

## Esquemas de assimilação revelados por estudantes do terceiro ano do Ensino Médio sobre os conceitos de ácidos e bases

Assimilation schemes revealed by third-year High School students about the concepts of acids and bases

Esquemas de asimilación revelados por estudiantes de tercero año de la Escuela Secundaria sobre los conceptos de ácidos y bases

Recebido: 21/06/2023 | Revisado: 04/07/2023 | Aceitado: 05/07/2023 | Publicado: 10/07/2023

**Weverson Júnior Castro Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6862-2378>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: [weversonjunior.c@gmail.com](mailto:weversonjunior.c@gmail.com)

**Eduardo Ribeiro Mueller**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6486-919X>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: [eduardmueller@hotmail.com](mailto:eduardmueller@hotmail.com)

### Resumo

Este trabalho é resultado de uma pesquisa concluída e apresentada 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 completed and presented 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.

### Resumen

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada y presentada en forma de trabajo de conclusión de curso en la enseñanza de la química. Un diagnóstico producido en la unidad escolar donde se realizó la investigación, en el que

las notas de docentes y alumnos revelaron la falta de competencia de los alumnos en los conceptos de ácidos y bases fue su principal justificación. El objetivo fue calificar los esquemas de asimilación de los conceptos de ácidos y bases de los estudiantes involucrados y, a través de una acción didáctica, verificar si hubo una modificación de estos esquemas a acomodaciones. El principal teórico utilizado fue Jean Piaget, de quien derivó las categorías asimilación, acomodación y adaptación, utilizadas para el análisis de los datos. La recolección de datos ocurrió en un ambiente escolar, con estudiantes, en el contexto de un taller de química principalmente práctico que duró una semana completa (20 horas). La metodología utilizada fue cualitativa, y el método de investigación-acción, dado que la intención era intervenir modificando la realidad, en este caso produciendo aprendizaje. Las clases fueron promovidas con una intensa participación de los estudiantes. Los resultados apuntaron a una no adaptación de los estudiantes a los conceptos de ácidos y bases, pues después de una semana de participación efectiva en los experimentos, no demostraron la acomodación mínima que les permitiera realizar inferencias científicas sobre estos conceptos. En el aula, lo más probable es que recuerden solo los grupos  $H^+$  u  $OH^-$ , y en el laboratorio no podrán clasificar un ácido o una base sin que estos grupos estén explicados en la etiqueta de esta manera.

**Palabras clave:** Enseñanza de la química; Esquemas de asimilación; Ácidos y bases.

## 1. Introdução

Este artigo é produto de uma pesquisa desenvolvida em trabalho de conclusão de curso em licenciatura em química da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Araguaia. Ela nasce de um levantamento realizado na mesma escola onde se deu, em que dois professores de química e doze estudantes egressos do ensino médio avaliaram a proficiência dos alunos do ensino médio com base em trinta 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). Tanto alunos como professores indicaram nível de proficiência com aprendizado abaixo da expectativa para os conceitos de ácidos e bases.

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. A abordagem teórica ficou restrita à concepção de ácidos e bases de Arrhenius em função do curto período e da intenção nossa de privilegiar atividades práticas e contextualizadas.

## 2. Fundamentação Teórica

### 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. 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. Fizemos isso nesta pesquisa também! Nas repostas relacionadas a Teoria de Arrhenius este estudo mostrou que,

Em muitas respostas ficou evidente que os estudantes interpretam o conceito de ácido como se os mesmos fossem palavras: conter hidrogênio ou começar com H. 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  $-COOH$  (de fato, nenhum estudante representou a ionização dos ácidos inorgânicos;  $HX \rightarrow H^+ + X^-$ ; ou da carboxila;  $-COOH \rightarrow -COO^- + H^+$ ), o que claramente mostra que os conceitos foram apenas decorados e não assimilados e, provavelmente, menos ainda incorporados na estrutura cognitiva dos sujeitos (Figueira et al, 2000, p. 42).

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 (Figueira et al, 2000). 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, onde 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 atividade considerou esta realidade!

### **Teoria de aprendizagem que fundamentou a avaliação da atividade de ensino: conceitos piagetianos de assimilação, acomodação e adaptação**

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 vão se tornando um meio de assimilação e acomodação.

Piaget define assimilação como a capacidade de reação com base em aprendizagem e compreensão prévias. “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 deixar de ser sólido se transformando 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 o organismo é modificado. Não há acomodação sem assimilação, e só a acomodação pode conduzir o 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 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. “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. Esta interiorização é o processo por meio do qual atividades e eventos do mundo real adquirem representação mental, e esta ação de representar mentalmente dá 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, mas sim 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 que atingiu 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. Este trabalho considerou a premissa de que a aprendizagem é capaz de promover esta adaptação. Portanto, se algum conhecimento não alterar o comportamento do aluno é porque não foi aprendido nem acomodado.

### 3. Metodologia

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 à 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).

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 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 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.

Fonte: Oliveira & Mueller (2023).

## 4. Resultados e Discussão

### 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. Na pesquisa foram apresentados dez diálogos, mas neste artigo trazemos apenas seis.

#### **DIÁLOGO 1: 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 forma geral, serve para isso, pesar sólidos, diluir substâncias e se chama béquer.

A assimilação do béquer exprime uma ideia de utilização com certa coerência. No contexto da fala a utilização do termo elemento revela dificuldade de assimilação do conceito de substância. Está implícita nesta 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 2: 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 3: 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 a peso máximo. A resposta do aluno 7 revelou um conhecimento acomodado sobre qualquer balança, não especificamente à semi-analítica.

#### **DIÁLOGO 4: 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: Áaaaaácida!!

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, ai 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 ai 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 ácida 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 4, 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 têm cheiro mais forte e capaz de queimar (o olho ou a pele, por exemplo). Não atribuem essas ações à base talvez por assimilarem-na 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 ácida 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 à científicas por parte dos alunos, que a partir de experiências com esta substância (desenferujar 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 nesta pesquisa.

#### **DIÁLOGO 5: 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 5 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 contém, 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 senso comum, formuladas a partir de informações de mesma natureza e origem que os conduziram a atribuir ao ácido a qualidade de mais nocivo que a base.

#### **DIÁLOGO 6: 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 6 mostra inicialmente que os alunos não operavam cognitivamente o conceito de base. Demos eles uma informação, que básico é contrário à 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 este saber.

#### 4.2 Esquemas de assimilação revelados na avaliação da aprendizagem

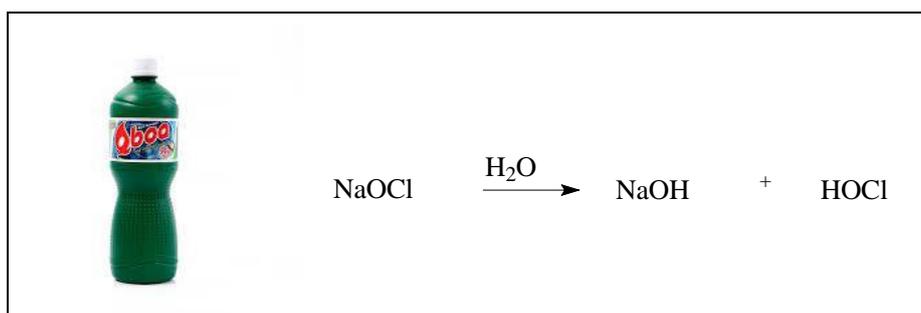
A seguir apresentamos as análises da avaliação da aprendizagem (avaliação final), em que onze alunos classificaram os produtos água sanitária, vinagre, detergente, água mineral gasosa, leite de caixinha, refrigerantes, leite de magnésio, limão e bicarbonato de sódio quanto ao seu caráter ácido ou básico. Uma justificativa foi requerida para que o aluno explicasse sua escolha. O Quadro 2, a seguir, detalha quantitativamente a opção de resposta por ácido ou básico, destacando também, entre elas, o número de justificativas.

**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 <sup>+</sup> 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

\* Nesta questão dois alunos optaram por responder com "neutro" ao invés de ácido ou base. Fonte: Oliveira, & Mueller (2023).

**Figura 1** - Água Sanitária (hipoclorito de sódio).



Fonte: Google 1 (2023).

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 1). A equação de dissociação iônica do hipoclorito de sódio em água também estava na questão.

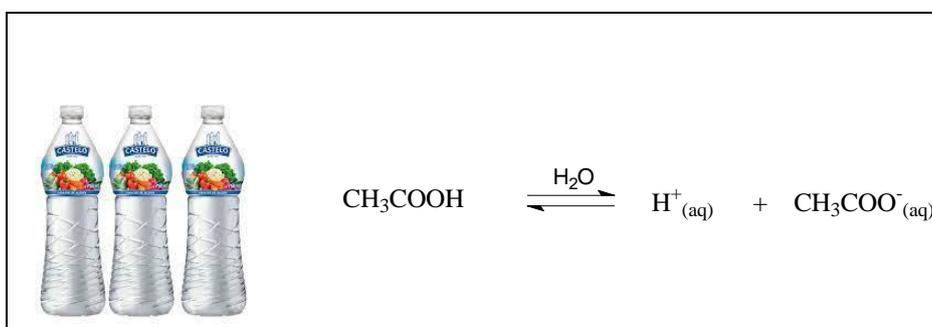
As respostas dadas podem ser divididas em dois grupos: alunos que justificaram e alunos que não justificaram. Seis dos onze alunos responderam apenas com as palavras ácido ou base, e outros cinco alunos justificaram ou tentaram justificar a escolha. Entre eles, dois alunos disseram que o hipoclorito 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 mesmo sentido, ou seja, seus esquemas de assimilação associa 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 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 esta hipótese!

**Figura 2 – Vinagre.**



Fonte: Google 2 (2023).

A imagem da equação de dissociação iônica do ácido acético em água foi associada à imagem do vinagre nesta questão (Imagem 2). Aqui todos os alunos responderam que a substância vinagre é um ácido; cinco 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 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  $H^+$ ; outro escreveu ácido e sublinhou o  $H^+$  na equação.

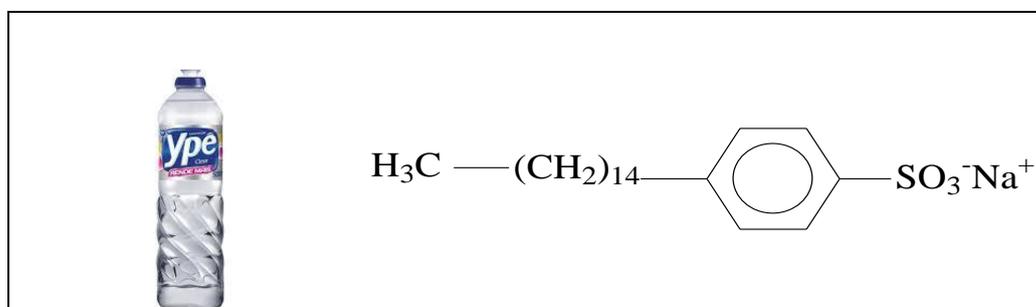
Nesta questão, considerando as respostas dadas, já é possível perceber que os esquemas de assimilação para ácidos e bases dos alunos seguiram na mesma linha de identificação, conforme apontou a análise para a água sanitária, ou seja, priorizando a diferenciação entre os grupos  $H^+$  e  $OH^-$ . Perceptualmente 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.

Em muitas respostas ficou evidente que os estudantes interpretam o conceito de ácido como se os mesmos fossem palavras: conter hidrogênio ou começar com H. 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  $-COOH$  (de fato, nenhum estudante representou a ionização dos ácidos inorgânicos;  $HX \rightarrow H^+ + X^-$ ; ou da carboxila;  $-COOH \rightarrow -COO^- + H^+$ ), o que claramente mostra que os conceitos foram apenas decorados e não assimilados e, provavelmente, menos ainda incorporados na estrutura cognitiva dos sujeitos (Figueira et al, 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.

Figura 3 – Detergente.



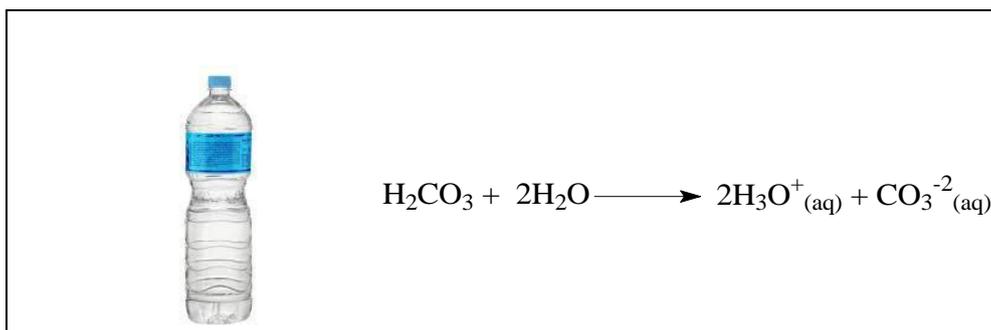
Fonte: Google 4 (2023).

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. 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. Se trata 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.

**Figura 4 - Água mineral gasosa.**



Fonte: Google 4 (2023).

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. Houveram 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!

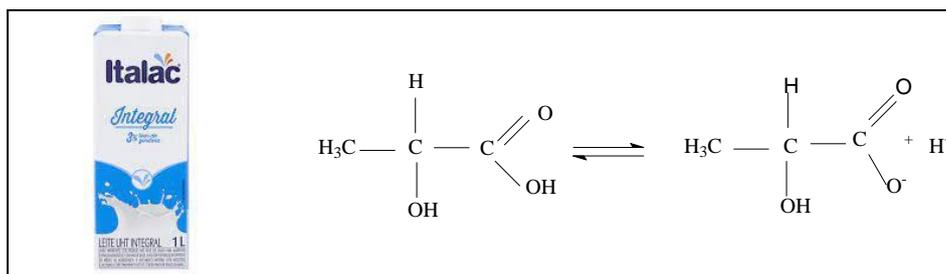
Seis alunos responderam que é uma substância básica e dois deles justificaram dizendo: *por ser natural e não contém ácido na água, a não ser a com gás*. A ideia de água não ácida e não básica (portanto neutra) é forte na concepção dos alunos. Eles não especificam em que condições, e suas opiniões provavelmente 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. Em trabalho recente, Silva et al (2022) aponta a existência de alguns rótulos de água mineral com indicação de pH básico.

Um exemplo da aplicação do conceito de ácidos e bases no dia a dia do aluno pode ser a análise do rótulo de uma água mineral com gás normalmente vendida no varejo. Em seu rótulo, essa apresenta a informação de ter um valor de pH (potencial Hidrogeniônico) maior que 7 em algumas marcas (ou seja, apresentaria um caráter básico), ao tempo que por conter dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dissolvido, deveria apresentar um caráter ácido, visto que este gás dissolvido em água, tem a capacidade de reagir para formar o ácido carbônico, dando caráter ácido ao meio (Silva et al, 2022, p. 3).

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.

**Figura 5 - Leite de caixinha.**



Fonte: Google 5 (2023).

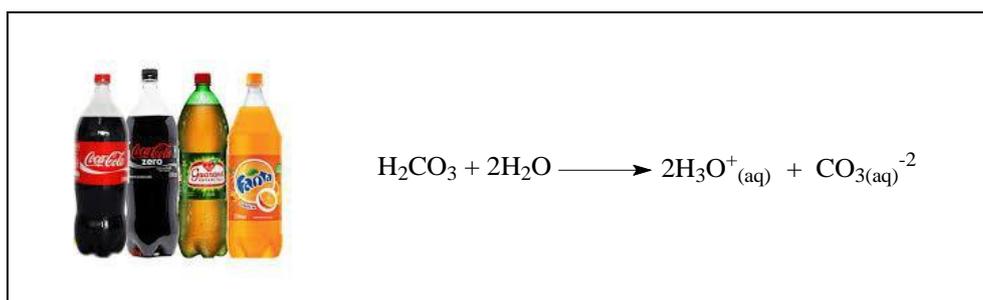
Em relação ao leite de caixinha, destacamos ao lado da imagem da caixinha de leite da marca Italcac a equação de dissociação iônica do ácido láctico como subsídio complementar de julgamento do aluno. Cinco alunos responderam com a palavra base, e apenas um deles justificou escrevendo: *Porque não tem 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  $\text{H}^+$  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 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 estes esquemas de assimilação adquiram elementos que os conduza a uma acomodação em relação aos conceitos de ácido e base.

**Figura 6 – Refrigerantes.**



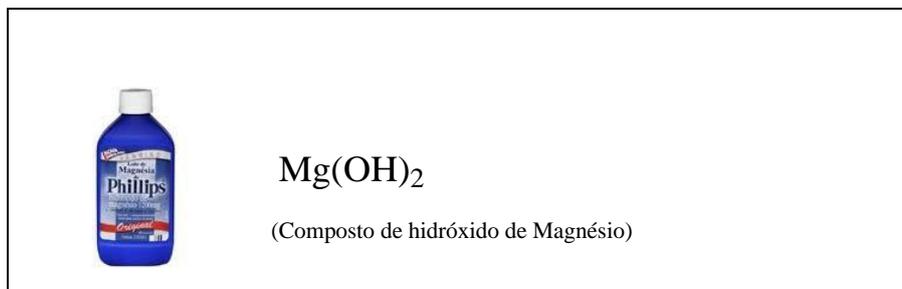
Fonte: Google 6 (2023).

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. Ele não justificou.

Outros dez alunos responderam com a palavra ácido, dois deles justificaram. As justificativas foram 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.

**Figura 7 - Leite de Magnésio.**



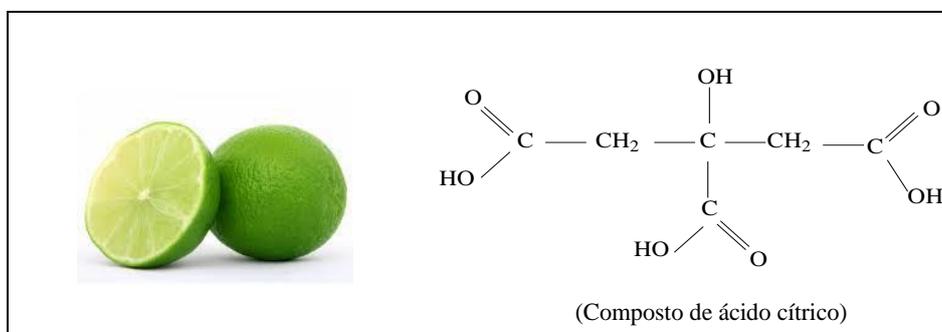
Fonte: Google 7 (2023).

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. É provável que este 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.

**Figura 8 – Limão.**

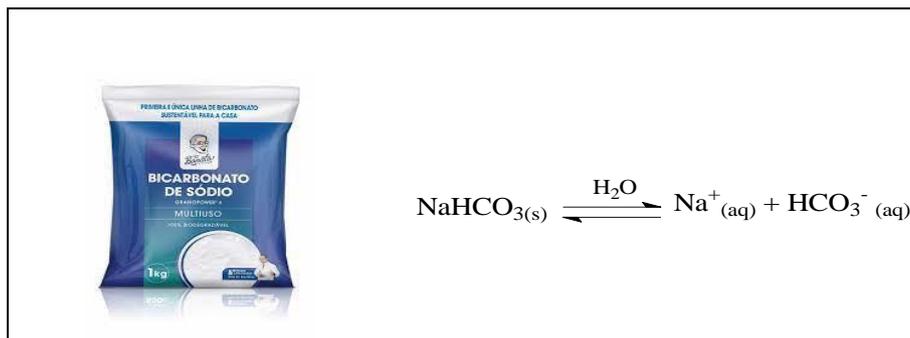


Fonte: Google 8 (2023).

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. O que vimos aqui foi exatamente o contrário!

**Figura 9 - Bicarbonato de sódio.**



Fonte: Google 9 (2023).

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. 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 acerca do uso de vidrarias de laboratório na questão 2 da avaliação da aprendizagem.

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, onde 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 a proteção de quem manuseia a vidraria, fazendo relação com a forma correta de manuseio.
	Bureta	Em sua maioria, as respostas estão associaram este material ao experimento de titulação de 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 a 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.

Fonte: Oliveira & Mueller (2023).

Ficou perceptível a relevância dos procedimentos da titulação ácido-base nas respostas; 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

Foi possível notar que os alunos não têm boa percepção da linguagem química, destaque para a linguagem envolvida no estudo de ácidos e bases, talvez por terem passado por um longo período de pandemia, aulas remotas, ou também pela tradicional dificuldade associada ao ensino de ciências.

A química 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. Como avaliação conclusiva deste trabalho é preciso dizer que os resultados apontaram para uma não adaptação dos alunos aos conceitos de ácidos e bases. Após uma semana de participação efetiva em teorias, práticas e cálculos, eles não demonstraram acomodação mínima que os permitiram 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.

Isto mostrou também o tamanho do desafio do ensino de química em contextos como o apresentado aqui, em escolas públicas em período noturno. Comprovou 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 onde o aluno tenha efetivas condições de interação.

Mesmo amargando relevante insucesso em relação à aprendizagem pretendida, sugerimos e recomendamos abordagens análogas à nossa para trabalhos futuros, de modo a promover uma nova cultura de ensino em sala de aula, intensificando a prática em detrimento da teoria, contextualizando o ensino com materiais conhecidos pelos alunos, dialogando conceitos extraídos do manuseio experimental destes materiais, alternando ambientes com maior e melhor uso do laboratório, e lançando mão de avaliações capazes de diagnosticar e apontar a aprendizagem no início e no fim.

## Referências

- Borges, D. (2020). Dayane. Bases, o que são? Definição, característica, classificação e principais tipos. Conhecimento científico. <https://conhecimentocientifico.com/bases/>.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto – Portugal: Porto.
- Brasil. (2002). Parâmetros Curriculares Nacionais. do Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica.
- Chassot, Á. (2014). Para que(m) é útil o ensino? *Coleção Educação em Química*. (3a ed.), Ed. Unijuí.
- Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Vozes.
- Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. (2a ed.), Artmed.
- Dias, M. (2021). Enem-Funções Inorgânicas: Ácidos e Bases. Aula da Khan Academy. Blog do enem, 2021. <https://blogdoenem.com.br/enem-acidos-bases/>.
- Engel, G. I. (2000). Pesquisa-ação. Editora da UFPR, Educar, (16), 181-191.
- Flick, U. (2013). Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes/Uwe Flick. Tradução: Magda Lopes. Revisão técnica: Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso.
- Forgaça, J. R. V. (2022). Ácidos. Definições e propriedades dos ácidos. *Manual da Química*. <https://www.manualdaquimica.com/quimica-inorganica/acidos.htm>
- Forgaça, J. R. V. (2022). Bases mais comuns no cotidiano. *Prepara Enem*. <https://www.preparaenem.com/quimica/bases-mais-comuns-no-cotidiano.htm>.
- Forgaça, J. R. V. (2022). Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry. *Mundo Educação*. <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/teoria-acidobase-bronstedlowry.htm>.
- Gondin, C. O. (2017). *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.
- Google 1. (2023). Água sanitária Q'boa. [https://www.concordepr.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/7d7def4ed07abe97c63a0c4fa49c3d20/1/0/1078\\_1.jpg](https://www.concordepr.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/7d7def4ed07abe97c63a0c4fa49c3d20/1/0/1078_1.jpg)
- Google 2. (2023). Kit com 3 vinagre de álcool. Salada Castelo. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQjCQ-Kx2IZId--arGm4UYoPvydSS71vEj9ZrYoeW-f-roxcvwrERxqamDXI4Fzp6lrbc&usqp=CAU>
- Google 3. (2023). Água mineral gasosa. [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvyrPLna\\_Nlh6R3dOfAKmqVjifnK0ja8HaQ&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvyrPLna_Nlh6R3dOfAKmqVjifnK0ja8HaQ&usqp=CAU)
- Google 4. (2023). Detergente Ypê. <https://www.drogariaminasbrasil.com.br/media/product/c08/detergente-ype-clear-500ml-e02.jpg>

- Google 5. (2023). Leite de caixinha. <https://prezunic.vtexassets.com/arquivos/ids/160699/63ac33f320a0ed320dd35f8f.png?v=638078266812330000>
- Google 6. (2023). Refrigerantes. <https://loja.barracadoze.com.br/wp-content/uploads/sites/5/2020/10/refrigerante-de-2-litros-min-min.png>
- Google 7. (2023). Leite de Magnésio. [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSokO9WVWAk9AcwFNmvCkl\\_fbpv6boFzYUGdQ&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSokO9WVWAk9AcwFNmvCkl_fbpv6boFzYUGdQ&usqp=CAU)
- Google 8. (2023). Limão. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSsuglTm7XoIIGCMwWdtM7DtZNetVG7mvsEnw&usqp=CAU>
- Google 9. (2023). Bicarbonato de sódio. <https://www.multipel.com.br/bicarbonato-de-sodio-multiuso-1kg/prod-7725490/>
- Lefrançois, G. R. (2008) *Teorias da aprendizagem* Cengage Learning.
- Lisboa, J. C. F. (2015). QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*, 37(2), 198-202
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. EPU. 139-149.
- Mueller, E. R., Vanin, L., Cardoso, G. B. & Dantas, R. M. P. (2020) Por que a disciplina de Química Geral reprova tanto? *Revista Prática Docente*, 5 (1).
- Oliveira, A. M. (2008). *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.
- Oliveira, W. J. C. (2023). *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).
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia de Pesquisa Científica*. UFSM.
- Santos, L. R. (2022). Ácidos e bases de Lewis. *Infoescola: navegando e aprendendo*. <https://www.infoescola.com/quimica/acidosebasesdelewis/>.
- Silva, J. R. (2018). *Química Computacional no Ensino: contribuindo no aprendizado de ligações químicas e Teoria do orbital molecular*. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Caruaru-PE.
- Silva, J., Silva, A., Antero, R. V., & Borges, E. (2009). Estudo da eficácia do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. *Enciclopedia biosfera*, 5(7).
- Silva, G. A. R., Cruz, V. H. M., Santos, P. D. S., Souza, P. M., Zidiotti, A. M., Ferreira, C. S. R., Bordoni, A. J., Visentainer, J. V., & Júnior, O. O. S. (2022). Avaliação de medidas de pH de amostras de água mineral engarrafada como proposta para o ensino de ácidos e bases em nível superior. *Research, Society and Development*, 11 (4).
- Vasconcelos, F. C. G. C., Sá, R. A., & Lima, R. A. (2019). 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.