esse padrão de assimilação não é contraditório em relação ao padrão aplicado na classificação de uma substância em ácida ou básica a partir da evidenciação, respectivamente, da imagem de um grupo H^+ ou OH^- . Ambos se tratam de um esquema de assimilação, como nos alertou Oliveira (2008), em que o aluno apresenta uma aprendizagem de um conhecimento ritual, corriqueiro, com apropriação de memorização de discurso sem significado, que será esquecido com o tempo, especialmente ao passar ao próximo conteúdo. Embora sejam evidenciados, nas respostas, elementos que caracterizem uma definição correta, elas não representam acomodações, exatamente porque são sustentam o “aprendizado” fora deste padrão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, foi possível notar que os alunos possuem pouca percepção da linguagem química, destaque para a linguagem envolvida no estudo de ácidos e bases. Esta falta de interlocução dentro da linguagem química limitou os alunos quanto à expectativa de aprendizagem pretendida por nós.

A química, em sua peculiaridade, é de difícil compreensão, com destaque aqui aos conceitos de ácidos e bases, reações, funções e manuseio de vidrarias, cálculos de concentração, titulação ácido base etc, conceitos que evidenciaram a dificuldade dos alunos em fazer assimilações. Mesmo nessa realidade, vimos em alguns o desejo de aprender.

Importante mencionar que por meio da pesquisa foi possível exercitar a desmitificação do ensino e aprendizagem da química com os experimentos utilizando elementos do cotidiano, como na indicação do suco do repolho roxo, que obtiveram a comprovação visual de qual elemento era ácido ou básico. Assim, de maneira lúdica, alcançaram uma melhor compreensão do conteúdo, mesmo estando esta compreensão em nível ainda insatisfatório.

A pesquisa mostrou também o tamanho do desafio do ensino de química em contextos como o apresentado aqui, em escolas públicas em período noturno. Assim sendo, foi comprovado que a superação das fragilidades demonstradas nos processos de assimilação requer consciência e ações político-pedagógicas que integrem os conhecimentos dessa ciência a contextos diversificados de significação, principalmente aqueles em que o aluno tenha efetivas condições de interação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, Dayane. **Bases, o que são? Definição, característica, classificação e principais tipos.** Conhecimento científico, 2020. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.com/bases/>. Acesso em:10/06/2022.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto – Portugal: Porto, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec. p. 67, 2002.

CHASSOT, Áttilio I. **Para que(m) é útil o ensino?** Coleção Educação em Química. 3. ed. – Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais.** Petrópolis-RJ: Vozes, 2006.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed,2007.

DIAS, Munique. **Enem-Funções Inorgânicas: Ácidos e Bases. Aula da Khan Academy.** Blog do enem, 2021. Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/enem-acidos-bases/>. Acesso em:10/06/2022.

ENGEL, G. I. **Pesquisa-ação.** Editora da UFPR, Educar, Curitiba, n. 16, p. 181-191, 2000.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes/Uwe Flick.** Tradução: Magda Lopes. Revisão técnica: Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso, 2013.

FORGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Ácidos. Definições e propriedades dos ácidos.** Manual da Química. Disponível em:<https://www.manualdaquimica.com/quimica-inorganica/acidos.htm>. Acesso em:10/06/2022.

FORGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Bases mais comuns no cotidiano.** Prepara Enem. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/bases-mais-comuns-no-cotidiano.htm>. Acesso em:10/06/2022.

FORGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry.** Mundo Educação. Disponível em:<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/teoria-acidobase-bronstedlowry.htm>. Acesso em:11/06/2022.

GONDIN, Carolyne de Oliveira. **Sequência didática para o ensino de ácidos e bases: da experimentação ao jogo numa abordagem contextualizada.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa,

2017.

LEFRANÇOIS, Guy R. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LISBOA, J. C. F. **QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química**. Revista Química Nova na Escola, v. 37, n. especial 2, p. 198-202, dez. 2015

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MUELLER, E. R., VANIN, L., CARDOSO, G. B. & DANTAS, R. M. P. **Por que a disciplina de Química Geral reprova tanto?** Revista Prática Docente, 5 (1), 2020.

OLIVEIRA, Aline Machado de. **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J. & SHITSUKA, R. **Metodologia de Pesquisa Científica**. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM, 2018.

SANTOS, Luiz Ricardo dos. **Ácidos e bases de Lewis**. Infoescola: navegando e aprendendo. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/acidosebasesdelewis/>. Acesso em: 11/06/2022.

SILVA, JOSÉ RENAN DA. **Química Computacional no Ensino: contribuindo no aprendizado de ligações químicas e Teoria do orbital molecular**. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Caruaru-PE, 2018.

SILVA, Juliana et al. **Estudo da eficácia do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base**. Enciclopédia biosfera, v. 5, n. 7, 2009.

SILVA, Valdenira Carlos da et al. **Didáticas experimentais como ferramenta de ensino nas aulas de química do ensino médio**. Research, Society and Development. 9 (7), 2020.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; SÁ, R. A.; LIMA, R. A.; **O uso de simulações phet no ensino dos conceitos de ácido e base**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.