



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
LICENCIATURA EM QUÍMICA

ALCIONE MARIA FRANCISCO

**O PAPEL DA REMEMORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM UMA
AULA EXPERIMENTAL DE TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE**

Caruaru

2021

ALCIONE MARIA FRANCISCO

**O PAPEL DA REMEMORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM UMA
AULA EXPERIMENTAL DE TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Área de concentração: Aprendizagem em química.

Orientador: Prof^o. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva.

Caruaru

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Francisco, Alcione Maria.

O papel da rememoração na construção de significados em uma aula experimental de titulação ácido-base / Alcione Maria Francisco - 2021.
49 f.: il.;30 cm.

Orientador(a): João Roberto Ratis Tenório da Silva
TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Química -
Licenciatura, 2021.

Inclui referências, apêndices.

1. Ácido-Base. 2. Aula experimental. 3. Rememoração. 4. Construção de significados. I. Silva, João Roberto Ratis Tenório da II. Título.

540 CDD (22.ed.)

ALCIONE MARIA FRANCISCO

**O PAPEL DA REMEMORAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM UMA
AULA EXPERIMENTAL DE TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciada em Química.

Aprovado em: 16/12/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Ana Paula de Souza de Freitas (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Regina Célia Barbosa de Oliveira (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho a todos aqueles que se dedicam ao que fazem e o fazem com amor.

AGRADECIMENTOS

Antes de agradecer a todos aqueles que estiveram comigo durante essa caminhada, eu queria começar agradecendo em especial, aquele que me fez aguentar todo esse processo, nunca me permitiu sentir sozinha e colocou pessoas maravilhosas no meu caminho, gratidão a ti meu Deus.

Sou imensamente grata aos meus pais, Agrinalda e Severino, aos meus irmãos, Silvânio, Silvânia, Gilvan, Simone, Josivan e Vitória, que sempre me incentivaram a estudar por saber a importância da educação e o quanto esta nos permite conhecer e entender o mundo. Aos meus sobrinhos, Júlia e Yuri, que me trouxeram leveza durante o curso, com o amor, carinho e admiração que sentem por mim. Sou grata ao meu primo, Dé, que me levava de moto no ponto da van, todas as vezes que eu precisava ir a faculdade a tarde. As minhas cunhadas, Thiene e Lane, que me acompanharam durante esses anos de curso e entendiam minha ausência em alguma confraternização, em que eu ficava em casa estudando para as provas e demandas que tinha. A minha tia Nazide, que é presente na minha vida bem antes de nascer e seu esposo Cal, que sempre na brincadeira dizia que eu devia estudar menos. A vocês que eu considero minha família, obrigada por acreditarem na minha capacidade de tornar meus sonhos reais, amo muito vocês.

Meus agradecimentos as minhas amigas: Letícia, por sempre ouvir meus longos áudios de desabafos diante os estresses gerados pela rotina, me motivando a seguir em frente. Catarina, por me fazer sair da rotina vez ou outra, diante minha disponibilidade, me fazendo acreditar que cada esforço valeria a pena. E Cíntia e Larissa, por me fazerem rir em momentos que a vontade era chorar diante as obrigações e demandas. Obrigada por estarem presentes e buscarem sempre minha companhia, diante minhas ausências justificáveis. Sou grata as bebezinhas (de três anos) Rayssa e Larissa que durante a minha escrita neste trabalho tornaram esse processo menos árduo, com muito carinho, amor e abraços.

Sou muito feliz e grata pelas amizades que a UFPE me proporcionou, desta forma meus agradecimentos a: Jéssica Aparecida, Aristones, Gerlan, Aislaine Sabrina, Jessica Alexandre, Jeymenson, Nilielly, José Carlos e Márcio. Obrigada por terem tornado o caminho mais prazeroso e por serem tão especiais para mim, vocês ocupam um lugarzinho privilegiado no meu coração.

Meu agradecimento especial também para aquele que aceitou ser meu orientador neste trabalho e esteve sempre à disposição diante as minhas dúvidas, de forma gentil e prestativa, sendo um exemplo de profissional humanizado, João Tenório, muito obrigada por tudo.

Sou grata também a todos aqueles que estiveram presente durante essa minha jornada, a todos os professores ao qual fui aluna desde o ensino básico, em especial a professora Fátima, que é presente na minha vida até hoje, aos meus professores da graduação que tive o prazer de ser aluna e os pude conhecer. Obrigada a todos aqueles que me inspiraram de alguma forma e me fizeram acreditar que para cada esforço que a gente faz, uma recompensa é gerada.

“Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve antes de tudo manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos)” (SOUZA *et al.*, 2013, p. 13).

RESUMO

Substâncias ácidas e básicas são utilizadas no cotidiano da humanidade ao longo dos anos para diversos fins, dessa forma acabou se tornando objeto de estudo para os cientistas, tornando-se um conteúdo a ser estudado em sala de aula, abordado nos livros didáticos pelas teorias modernas de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, podendo ser trabalhado através de aulas experimentais que contribuam positivamente para a aprendizagem desses tipos de substâncias. Considerando a aprendizagem estar relacionada ao processo de memorização, que consiste de acordo com Valsiner, em expor verbalmente ou através da escrita uma experiência vivenciada, procedimento esse denominado por ele de externalização, sendo um processo construtivo de significados que podem sofrer modificação ao ser lembrado. E essas modificações foram classificadas por Bartlett em: Transformação, Importação, Transferência e Elaboração. A aprendizagem pode ocorrer justamente quando o aluno consegue explicar com suas palavras o que foi abordado em aula, podendo esta aprendizagem ser mediada pela experimentação, quando bem trabalhada pelo professor, assumindo um papel importantíssimo nesse processo. Desta forma esta pesquisa se propôs através de uma aula experimental no formato remoto, devido ao período pandêmico enfrentado, analisar a construção de significados sobre o conteúdo ácido-base, envolvendo o processo de memorização com estudantes do ensino superior do curso de Química Licenciatura, fazendo uso de uma metodologia descritiva, através de uma abordagem de cunho qualitativo de um estudo de caso, devido a pesquisa ser aprofundada em um objeto de investigação, utilizando-se de questionários e socialização, para obtenção dos dados. Através dos resultados obtidos foi possível analisar que grande parte dos alunos apresentaram um conhecimento prévio do conteúdo que ia de encontro ao conhecimento científico. Podendo ser observado pelas falas dos alunos, após a aula experimental, que houve uma mediação do experimento nas respostas dadas pelos estudantes, por estas serem mais objetivas e direcionadas ao conteúdo, enquanto que construção de significados sobre o conteúdo discutido, relacionado a memorização, foi observado pelo fato dos participantes externalizarem seus conhecimentos.

Palavras-chave: ácido-base; aula experimental; memorização; construção de significados.

ABSTRACT

Acidic and basic substances are used in the daily life of humanity over the years for various purposes, thus it ended up becoming an object of study for scientists, becoming a content to be studied in the classroom, covered in textbooks by modern theories by Arrhenius, Bronsted-Lowry and Lewis, and can be worked through experimental classes that contribute positively to the learning of these types of substances. Considering that learning is related to the process of recall, which, according to Valsiner, consists of exposing verbally or through writing a lived experience, a procedure he calls externalization, being a constructive process of meanings that can change when remembered, these changes were classified by Bartlett as: Transformation, Import, Transfer and Elaboration. Learning occurs precisely when the student is able to explain with their words what was covered in class, and this learning can be mediated by experimentation, when well worked by the teacher, playing a very important role in this process. Thus, this research proposed through an experimental class in the remote format, due to the pandemic period faced, to analyze the construction of meanings on the acid-base content, involving the process of recall in higher education students from the Chemistry Degree course, making use of a descriptive methodology, through a qualitative approach of a case study, due to the research being deepened in an object of investigation, using questionnaires and socialization, to obtain the data. Through the obtained results, it was possible to analyze that a great part of the students had a previous knowledge of the content that went against the scientific knowledge. It can be observed from the students' speeches, after the experimental class, that there was a mediation of the experiment in the responses given by the students, as they were more objective and content-oriented, while the construction of meanings on the discussed content, related to recall, was observed by the fact that the participants externalize their knowledge.

Keywords: acid-base; experimental class; recall; construction of meanings.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	O CONCEITO DE ÁCIDO-BASE E SUA APRENDIZAGEM.....	14
3.2	TÉCNICAS DE TITULAÇÃO.....	17
3.3	O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	23
3.4	MEMÓRIA E CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS.....	27
4	METODOLOGIA.....	30
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	30
4.2	SUJEITO E CAMPO DA PESQUISA.....	30
4.3	COLETA DE DADOS.....	30
4.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	ANÁLISE DO BLOCO I – IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	35
5.2	ANÁLISE DO BLOCO II – A EXPERIMENTAÇÃO COMO MEDIADORA DA APRENDIZAGEM.....	39
5.3	ANÁLISE DO BLOCO III – REMEMORAÇÃO DOS CONCEITOS....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE A – PLANO DE AULA.....	48

1 INTRODUÇÃO

No ensino de química, a utilização de atividades experimentais é imprescindível para a aprendizagem em que a experimentação se articula com as teorias, fazendo com que esta aprendizagem ocorra entre o fazer e o pensar, permitindo assim que teoria e prática, quando articuladas, contribuam para aquisição de conceitos pelos alunos, utilizando-se da linguagem científica ao fazer uso do conhecimento construído (SILVA, 2010 apud NASCIMENTO; SANTOS, 2019). Assim sendo, no ensino de química, percebe-se o uso de atividades experimentais sendo adotadas com mais frequência pelos professores em suas aulas (GOLÇALVES; GOI, 2020).

Desta forma, a escolha do tema está relacionada à minha experiência acadêmica na disciplina de Química Analítica II, marcada pelas práticas de titulação, e pelos estudos acerca da memória, realizados no Núcleo de Pesquisa em Aprendizagem de Conceitos Científicos (NUPACC). Assim sendo, buscou-se relacionar essas duas experiências, tendo em vista que um dos conteúdos fundamentais no currículo da Química, presente tanto no ensino médio quanto no ensino superior, é ácido-base e nas escolas na maioria das vezes, essas definições são apresentadas sem uma devida discussão, apenas se resumindo à alguns pontos das principais teorias, como as propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Podendo esse fato estar relacionado a não se ter recursos adequados, falta de laboratório ou até mesmo desinteresse por parte dos professores, os alunos não realizam experimentos envolvendo esse conteúdo o que dificulta a compreensão em termos dos mecanismos da reação e o que acontece com as espécies envolvidas em termos químicos. Assim, os alunos acreditam que o produto de uma reação ácido-base será sempre uma neutralização total, independente das quantidades das substâncias envolvidas (PAIK, 2015 apud NASCIMENTO; SANTOS, 2019).

Também é importante que o conteúdo estudado pelos alunos apresente relação com os elementos do seu cotidiano, cabendo ao professor estabelecer estas relações, para que os estudantes vejam a aplicabilidade do que está sendo estudado no seu dia a dia. Ao fazer uso de atividades experimentais, por exemplo, é interessante serem planejadas com um viés investigativo de maneira contextualizada e que gere reflexões, permitindo aos alunos buscarem as respostas, pensarem, socializarem as ideias e interagir com o meio, fazendo uso de atividades experimentais que propicie aprendizagem (GUIMARÃES, 2009).

Uma das atividades experimentais realizada no ensino de química é a titulação, sendo esta uma técnica analítica, que determina concentrações de espécies químicas envolvidas em diversos tipos de reação. Uma das reações químicas que podem ser estudadas a partir da

titulação é a de neutralização ácido-base que “envolve a reação entre uma solução de um ácido com uma solução de uma base” (NASCIMENTO; SANTOS, 2019, p. 182). Nesse tipo de reação são utilizados indicadores na solução para possibilitar macroscopicamente observar seu ponto final. Esse tipo de reação estudado pela titulação, uma técnica de laboratório, contribui para o ensino do conteúdo em questão, possibilitando a construção de significados a respeito.

Considerando que a construção de significados é um processo relacionado com a memória e conseqüentemente à rememoração que consiste no ato de lembrar as experiências vividas, possibilitando notar algo novo do que fora internalizado diante dessas experiências, havendo construção de novos significados (SILVA; LYRA, 2017).

Partindo de perspectivas semióticas segundo Vygotsky (1991), é possível que a rememoração seja mediada pela experimentação, facilitando a internalização dos conceitos. Segundo Valsiner (2012) o processo de internalização está relacionado à experiência no meio em que o sujeito está incluído, construindo um significado intrapessoal. Enquanto o processo de externalização é expressar em palavras o que fora internalizado, acrescentando as ideias, a experiência vivenciada, criando informações novas. Neste trabalho, é considerado que a aprendizagem ocorre justamente quando o que é externalizado pelos alunos apresenta diferença do que foi internalizado, emergindo significados construídos por eles, norteados pelo professor.

Quando os estudantes participam de uma atividade experimental norteados pelo professor, eles podem passar a construir as explicações com base em memórias de aula, do que fora internalizado e externaliza seu conhecimento, para responder as inquietações geradas pela atividade. Ao fazer esse tipo de atividade os alunos têm uma grande possibilidade de rememorar mais fácil, pois eles constroem um significado estando participando ativamente nesse processo, gerado pelo engajamento que os alunos podem ter nesse tipo de atividade, conseqüentemente ao explicar um fenômeno que se utilize do conhecimento do experimento realizado, apresente uma explicação com base no que aprendeu.

Assim sendo, através de uma intervenção no formato retomo, devido ao período pandêmico enfrentado, esse trabalho buscou responder ao seguinte problema de pesquisa: Como alunos do primeiro período do ensino superior do curso de Química Licenciatura, constroem significados sobre as reações ácido-base através da mediação de uma aula experimental de titulação com base no papel da rememoração de Bartlett?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a construção de significados sobre o conteúdo ácido-base, através de uma aula experimental de titulação envolvendo o processo de rememoração em estudantes do ensino superior do curso de Química Licenciatura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a partir das falas dos alunos os momentos em que a experimentação media o processo de rememoração dos conceitos químicos da aula, possibilitando a construção de significados sobre ácido-base;
- Identificar novos significados construídos pela rememoração de Bartlett, relacionados aos conceitos: Definição de ácido, definição de base, teorias ácido-base, reação de neutralização e pH.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos tópicos que sucedem serão apresentados os conceitos químicos que fundamentam este trabalho, assim como o papel da experimentação na construção de significados, pautados por referenciais teóricos que discutem sobre estes temas.

3.1 O CONCEITO DE ÁCIDO-BASE E SUA APRENDIZAGEM

De acordo com estudos de Souza e Silva (2018), a palavra ácido é de origem grega e indica o gosto azedo de algumas substâncias. Já a palavra base tem origem árabe, denominada álcali. Seu significado diz respeito a uma dada substância capaz de agir contra essa atenuação causada pelo ácido. A origem dessas palavras constitui a maneira como elas são entendidas por uma parcela de pessoas que não tem um conhecimento químico formalizado.

Segundo estes mesmos autores as definições conceituais e características de ácidos e bases conhecidas hoje partiram de estudos antigos, nem sempre citados em livros didáticos ou textos que abordem esse assunto, apresentados no quadro 1.

Quadro 1- Abordagens históricas sobre o conceito de ácido-base

Estudioso	Abordagem
Otto Tachenius	Não chegou a ter um estudo detalhado nem a definir os termos em questão, mas fazia uso das palavras ácido e base.
Robert Boyle	Fez abordagem dos conceitos através da sua obra “Reflexões sobre a hipótese de álcali e ácido”.
Antoine Lavoisier	Ideia da acidez ser causada pela presença de oxigênio em um dado composto, apresentando a primeira tentativa para definir ácido e base, através da constituição química do composto.
Humphry Davi e Pierre Louis Dulong	Anulação da teoria de Lavoisier, devido alguns ácidos não possuírem oxigênio em sua composição, tomando como exemplo o ácido clorídrico (HCl), constituído por cloro e hidrogênio, os levando a acreditar que o hidrogênio era essencial para definir uma substância como ácida.
Justus von Liebig	Definiu ácido como uma substância que contém hidrogênio em sua composição, entretanto não apresentou uma definição para base.

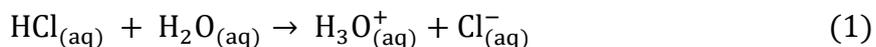
Fonte: Elaboração própria com base em Souza e Silva (2018).

Como apresentado pelos estudos de Souza e Silva (2018), as definições conceituais mais usuais de ácido e base envolvem as teorias de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis.

Para Svante August Arrhenius (ATKINS; JONES, 2012), ácido é um composto que possui hidrogênio e em solução aquosa (aq), ou seja, em solução na qual o solvente é água,

libera íons hidrogênio, H^+ (íon com carga elétrica positiva-cátion). Enquanto a base é definida como um composto que em solução aquosa produz íons hidróxido, OH^- (íon com carga elétrica negativa-ânion). Sendo o cloreto de hidrogênio (HCl) como exemplo de um ácido de Arrhenius, e o hidróxido de sódio (NaOH), como um exemplo de base. Logo se algum composto em meio aquoso liberar o cátion H^+ , é considerado um ácido pela definição de Arrhenius, assim como se outro dado composto produzir o ânion OH^- em meio aquoso, é considerado uma base segundo o mesmo. O único problema desta definição está relacionado ao solvente ser a água, em particular.

Johannes Nicolaus Bronsted e Thomas Martin Lowry, através de estudos independentes obtiveram as mesmas definições para ácido e base, apresentando um avanço no entendimento destes conceitos, através da compreensão das propriedades dos ácidos e bases pela transferência de próton entre duas substâncias (ATKINS; JONES, 2012). Para eles ácido é um doador de próton, referindo-se ao íon hidrogênio (H^+) e a base um aceitador desse próton. Um exemplo é o HCl que também se comporta como um ácido de Bronsted-Lowry, pois ao ser dissolvido pela água, transfere seu hidrogênio na forma de íon H^+ para a água que a aceita e age como uma base, como descrito na equação química (1) a seguir:



Tendo em vista que H^+ livre em água não existe, é usado H_3O^+ , denominado íon hidrônio, como uma representação mais aprimorada, além de melhor permitir uma visualização da transferência de próton ocorrida na reação. A água pode agir tanto como um ácido quanto como uma base, sendo capaz de doar ou aceitar um próton, sendo chamada de anfiprótica (ATKINS; JONES, 2012). A força de um ácido ou de uma base também pode ser medida, sendo está proposta apresentada por Bronsted-Lowry.

Bronsted-Lowry, propôs medir a força tanto do ácido quanto da base, para eles a força de um ácido estaria relacionada a quantidade de prótons doado para o solvente, sendo assim, um ácido forte é aquele que doa seu próton em solução, ficando completamente desprotonado. Enquanto um ácido fraco é aquele que possui mais de um próton, mas doa apenas um, ficando parcialmente desprotonado. Já em relação a base, a base forte é aquela completamente protonada em solução, sendo o processo de protonação entendido como a transferência de um próton para a base. E a base fraca é aquela parcialmente protonada em uma dada solução

(ATKINS; JONES, 2012). Apesar das ideias de Bronsted-Lowry, outras definições também surgiram acerca de substâncias ácidas e básicas, como a proposta por Lewis.

Gilbert Newton Lewis conceituou ácido como uma substância que “aceita” um par de elétrons, por conter em um de seus átomos um grupo incompleto de elétrons, sendo este definido em Atkins e Jones (2012, p. 835) como: “uma partícula subatômica com carga negativa que se encontra fora do núcleo de um átomo”. Já a base é uma substância doadora de par de elétrons. Essa doação de um par de elétrons pela base é permitida pelo compartilhamento dos elétrons através de uma ligação covalente coordenada, ligação formada entre uma base e um ácido de Lewis (ATKINS; JONES, 2012).

Portanto há diferentes definições para os conceitos de ácido e base, sendo assim ao serem abordados em sala de aula é importante iniciar buscando saber a compreensão dos alunos a respeito e assim relacionar com os elementos comuns do dia a dia deles, possibilitando assim que eles consigam explicar através da linguagem da química os fenômenos cotidianos, construindo significados. Isso se faz necessário para que os alunos percebam que tais conhecimentos estão presentes em seu cotidiano, sendo um conhecimento aplicável, fazendo com que eles deixem de ver o conhecimento químico como um conhecimento abstrato e difícil de ser aplicado. Sendo assim no ensino dos conceitos de ácido e base, cabe ao professor confrontar o conhecimento do senso comum dos estudantes, buscando desconstruir as ideias errôneas sobre, para que a aprendizagem científica desses conceitos possa acontecer (NASCIMENTO; SANTOS, 2019).

Desta forma, ao se abordar o conhecimento científico, de acordo com Nascimento e Santos (2019) é preciso levar em consideração três aspectos que envolvem a linguagem da química e conseqüentemente sua aprendizagem, esses aspectos são: 1) Fenomenológico - diz respeito as propriedades empíricas das substâncias estudadas; 2) Teórico - as explicações são construídas para explicar um dado fenômeno; e a 3) Representacional - uso de símbolos e signos que caracterizam determinados conteúdos/conceitos. O uso da linguagem da química acaba por ser um fator que influencia na aprendizagem dos alunos em expressar seus conhecimentos, principalmente ao envolver a escrita, pela dificuldade conceitual que esses apresentam ao trabalhar os termos utilizados no ensino de química. Em uma pesquisa aplicada por esses mesmos autores, com estudantes do ensino médio de uma escola pública da Bahia, sobre a aprendizagem dos conceitos de ácido e base com perguntas objetivando o entendimento dos estudantes acerca desses conceitos, pelos resultados obtidas é visto que os alunos classificam uma substância como ácida ou básica através de suas percepções e

visualizações a respeito, tendo uma forte influência do seu conhecimento do senso comum e da linguagem cotidiana, causando um distanciamento dos conceitos científicos.

Um outro fator que acaba por influenciar a aprendizagem dos conceitos aqui discutidos é a forma como estes são abordados nos livros didáticos, fazendo uma abordagem destas definições de maneira cumulativa e progressista, não abordando o contexto histórico que antecede essas definições para que chegassem a ser como são conceituadas hoje (SOUZA; SILVA, 2018). Em um levantamento realizado por Nunes *et al.* (2016), em trabalhos publicados em periódicos, entre eles: Química Nova (QN), Química Nova na Escola (QNEsc), Educación Química (EQ), Chemistry Education Research and Practice (CRPE), Educació Química (EdQ), Enseñanza de las ciencias (EC) e Eureka (Eu), com relação ao processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases em artigos referentes publicados entre 1980 e 2014, mostra que a abordagem sobre esse conteúdo envolve as teorias modernas que inicia-se com Arrhenius, sendo a primeira a ser apresentada ao discutir o assunto, acabando por seguir uma ordem de ensino dessas definições.

Segundo Souza e Silva (2018) esses conceitos ao serem ensinados em sala de aula obrigatoriamente não devem seguir a ordem: Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, pois pode acabar por dificultar a aprendizagem dos alunos fazendo com que eles mudem o pensamento construído de um conceito anterior para o próximo a ser discutido. Tendo em vista que um dos objetos de estudo da Química é a matéria e as reações, a aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases deve ser focada na definição de Arrhenius ao tratar de matéria e a definição de Bronsted-Lowry relacionado com a reação química, assim como a de Lewis, sendo esta bem mais abrangente, desvinculando a abordagem feita pelos livros e permitindo aos alunos reconhecerem que o significado do conceito dependerá do seu contexto.

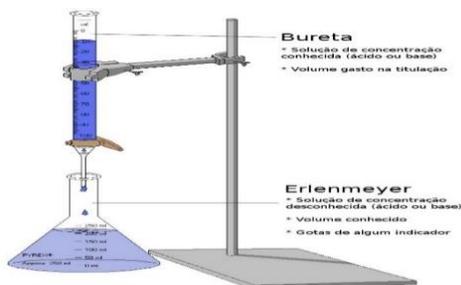
Desta maneira, a definição de ácido e base adotada neste trabalho é a de Bronsted-Lowry, por tratar de uma reação química em que a doação/recepção de um próton será analisada para definição da reação ácido-base. A seguir será apresentado a técnica laboratorial de titulação que faz uso de substâncias ácidas e básicas em sua prática.

3.2 TÉCNICAS DE TITULAÇÃO

A titulação é uma técnica laboratorial bastante usada no ramo da química analítica. É baseada em uma reação entre um analito, espécie química de interesse, cuja concentração (mol/L) é desconhecida (também chamado de titulado), e um reagente padrão, assim denominado por sua concentração ser conhecida, chamado titulante. A titulação refere-se ao

processo em que o reagente padrão contido em uma bureta (tubo graduado que permite medir volumes) sobre um suporte, é adicionado lentamente (gota a gota) a solução de um analito, contido em um Erlenmeyer com um volume conhecido da solução a ser titulada, até que a reação entre o titulante e o titulado seja dada como completa, denominada ponto final. A ocorrência da reação é observada devido ao uso de indicadores na solução do analito, que produz uma alteração física visível, como a alteração na cor de forma persistente. Essas alterações ocorrem no ponto de equivalência, que corresponde a um ponto teórico na titulação quando a quantidade de mols (n) de titulante adicionada é equivalente a quantidade de mols (n) de analito (SKOOG *et al.*, 2010). O aparato para realização de uma titulação pode ser observado na Figura 1 a seguir.

Figura 1- Instrumentos utilizados para realização de uma titulação volumétrica



Fonte: Quevedo.¹

Entre os tipos de titulação conhecidas tem-se Titulação Volumétrica, que envolve a medida de volume do titulante necessário para reagir completamente com o titulado. Para saber esse volume é preciso ser feito a leitura inicial e final da bureta, na qual o volume gasto é obtido pela diferença entre essas leituras de volume.

Uma das reações estudadas por este tipo de titulação é a reação de neutralização, que ocorre entre um ácido e uma base, tendo como produtos formados um sal e água, para ácidos e bases de Arrhenius e Bronsted-Lowry. Por envolver uma reação química a estequiometria dela deve ser conhecida. Neste tipo de titulação é usado como indicador a fenolftaleína, um indicador líquido sinaliza para variação de pH do meio a partir da alteração em sua cor. A mudança de coloração se dá a partir de alterações na sua estrutura molecular pelo meio em

¹ QUEVEDO, R. T. Titulometria. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/titulometria/>. Acesso em: 16 mar. 2021.

que está inserido (SKOOG *et al.*, 2010). Sabendo que essas alterações ocorrem no ponto de equivalência (P.E), em que o número de mols é obtido de acordo com a equação (2):

$$n = C (\text{concentração, mol/L}) \times V (\text{volume, L}) \quad (2)$$

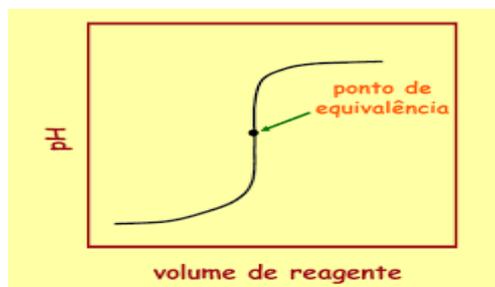
Desta forma o ponto de equivalência entre um ácido e uma base, será determinado pela equação (3) abaixo:

$$C (\text{ácido}) \times V (\text{ácido}) = C (\text{base}) \times V (\text{base}) \quad (3)$$

Sendo usada essa equação para determinar a concentração desconhecida da solução titulada. As soluções padrões utilizadas neste tipo de titulação são ácidos ou bases fortes, por reagirem completamente com o analito permitindo uma visualização clara no ponto final. Geralmente as soluções ácidas utilizadas como padrão são: ácido clorídrico (HCl), ácido perclórico (HClO₄) e o ácido sulfúrico (H₂SO₄). Já as soluções básicas são: hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de potássio (KOH) (SKOOG *et al.*, 2010).

Através da titulação é possível determinar os valores de pH do titulado, de acordo com a quantidade de titulante adicionado, tomando pontos distintos da titulação, dividindo-se em quatro etapas: antes de iniciar a titulação; antes do ponto de equivalência, denominado pré-equivalência; a equivalência e depois do ponto de equivalência, chamada de pós equivalência. Para isso as concentrações ácido-base devem ser conhecidas. Determinando os valores de pH nos pontos citados, é possível construir um gráfico de pH versus o volume do titulante, sendo este gráfico conhecido como Curva de Titulação (SKOOG *et al.*, 2010) – Ver Figura 02.

Figura 2 - Exemplo genérico de uma curva de titulação de um ácido



No ponto de equivalência, como já visto, a quantidade de mols do titulante e do titulado serão iguais, logo o $\text{pH} = 7$, indicando uma solução neutra, já que todo o H_3O^+ reagirá com todo OH^- , formando água.

Após o ponto de equivalência a solução terá um excesso de titulante e para descobrir a concentração desse é multiplicado a concentração original pelo volume total dele, subtraído pela concentração original do titulado que é multiplicado pelo seu volume, sendo tudo isso dividido pelo volume total da solução, como mostra a equação (6):

$$C_{\text{titulante em excesso}} = \frac{[(C_{\text{titulante}} \times V_{\text{titulante}}) - (C_{\text{titulado}} \times V_{\text{titulado}})]}{V_t} \quad (6)$$

Em seguida utiliza-se o logaritmo negativo da concentração obtida, achando o pH.

Desta forma em uma titulação ácido-base forte, quando o titulado é um ácido, a solução tende a ser fortemente ácida antes do ponto de equivalência, pois a concentração de íons hidrônio está de forma equivalente a molaridade do ácido. A solução é neutra no ponto de equivalência e torna-se básica após o ponto de equivalência, devido ao excesso de base forte. Consequentemente se o titulado for a base, a solução tende a ser fortemente básica antes do ponto de equivalência, neutra no ponto de equivalência e ácida após o ponto de equivalência, devido ao excesso de ácido forte (SKOOG *et al.*, 2010).

Em casos de Volumetria de Neutralização entre ácidos fortes e bases fracas ou ácidos fracos e bases fortes, o tipo diferencia do visto entre ácido-base fortes, devido o sal formado reagir com as moléculas de água, processo chamado de hidrólise, alterando o pH da solução (SKOOG *et al.*, 2010). Assim sendo, antes de iniciar a titulação, a solução conterá um ácido ou base fraco e seu pH será obtido através da raiz quadrada da concentração do titulado e da sua constante (K) de dissociação, também conhecido como constante de ionização. E seu valor será aplicado no logaritmo negativo.

Na pré-equivalência a solução forma tampões, que consistem em uma solução formada por um ácido fraco ou base fraca, e o sal formado apresenta o ânion do ácido ou o cátion da base e resiste a mudança de pH quando o titulante é adicionado. O pH dos tampões formados por uma dada solução são determinados através da equação de Handerson Hasselbalch, pela (5), já apresentada e pela equação (7):

Concentração do sal:

$$C_{\text{sal}} = \frac{(C_{\text{titulante}} \times V_{\text{titulante adicionado}})}{V_t} \quad (7)$$

As concentrações obtidas devem ser substituídas na expressão da constante de dissociação, para encontrar K_a ou K_b de hidrólise do sal formado, equação (8):

$$K_w = K_{\text{ácido}} \times K_{\text{base}} \quad (8)$$

Em que:

$$K_{\text{ácido}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} \quad \text{e} \quad K_{\text{base}} = \frac{[\text{Y}^+][\text{OH}^-]}{[\text{YOH}]}$$

As expressões da constante são montadas de acordo com as espécies que fazem parte da reação em questão. E aplicando o logaritmo negativo do valor.

No ponto de equivalência, o pH é determinado pela hidrólise do sal formado, utilizando a equação 8.

Após o ponto de equivalência, o excesso do titulante, é capaz de controlar o pH do produto da reação. Utilizando-se da equação 6 para que seja obtido, em seguida utiliza-se o logaritmo negativo da concentração obtida, encontrando o pH.

Em casos de Volumetria de Neutralização entre ácidos fracos e bases fracas há uma diferenciação dos vistos anteriormente, seguindo os quatro pontos principais para construção da curva de titulação (GOMES *et al.*, 2018): Antes de iniciar a titulação, o pH é determinado pela ionização do titulante, calculado pela constante de ionização, também conhecida como constante de dissociação, por meio da equação 8. Do valor encontrado é usado o logaritmo negativo, obtendo o pH.

Na pré-equivalência haverá formação de sal, pelo titulante adicionado. Sendo necessário calcular a concentração do titulado pela equação 5. Em seguida é calculado a concentração do sal formado fazendo uso da equação 7. Para determinar o pH utiliza-se da fórmula da constante de ionização, equação 8, e do valor obtido aplica-se o logaritmo negativo.

No ponto de equivalência, é considerado o pH=7, (a depender da hidrólise do sal que terá maior tendência a sofrer hidrólise) devido ao titulado ter sido neutralizado pelo titulante, ou seja, a quantidade de mols do ácido e da base são iguais.

Após o ponto de equivalência haverá excesso de titulante e formação de um tampão, sendo necessário calcular a concentração do titulante, pela equação 6.

Para calcular o pH da solução titulada é necessário calcular a concentração do sal formado pela equação (9):

$$C_{\text{sal}} = \frac{C_{\text{titulado}} \times V_{\text{titulado}}}{V_t} \quad (9)$$

E em seguida usado a fórmula da constante de dissociação, equação 8, e do valor encontrado aplicar no logaritmo negativo.

Como fora apresentado neste tópico, a técnica de titulação permite medir o pH do titulado durante o processo realizado. A importância de tal procedimento experimental, no ensino de química, está pautada nos pressupostos teóricos que discutem o papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, o próximo tópico, será discutido sobre o papel da experimentação no ensino de química.

3.3 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com estudos sobre o porquê do uso da experimentação ao ensinar química, é visto a amplitude gerada pela aprendizagem dessas aulas, por assumir uma função pedagógica, afirmada por Souza *et al.* (2013, p. 13):

A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

Entretanto para que essa função pedagógica das aulas experimentais de química se concretize é necessário dar espaço aos alunos nas aulas, permitindo que eles apresentem seus pensamentos, para que assim eles possam debater e argumentar, de maneira a refletirem sobre o conceito que estão estudando. Souza *et al.* (2013), denomina esse fato como grau de liberdade dado ao aluno, permitindo que este tome decisões a fim de solucionar um problema proposto através de uma aula experimental contextualizada, com uma experimentação voltada para o cotidiano.

A experimentação no contexto de sala de aula, na química, deve utilizar de experimentos ligados ao cotidiano dos alunos, para que eles façam uso dessa aprendizagem

fora da sala de aula, no ambiente que está incluso. Os experimentos devem ser pautados com a finalidade de que os alunos construam seus conhecimentos através de questionamentos, levantados por eles na realização da prática, buscando respostas a respeito, partindo de seus conhecimentos prévios, norteados pelo professor, como aborda Guimarães (2009). Tendo em vista que as atividades experimentais desenvolvidas pelos professores, na maioria das vezes, não são pensadas de forma a gerar criticidade nos alunos, o máximo exigido deles é que suas observações se aproximem dos resultados cujo professor já conhece, tais atividades devem ser repensadas e reelaboradas para trabalhar o intelecto do aluno, como citado por Souza *et al.* (2013, p. 13): “Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve antes de tudo, manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos)”.

As aulas experimentais geralmente permite que os alunos possam fazer as observações e interpretações necessárias para responder os questionamentos da aula, além de possibilitar a curiosidade ingênua, baseada em seu conhecimento cotidiano, transcender para a curiosidade crítica, pautada pelo conhecimento químico (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Entretanto vale ressaltar que a experimentação por si só não é capaz de possibilitar um melhor ensino de química, o papel do professor é importantíssimo nesse processo, ao estimular a curiosidade e saberes dos alunos, desafiando-os cognitivamente conforme, Guimarães (2009), tendo em vista que as observações realizadas partem de um campo teórico que respaldam tais observações, ligada a conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, além disso eles também são responsáveis pela construção de seus saberes.

Os alunos são os próprios construtores de seus conhecimentos e esse protagonismo pode ser trabalhado através das aulas experimentais que contribuam positivamente para que a aprendizagem de conceitos científicos aconteça, com práticas experimentais que abordem problemas reais permitindo uma contextualização com o cotidiano, estimulando questionamentos e o uso da linguagem científica (ANDRADE, 2019). Dessa forma é importante o professor saber o tipo de experimentação a ser trabalhada em sala de aula, de acordo com a finalidade desejada, tendo em vista as inúmeras possibilidades para tal atividade.

A experimentação segundo Giordan (1999), pode ser do tipo ilustrativa, sendo aquela realizada para comprovar a teoria estudada em aula e pode ser investigativa, sendo aquela realizada pelos alunos através de observações e interpretação dos dados. Ainda de acordo com o mesmo, na experimentação investigativa deve ser levado em conta o erro, pois este permite que o aluno busque estratégias para resolver o problema, com supervisão do professor, a fim de evitar explicações equivocadas, permitindo que o aluno continue o processo de construção

de conhecimento, mesmo não obtendo os resultados experimentais próximos dos colegas. Além desses dois tipos de experimentação, outra existente é experimentação problematizadora.

Abordada nos estudos de Francisco Júnior; Ferreira; Hartwing (2008), a experimentação problematizadora desenvolve no aluno um pensamento crítico-reflexivo, possibilitando através do experimento levantar hipóteses, avaliar e buscar explicações das mesmas, com formulação e reformulação do conhecimento. Na experimentação problematizadora deve haver pelo menos um dos três momentos pedagógicos, que consiste em: (I) Problematização Inicial: parte do conhecimento prévio dos alunos e de situações vivenciada por eles. Havendo introdução dos conteúdos teóricos. (II) Organização do Conhecimento: é realizado o estudo dos conteúdos necessários para compreender o problema em questão. (III) Aplicação do conhecimento: o conhecimento construído é utilizado. Além disso, as atividades experimentais que partem de um contexto dialógico incluem a presença de questionamentos reconstrutivos, da construção de argumentos e socialização dos mesmos, fazendo com que os alunos exponham seus entendimentos acerca do assunto (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Para Andrade (2019), a experimentação possibilita o aumento da capacidade de aprendizagem dos alunos ao envolver estes em temas atuais e em pauta na sociedade, podendo ser observado pela elevação das notas dos estudantes na disciplina de química e pelo desempenho na parte teórica estudada, através de pesquisas realizadas. Gonçalves e Goi (2020), ao realizarem um levantamento em artigos referentes a experimentação no ensino de química na educação básica, encontraram setenta e sete trabalhos, todos estes publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), nos anos de 2011, 2013, 2015 e 2017. Do quantitativo de artigos publicados quarenta e nove abordava a experimentação investigativa, podendo ser observado a implementação de aulas experimentais no ensino de química contextualizadas, envolvendo a participação dos alunos para solucionar um problema proposto pelo professor, não fazendo uso da experimentação com a finalidade de validar uma dada teoria.

O experimento adotado nesse trabalho é o de titulação, sendo considerado como um instrumento mediador para o processo de ensino-aprendizagem. .

Segundo Vygotsky (1991), instrumentos são objetos elaborados para atingir um objetivo específico para qual foi criado, afim de mediar a relação do sujeito com o meio, apresentando como função ajudar na realização de uma atividade, ampliando as possibilidades na qual intervém. Desta maneira no ensino de química a experimentação pode ser

compreendida como um instrumento mediador da aprendizagem em termos vygotskianos, pois possibilita a mediação entre o sujeito (aluno) e o fenômeno a ser estudado.

Para Vygotsky (1991), a interação do sujeito com o instrumento contribui para o processo de aprendizagem, sendo essa interação mediada pelo professor, já que ele possui conhecimento sobre o instrumento a ser utilizado, sendo capaz de fazer as observações e levantar questionamentos direcionando os alunos na construção de conceitos específicos. Através da mediação, realizada pelo professor, é possível observar o que o aluno já tem domínio e consegue realizar sozinho, daquilo que é necessário orientação para que ele consiga realizar. Tendo em vista que um dos instrumentos utilizados na química é a experimentação, e essa deve ser mediada pelo professor, já que ele possui um entendimento do que deve ser feito, orientando os alunos a relacionarem os fenômenos ao conteúdo abordado.

No ensino de química os experimentos são comumente utilizados de forma a abordar alguns conteúdos curriculares. A experimentação, segundo Silva Júnior e Parreira (2016), contribui para a potencialização da construção do conhecimento do aluno, pois além dele assumir um papel ativo, ainda trabalha seu raciocínio relacionando ideias diante de informações obtidas na atividade. Isso acaba por auxiliar na melhoria do processo ensino-aprendizagem. Essa melhoria é observada conforme Guimarães (2009), quando o aluno expressa o que aprendeu construindo significados a respeito, seja através da escrita ou da fala, relacionando assim as observações feitas durante o experimento com conteúdo estudado. Desta forma, a experimentação é utilizada como um instrumento mediador diante do processo de construção de significados surtindo efeitos positivos quando bem trabalhadas as práticas pelo professor, de maneira a envolver os estudantes.

Para Silva Júnior e Parreira (2016), as atividades práticas no ensino de química têm como objetivo envolver os alunos de maneira efetiva diante o processo de aprendizagem, fazendo com que esta seja significativa por ser capaz de motivar os alunos a aprenderem, elaborando hipóteses, coletando dados, estruturando conclusões próprias embasadas cientificamente. Sendo assim é preciso investir nesse instrumento mediador que desperta e estimula os alunos a trabalhar com assuntos de seu cotidiano, com espaços e recursos materiais adequados para sua realização.

Nesse trabalho, será analisado o papel mediador de uma atividade experimental observando, especificamente, o papel da memorização no processo de construção de significados. Dessa forma, no próximo tópico é apresentado uma discussão sobre a relação entre memória e aprendizagem.

3.4 MEMÓRIA E CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS

Segundo os estudos de Silva e Lyra (2017) é visto que a memória durante muito tempo foi entendida como um local de armazenamento de informações, em que estas poderiam ser acessadas e reproduzidas de igual forma, sem que ocorresse nenhuma transformação nelas. Essa visão sobre a memória sofreu sua ruptura quando Bartlett publicou seu livro intitulado: *Remembering, A study in experimental and social psychology*, pela Universidade de Cambridge, em 1932, abordando a memória em seu processo de rememoração. Segundo o autor britânico, a rememoração consiste em externalizar algo vivenciado pelo sujeito, impulsionando-o na construção de novos significados.

A ideia de externalizar está relacionada ao conceito proposto por Valsiner (2012). O processo de externalização, segundo Valsiner, ocorre paralelamente à internalização. O processo de internalização segundo o autor consiste na experiência no meio que o sujeito está incluso, transformando essa experiência em algo interno, de seu domínio intrapsicológico. Enquanto o processo de externalização é quando o que foi internalizado é transposto para fora, sendo observado modificações, por ser um processo construtivo, de novos significados.

Os novos significados resultantes da lembrança, de acordo com Silva e Lyra (2019), podem ser classificados de acordo com as seguintes modificações definidas por Bartlett:

- **Transformação:** consiste em substituir elementos do material lembrado (termos específicos) por termos familiares.
- **Importação:** novos elementos surgem na lembrança com características advindas de outros contextos.
- **Transferência:** ocorre a troca de características de um material a outro a ser lembrado, divergindo-se entre si.
- **Elaboração:** ocorre a construção de novas ideias advindas da autorreflexão, sendo capaz de preencher determinadas lacunas de memória.

O processo de rememoração pode apresentar mais de um tipo de modificação visto acima, representando possíveis novos significados construídos. Para Silva e Lyra (2017), a memória em seu processo de construção de significados, resulta em aprendizagem. Em sala de aula a aprendizagem de conceitos científicos parte do conhecimento prévio do aluno, internalizado e ressignificando (ao externalizar) durante uma situação de aprendizagem.

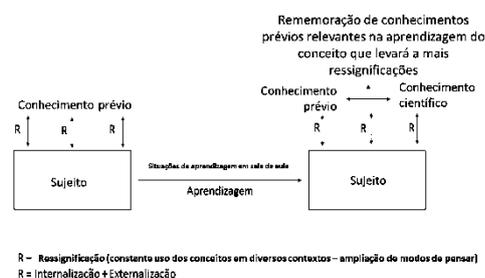
De acordo com Silva e Lyra (2017, p. 34):

A internalização de conceitos científicos em sala de aula não se dá, puramente, a partir de uma transmissão de significados já estabelecidos dentro de uma comunidade científica, mas a partir de um jogo dialético, estabelecendo tensões e oposições, entre o que está sendo posto em sala de aula (visão do conceito estabilizada em um contexto científico) e os conhecimentos prévios (experiências passadas) que os alunos irão rememorar para compreensão do conceito.

É esse jogo dialético, citado pelos autores acima, de interesse neste trabalho, buscando investigar como o material é ressignificado diante de situações estabelecidas aos alunos.

Silva e Lyra (2017), em seus estudos também fazem uma abordagem acerca da memória como um processo de (re)construção de significados, que atuam no processo de aprendizagem de conceitos científicos, cujos significados vão sendo estabelecidos durante os esquemas de memorização. Dentro do contexto de sala de aula, ao rememorar o conhecimento prévio referente a qualquer conceito, o aluno poderá elaborar novos significados cujos são exigidos em alguma situação de aprendizagem. Esse processo de memorização realizado pelo aluno, faz com que ele estabeleça uma relação entre seu conhecimento prévio e seu conhecimento científico, fazendo uma associação com a sua aprendizagem. Diante o surgimento de novas demandas em que é colocado o aluno, ele pode ressignificar novamente as relações estabelecidas anteriormente. Podendo ser resumido no diagrama apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Processo de aprendizagem baseado na memorização



Fonte: Silva e Lyra (2017, p. 38).

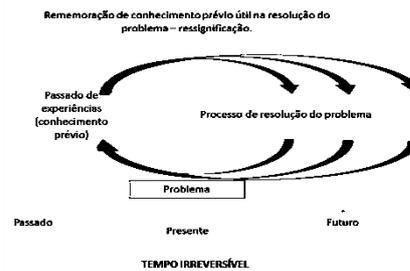
Na figura 3, é visto que um sujeito constrói ao longo de sua vida um conhecimento, sendo este prévio, cujo está o tempo todo sofrendo ressignificação em decorrência da relação do sujeito com o meio social, ao qual ele interage. Desta forma o conhecimento é construído através das ressignificações estabelecidas pelo sujeito em um jogo dialético de tensões e oposições (SILVA; LYRA, 2017).

De acordo com Silva e Lyra (2017), a memória do ponto de vista (re)construtiva possibilita que novos significados possam ser construídos, no qual o aluno atinge a concepção

do conceito, por esquemas mnemônicos atualizados pelas ações presentes interagindo com experiência passadas.

Na resolução de um problema, há construção de significados (Figura 4), quando o estudante rememora seus conhecimentos prévios úteis para a solução do problema, (re)significando esse conhecimento prévio.

Figura 4 - Rememoração e ressignificação de conhecimento prévio na resolução de problemas



Fonte: Silva; Lyra; Waggoner (2020, p. 54, tradução nossa).³

Diante da discussão apresentada, é relevante observar o papel da rememoração na aprendizagem, especificamente, quando há a mediação de uma atividade experimental (diante dos pressupostos que sustentam esse tipo de atividade, discutidos anteriormente). O experimento selecionado foi o de titulação ácido-base para discussão de reações de neutralização, diante da importância deste conteúdo na formação inicial de um(a) docente em Química.

³ SILVA, J. R. R. T.; LYRA, M. C. D. P.; WAGGONER, B. The Microgenetic Analysis of Remembering and Imagining in the Process of Learning Scientific Concepts. **Springer Nature**, Suíça, ago. 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-64175-7_4. Acesso em: 05 mar. 2021.

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa descritiva, pois buscou-se descrever as características dos fatos de interesse, através de uma abordagem de cunho qualitativo, visto que os dados obtidos foram descritivos, buscando analisar a construção de significados através do processo de rememoração dos participantes. Procedimentalmente, classifica-se como estudo de caso, devido ao fato da pesquisa ser aprofundada sobre um objeto de investigação, obtendo as informações necessárias com base no assunto da pesquisa (MOREIRA, 2011).

4.2 SUJEITO E CAMPO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com estudantes do primeiro período do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Pernambuco, campus do Agreste. A justificativa de escolha se dá pelo fato desses alunos ainda não terem tido contato com o conteúdo em questão em nível de graduação. A seleção dos sete participantes ocorreu de forma voluntária, através de um convite realizado por e-mail, no qual os interessados preencheram um formulário de participação e nesta pesquisa foram identificados como A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7.

4.3 COLETA DE DADOS

Ocorreu de forma remota, em decorrência do período pandêmico enfrentado entre os anos de 2020 e 2021 por causa do novo coronavírus. Assim sendo, foi feito uso do Google Meet e Formulários Google. A coleta de dados se deu pelos seguintes momentos:

Primeiro momento – Questionário inicial 1

Teve como objetivo fazer uma sondagem acerca dos conhecimentos prévios dos participantes sobre o assunto a ser trabalhado com eles, tendo em vista que para a aprendizagem ocorrer deva haver uma relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que está sendo ensinado (GUIMARÃES, 2009), para que assim a proposta de intervenção contemplasse os conhecimentos prévios dos alunos. Com base nisso, foram elaboradas sete perguntas, as quais são apresentadas a seguir:

- 1- Para você, o que é um ácido? Exemplifique com uma substância, preferencialmente do seu cotidiano.
- 2- Para você, o que é uma base? Exemplifique com uma substância, preferencialmente do seu cotidiano.
- 3- Considerando a reação entre um ácido e uma base, quais podem ser os produtos formados?
- 4- Quando uma pessoa está com azia, é recomendado que ela tome um tipo de remédio chamado antiácido. Como você explica a ação desses remédios no combate à azia?
- 5- Você sabe o que é uma titulação e quais espécies químicas são envolvidas nesse processo?
- 6- Você sabe o que é uma reação de neutralização? Se sim, explique.
- 7- Em uma reação química qualquer, a quantidade das substâncias envolvidas interfere no processo? Argumente.

Segundo momento – Intervenção: aula experimental no formato remoto

A intervenção consistiu em uma aula experimental na forma remota, com registro em vídeo a partir da captura de tela, cujo plano encontra-se no APÊNDICE A, a fim de analisar como o experimento pode mediar o processo de memorização levando em conta o seu papel na aprendizagem (SILVA; LYRA, 2017). No primeiro momento da intervenção, foram discutido de forma síncrona, com a utilização do aplicativo Google Meet, os conceitos básicos de ácido-base partindo do conhecimento prévio dos alunos, nas respostas obtidas no questionário inicial 1. No segundo momento, foi a apresentação em vídeo da prática experimental realizada de forma assíncrona pela pesquisadora deste trabalho, com os materiais necessários comprados com a verba de aprovação deste trabalho no Edital Apoio à Pesquisa em Ciências Humanas da UFPE, sendo o experimento demonstrado aos alunos, pelo fato de não poder reuni-los para que eles realizassem, devido as medidas de distanciamento adotadas durante esse período de pandemia e o laboratório da instituição, por tais motivos, não encontrar-se disponível para uso. Desta forma, foi utilizado do vídeo-experimental, mobilizando os participantes a partir da seguinte questão: Como identificar experimentalmente se o leite que eu consumo é ácido ou básico? Quais os impactos do pH do leite na saúde humana?

Após a apresentação do vídeo experimental, os dados do experimento exibido foram passados para que os estudantes, em discussão conjunta, determinassem a equivalência da reação estudada, tendo em vista que na titulação é observado o ponto de equivalência quando o número de mols do ácido é igual ao número de mols da base (Equação 3). Assim sendo

houve uma socialização das observações do vídeo experimental e dos dados obtidos pelos alunos.

Em seguida uma nova questão foi levantada: O que ocorrerá com a reação, se for adicionado mais base depois do ponto de equivalência? Para isso foi pedido que os alunos realizassem em casa a reação entre o bicarbonato de sódio e vinagre, instruídos para tal ação. Desta forma, após 3 dias houve um novo encontro com os estudantes para que eles tivessem tempo de realizar o experimento solicitado.

Vale ressaltar que o vídeo experimental da titulação ácido-base foi gravado a partir da utilização do aparato mostrado na Figura 1 e foi disponibilizado no canal do YouTube do grupo de pesquisa NUPACC – Núcleo de Pesquisa em Aprendizagem de Conceitos Científicos (<https://www.youtube.com/watch?v=bB4zJmmDl4o>), para que os estudantes pudessem ter acesso posteriormente à intervenção.

Terceiro momento – Questionários 2 e 3

Os questionários foram usados para analisar as modificações na rememoração dos pontos discutidos na aula e como a atividade experimental pode mediar a construção de novos significados na externalização das respostas. Para realizar essa coleta, foi usado do espaço de tempo 3 dias e, posteriormente, de uma semana (7 dias) a contar do dia da intervenção. Assim, podemos observar como o conhecimento foi rememorado para resolução dos questionamentos que foram colocados nos questionários.

Os questionários 2 e 3 foram realizadas por todos os estudantes, que responderam as mesmas perguntas.

- **No questionário 2:** As perguntas foram embasadas pelas falas dos alunos, no momento de socialização contida na intervenção, usadas para confrontar os pensamentos dos participantes.

- **No questionário 3:** Os alunos responderam as mesmas perguntas do segundo questionário, na qual foram usadas dessas respostas para confrontar seus pensamentos.

Com base nisso, foram elaboradas sete perguntas, as quais são apresentadas a seguir:

- 1- De acordo com que discutimos como você define e caracteriza uma substância como sendo ácida ou básica? Comente sobre.
- 2- Fale um pouco sobre as principais ideias das Teorias Ácido-Base, propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, cujas as diferenciam entre si.

- 3- Foi visto que uma reação de neutralização, cuja ocorre entre um ácido e uma base, pode ser do tipo total ou parcial. Ao trabalhar com esse tipo de reação, utilizando o método de titulação, como podemos observar se a neutralização que ocorrerá será total ou parcial?
- 4- Qual teoria ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) está associada ao processo de titulação? Por quê?
- 5- Em um processo de titulação ácido-base, como é identificado (a nível macroscópico) o ponto de equivalência, da reação? O que acontece com esta se tivermos um excesso de titulante? Como podemos identificar isso?
- 6- Sabendo que o valor de pH de uma determinada substância nos indica se esta é ácida ou básica, dentro da escala de pH existente, que varia de 0 à 14. O que esse valor nos informa em relação a ingestão de alimentos muito ácidos, por exemplo? Como pode ser prejudicial à saúde?
- 7- Ao realizar em casa a reação entre vinagre de álcool e bicarbonato de sódio, você conseguiu visualizar os produtos formados? Comente sobre este fato. E ao adicionar mais bicarbonato de sódio na reação, o que você percebeu?

4.4 ANÁLISE DE DADOS

A forma de análise dos dados adotada foi a análise de conteúdo, que de acordo com Silva (2011) é um tipo de análise que abrange os dados: verbais, observados e escritos, tornando válidas as inferências dos dados. É um método que categoriza as respostas obtidas, codificando os dados e elaborando uma discussão fundamentada em uma base teórica. Sendo adotado neste trabalho por enquadrar os dados a serem alcançados, que tendem a ser verbais, categorizados para interpretação e discussão.

Os dados foram analisados em três blocos, apresentados a seguir:

- Bloco I: Identificando os conhecimentos prévios: corresponde a análise do questionário 1, identificando o conhecimento prévio dos alunos, os quais foram categorizados de acordo com o nível de entendimento que os participantes exprimiram. Dessa forma, poderíamos ter os seguintes perfis: a) **conhecimento adequado** – saber diferenciar ácidos e bases a partir de suas propriedades físicas e químicas, definir as diferentes teorias que explicam os compostos ácido-base e explicar situações do cotidiano com base no conteúdo; b) **conhecimento médio** – saber diferenciar ácidos e bases mas sem saber explicitar essas diferenças em termos de propriedades físico-químicas, a existência de teorias que explicam a natureza dos ácidos e bases mas sem diferencia-las e não saber aplicações do conteúdo em seu cotidiano e c)

conhecimento inadequado – não saber diferenciar ácidos e bases, a existência das teorias ácido-base e a aplicação do conteúdo no cotidiano;

- Bloco II: A experimentação como mediadora da aprendizagem: corresponde a análise da intervenção identificando momentos em que a experimentação agiu como mediadora. A partir do discurso dos participantes, identificando como concepções prévias (identificadas anteriormente) foram rememoradas durante as discussões identificando a emergência de novos significados apreendidos a partir da mediação do experimento. Os novos significados que pretendeu-se identificar foram: Definição de ácido, definição de base, teorias ácido-base, reação de neutralização e pH;

- Bloco III: Rememoração dos conceitos: corresponde a análise da socialização, após exibição do vídeo experimental e aplicação dos questionários 2 e 3. Em ambos os questionários, foi analisado como os participantes rememoram os novos significados construídos durante a intervenção (identificados na etapa anterior) a partir da mediação de momentos da intervenção. A rememoração, neste momento, foi categorizada a partir das modificações mnemônicas que indicam novos significados (SILVA; LYRA, 2019): Importação, Elaboração, Transferência e Transformação. Assim, foram pontuados momentos em que a experimentação foi um elemento mediador no ato de rememorar conhecimentos para responder perguntas referentes ao conteúdo durante a socialização e os questionários.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO BLOCO I- IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

No primeiro momento, os participantes responderam ao questionário de acordo com seus entendimentos acerca dos conteúdos trabalhados nesta pesquisa. De forma geral, foi observado que os alunos apresentaram um conhecimento adequado sobre o conteúdo, apresentando um conhecimento prévio próximo da visão científica, em termos de definições dos conceitos. Contudo, algumas respostas de conhecimento médio ou inadequado surgiram, sendo possível notar que nem todos os alunos, de fato, conheciam o conteúdo de ácidos e bases.

No quadro 2, apresentamos algumas das respostas dos alunos, para as perguntas 1 e 2 do questionário, coletadas durante a pesquisa.

Quadro 2- Respostas de três alunos para as duas primeiras perguntas do questionário

Participantes	Questão 1 – Para você o que é um ácido? Exemplifique com uma substância preferencialmente do seu cotidiano.	Questão 2 – Para você o que é uma base? Exemplifique com uma substância preferencialmente do seu cotidiano.
A1	Conhecimento adequado	Conhecimento médio
	Ácidos são aquelas substâncias formadas por íons H^+ e que possuem pH abaixo de 7. Por exemplo: HCl (ácido clorídrico). No cotidiano, temos o limão como um exemplo bem clássico de ácido.	Bases são aquelas substâncias formadas por íons OH^- e que possuem pH acima de 7. Por exemplo: $NaOH$ (hidróxido de sódio). No cotidiano, temos o sabão como um exemplo de base.
A4	Conhecimento adequado	Conhecimento adequado
	São substâncias que em solução aquosa sofrem ionização, ácido é doador de prótons H^+ . Um exemplo no cotidiano é o ácido acético que é o principal componente do vinagre.	São substâncias que sofrem dissociação iônica, liberando íons OH^- (hidroxila), um exemplo do cotidiano é o hidróxido de sódio (soda cáustica).
A5	Conhecimento inadequado	Conhecimento adequado
	Substância que possui a capacidade de corroer ou deteriorar objetos, possuindo um pH abaixo do neutro (7), exemplo: suco de limão que possui um pH significativamente baixo	Substância que possui a capacidade de neutralizar o ácido, possuindo um pH acima do neutro (7), exemplo: soda caustica que possui um pH alto.

Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao quadro 2 acima, percebemos que o aluno A1, na questão 1, caracterizou um ácido a partir de suas propriedades químicas, sendo formado por íons H^+ e por ter um valor de pH abaixo de 7. Enquanto o participante A4 caracterizou um ácido fazendo uso da Teoria de Arrhenius, em que uma substância dessa espécie está em solução aquosa e sofre ionização, também fazendo uso da Teoria de Bronsted-Lowry ao citar que um ácido é uma substância doadora de prótons (ATKINS; JONES, 2012). Consideramos esses conhecimentos como adequados, porque se aproxima de uma visão científica, fundamentada em propriedades químicas das substâncias e de teorias que as abordam. Em contrapartida, o aluno A5 apresentou um conhecimento inadequado para a questão 1, embora ele tenha citado a escala de pH que se encontra uma substância ácida e cite um exemplo no cotidiano de forma adequada, ele caracterizou um ácido sem apresentar nenhuma propriedade química ou alguma teoria que fundamentasse sua resposta, indo de acordo ao que Souza e Silva (2018) aborda em seus estudos, que diz respeito a substâncias dessa espécie serem entendidas como corrosiva e deteriorável por não haver um conhecimento químico a seu respeito.

Em relação as respostas dos estudantes para a questão 2, contidas no quadro 2, foi possível observar que os alunos A4 e A5 apresentaram um conhecimento prévio que vai de encontro ao conhecimento científico, pois ao definirem uma base, o estudante A4 por exemplo, fez uso da Teoria de Arrhenius ao citar a liberação da hidroxila por uma substância básica, enquanto que o participante A5, definiu uma base como uma substância que tem capacidade de neutralizar um ácido, citando também a escala de pH que uma substância desse tipo se enquadra. Já o aluno A1, apresentou um conhecimento médio, pois embora defina corretamente uma base em termos de suas propriedades químicas, o exemplo dado por ele de uma substância básica no cotidiano é equivocada, tendo em vista que o sabão nada mais é que um produto formado entre um ácido e uma base.

Desta forma, sendo considerado a reação entre um ácido e uma base (de Arrhenius e Bronsted-Lowry), os alunos foram questionados na pergunta 3 do questionário acerca dos produtos formados em uma reação ácido-base. Pelas respostas obtidas, os alunos A1, A2, A3, A4, A6 e A7, apresentaram um conhecimento adequado citando como produtos obtidos neste tipo de reação um sal e água, já o aluno A5 respondeu que o produto formado seria: “*Cloreto de sódio (NaCl) e água (H₂O)*”, citando um sal específico, não estando de acordo a pergunta feita, por ele não ter apresentado nenhuma reação que justificasse sua resposta.

Para as perguntas 4 e 5 do questionário, também foi possível observar conhecimentos prévios que se aproximaram da visão científica, assim como conhecimentos que se distanciaram um pouco, conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3- Respostas de três alunos para as perguntas quatro e cinco do questionário

Participantes	Questão 4 – Quando uma pessoa está com azia, é recomendado que ela tome um tipo de remédio chamado antiácido. Como você explica a ação desses remédios no combate a azia?	Questão 5 – Você sabe o que é uma titulação e quais espécies químicas são envolvidas nesse processo?
A2	Conhecimento adequado	Conhecimento médio
	O antiácido seria uma substância básica que age neutralizando o ácido que esteja causando azia.	É um processo que determina a concentração de determinadas substâncias em uma substância composta.
A5	Conhecimento adequado	Conhecimento adequado
	Esse remédio possui um pH alcalino sendo assim um neutralizador do ácido clorídrico, ajudando a diminuir a queimação causada pela a azia	Titulação é um processo utilizado para analisar a quantidade de concentração de uma substância, utiliza-se um ácido e uma base junto com um indicador universal para observar e reconhecer qual é o pH da substância.
A6	Conhecimento inadequado	Não apresentou nenhum tipo de conhecimento a respeito
	O antiácido vai equilibrar o pH do nosso corpo e conseqüentemente aliviar os sintomas.	Não.

Fonte: Elaboração própria.

Como visto no quadro 3, os alunos A2 e A5 apresentaram um conhecimento prévio que se aproximou de uma visão científica, pois justificaram o antiácido agir como um neutralizador do ácido contido no estômago, por conter um sal básico em sua composição causando assim uma reação de neutralização na região de interesse. Em contrapartida o aluno A6, apresentou um conhecimento prévio que se distanciou da visão científica, sendo este conhecimento inadequado, pois o antiácido vai equilibrar o pH do estômago, não do nosso corpo como um todo, especificado na resposta desse participante.

Ao questionar esses mesmos alunos a respeito do processo de titulação, quinta pergunta do questionário, quadro 3, o participante A5 apresentou um conhecimento adequado, pois a sua resposta se enquadra na definição de titulação apresentada em Skoog *et al.* (2010). Já o conhecimento apresentado pelo aluno A2 é um conhecimento médio, tendo em vista pela resposta apresentada, o discente entende o que é a titulação, mas cita essa em função de substâncias compostas, não em função de substâncias ácidas e básicas.

Para as duas últimas perguntas do questionário, também foi possível analisar os tipos de conhecimentos prévios em algumas das respostas obtidas, havendo em algumas delas um distanciamento da visão científica existente, conforme mostrado no quadro 4, abaixo.

Quadro 4- Respostas de dois alunos para as perguntas seis e sete do questionário

Participantes	Questão 6 – Você sabe o que é uma reação de neutralização? Se sim, explique.	Questão 7 – Em uma reação química qualquer, a quantidade das substâncias envolvidas interfere no processo? Argumente.
A3	Conhecimento médio	Conhecimento inadequado
	A base e o ácido inibem um ao outro.	Sim, podem agilizar o processo.
A4	Conhecimento adequado	Conhecimento inadequado
	Sim, e a reação que ocorre na mistura de um ácido com uma base.	A quantidade não, o que poderia interferir seria o tipo de substância.

Fonte: Elaboração própria.

Como visto no quadro 4, para a questão 6, o aluno A4 apresentou um conhecimento prévio adequado ao ponto de vista científico, ao definir uma reação de neutralização ocorrer entre um ácido e uma base, como apresentado em Skoog *et al.* (2010). Já o aluno A3 apresentou um conhecimento médio, pois ele entende que o ácido e a base se neutralizam, entretanto na sua resposta não deixou claro esse tipo de reação ocorrer justamente entre espécies ácido-base. Para a última questão desse questionário, os alunos A3 e A4, apresentaram um conhecimento inadequado, se distanciando da visão científica. O discente A3, citou que as quantidades das substâncias envolvidas em uma reação agiliza o processo, o que estaria correto se a pergunta tratasse de catalisadores de reação, apresentando para pergunta uma resposta inadequada, já para A4 a quantidade das substâncias envolvidas numa reação não interfere no processo, sendo este um conhecimento inadequado, pois em uma reação química a quantidade das substâncias interferem diretamente na reação de interesse (SKOOG *et al.*, 2010).

Desta forma, de acordo com algumas das respostas dos alunos apresentadas, das 49 coletadas durante a pesquisa, foi possível observar que alguns desses alunos não possuíam um conhecimento químico a respeito do conteúdo trabalhado na pesquisa, por isso é necessário sempre fazer um levantamento acerca do conhecimento prévio dos alunos ao trabalhar um determinado conteúdo com eles, para tentar iniciar a abordagem do ponto de vista desses sujeitos (GUIMARÃES, 2009).

5.2 ANÁLISE DO BLOCO II- EXPERIMENTAÇÃO COMO MEDIADORA DA APRENDIZAGEM

Ao realizar uma análise acerca da intervenção, foi possível identificar momentos em que a experimentação mediou o processo de aprendizagem dos alunos, através dos novos significados externalizados verbalmente por eles, após realizado uma socialização com eles, em que a parte teórica e experimental do conteúdo já haviam sido discutidas.

Tais mediações foram observadas por meio de questionamentos, um deles consistiu em saber se os alunos achavam que através de uma titulação ácido-base, no caso em questão envolvendo o hidróxido de magnésio e o leite, poderia ser obtido alguma informação dos reagentes utilizados, o aluno A2 apresentou como resposta: *“Eu acho que você pode pela quantidade de base que vai adicionando você vê quão ácido era o leite que você tava utilizando”*. Na fala desse participante foi possível observar que houve uma mediação do experimento em sua resposta, pois no vídeo experimental apresentado aos alunos o analito era o ácido (leite) e o titulante era a base (hidróxido de magnésio), então era possível ter informações a respeito do volume da base que estava sendo gasto na titulação, em que sabendo informações de ambas as espécies envolvidas, através de cálculos é possível determinar o pH do leite em pontos específicos da titulação, como é visto no livro de Skoog *et al.* (2010). Vale ressaltar que no caso da prática em questão, os alunos realizaram o cálculo da concentração do ácido ao atingir o ponto de equivalência, fazendo uso da Equação 3, obtendo como resultado $C_{\text{ácido}} = 0,52745 \text{ mol/L}$.

Quando os alunos foram questionados sobre o que ocorreria com uma titulação ácido-base se fosse adicionado mais base depois do ponto de equivalência da reação, os participantes A2, A5 e A7, responderam:

A2: *“Vai ficar numa coloração um rosa escuro”*.

A5: *“Vai se tornar uma substância alcalina”*.

A7: *“A partir do momento que teve um excesso de base, vira uma neutralização parcial”*.

É possível identificar que as respostas dadas por estes participantes foram fundamentadas pelo experimento apresentado aos mesmos, uma vez que no vídeo da titulação, a coloração foi um rosa claro, indicando que a equivalência foi atingida ao obter aquela coloração, desta forma quanto mais passasse do ponto de interesse, mais escuro ficaria a coloração no Erlenmeyer, como pontuado pelo aluno A2 (que se prende ao aspecto

macroscópico do assunto tratado), tornando o produto final alcalino, como citado pelo aluno A5, e conseqüentemente o excesso de base tornaria a reação estudada em uma neutralização parcial, como colocado pelo estudante A7 (que utilizasse de um termo específico da química em sua explicação), pois haveria um excesso de um dos reagentes, neste caso a base.

Sabendo que em uma titulação ácido-base as Teorias de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, podem estar associadas, os alunos foram questionados sobre que teoria eles achavam que estaria relacionado a esse tipo de titulação, sendo respondida por A2: *“A de Lewis, por conta, não foi ele quem falou sobre a troca de próton? Onde o ácido doa e a base recebe? Ah não, foi Bronsted-Lowry”*. A resposta dada por A2 é mediada pelo experimento apresentado aos alunos, uma vez que ao ocorrer uma mudança de coloração no Erlenmeyer, por meio de duas substâncias diferentes, uma ácida, sendo o leite e outra básica, neste caso o hidróxido de magnésio, o estudante entende que ocorreu uma reação, na qual a espécie ácida doou seu próton ionizável para a base, para que assim a reação acontecesse, podendo ser observado tal ação por meio da coloração obtida.

Ao serem questionados sobre os impactos do pH do leite na saúde humana, como a ingestão de um leite muito ácido, o participante A2 respondeu: *“Acho que é mais a questão do desgaste do estômago e do intestino como qualquer alimento muito ácido”*. Sendo possível observar que este aluno, passou a compreender que a ingestão de alimentos muito ácidos de maneira geral, é prejudicial à saúde e que o processo de titulação pode ser aplicado a diversas substâncias cotidianas, para se obter informações referentes.

Como pode ser observado, por alguns questionamentos feitos durante o momento de socialização, é possível notar que as respostas dos alunos, aqui apresentadas, tiveram a experimentação como mediadora no processo de rememoração de alguns conceitos químicos sobre ácido e base, em que as respostas obtidas tiveram como embasamento o experimento, apresentando assim respostas direcionadas ao conteúdo, de forma clara e objetiva, diferenciando das respostas obtidas no questionário 1.

5.3 ANÁLISE DO BLOCO III- REMEMORAÇÃO DOS CONCEITOS

Durante a análise dos questionários 2 e 3, foi possível observar em algumas questões que o processo de significação se deu através da rememoração e modificações no conhecimento prévio refletivas por alterações mnemônicas, classificadas em: Elaboração, Transformação e Importação, categorias essas definidas por Bartlett (SILVA; LYRA, 2019).

A Elaboração que consiste em novas ideias construídas a partir de uma autorreflexão, preenchendo determinadas lacunas de memória, foi observada na fala do aluno A1, na questão quatro do questionário, conforme apresentado no quadro 5. Vale ressaltar que em ambos os questionários as perguntas eram as mesmas.

Quadro 5- Respostas do aluno A1 para questão quatro dos questionários

Participantes	Questão 4 – Qual teoria ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) está associada ao processo de titulação? Por quê?	
	Questionário 2	Questionário 3
A1	A teoria de Lewis. O porquê não me lembro bem.	A teoria de Lewis pois propõe que, enquanto um ácido recebe elétrons, a base doa.

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar no quadro 5, que na primeira resposta dada pelo aluno A1, no questionário 2, ele cita que a teoria ácido-base associada ao processo de titulação seria a de Lewis, entretanto não consegue justificar sua resposta. Ao ser questionado novamente a respeito, no questionário 3, é observado que o estudante A1 mantém a teoria e acrescenta uma explicação que está de acordo com a teoria ao qual ele associa, confirmando que houve uma autorreflexão e uma lacuna na memória foi preenchida, embora a teoria pertinente ao processo de titulação seja a de Bronsted-Lowry, pois ocorre uma transferência de H^+ (íon hidrogênio) do ácido para a base.

Uma outra categoria de rememoração é a Importação, que consiste em surgir novos elementos na lembrança com características advindas de outros contextos, a qual foi observada nas respostas dos alunos A4 e A5, na questão um dos questionários 2 e 3, apresentados no quadro 6.

Quadro 6- Respostas dos alunos A4 e A5 para a questão um dos questionários

Participantes	Questão 1 – De acordo com o que discutimos como você define e caracteriza uma substância sendo ácido ou básica?	
	Questionário 2	Questionário 3
A4	Ácida que em solução aquosa libera H^+ (hidrogênio) ionizado H^+ e possuem pH entre 0 até 7, já a básica libera íons negativos (OH^-) e possuem pH de 7 a 14.	São substâncias que em solução aquosa libera H^+ e tem pH entre 0 e 7 enquanto as bases em solução aquosa liberam OH^- e tem pH ente 8 e 14.
A5	Ácido é uma substância corrosiva que possui pH abaixo do 7 e base é uma substância alcalina que possui pH maior que 7.	Ácido é uma substância com a capacidade de corroer materiais e possui um pH menor que o neutro (7) e Base é uma substância com caráter alcalino possuindo pH maior que o

	neutro (7).
--	-------------

Fonte: Elaboração própria.

Na resposta do estudante A4, no questionário 2, como apresentado no quadro 6 acima, é visto que ele define um ácido e uma base em termos de H^+ e OH^- e dos valores de pH dessas substâncias, citando o pH do ácido entre 0 à 7 e da base entre 7 à 14. Já no questionário 3, ao responder a mesma questão, esse estudante cita o pH do ácido entre 0 à 7 e da base entre 8 à 14, informação essa do pH da base ser entre 8 à 14, foi advinda de outro contexto, uma vez que esse valor não foi discutido na aula, contida no momento da intervenção. Em contra partida o aluno A5, ao responder a questão um, conforme apresentado no quadro 6, define no primeiro momento, ácido como uma “*substância corrosiva*”, enquanto que ao ser questionado novamente a respeito, no questionário 3, ele define ácido em termos da capacidade de uma substância dessa espécie corroer materiais, podendo ser observado que novos elementos surgiram na lembrança, advindas de um outro contexto, que não estava inserido na aula.

E por fim, uma outra categoria da memória, presente nas respostas obtidas do aluno A6, para as questões dois e sete dos questionários, mostrados no quadro 7 abaixo e pelo aluno A5 para a questão quatro dos questionários, conforme mostrado no quadro 8, é a Transformação, que consiste em substituir termos específicos do material lembrado por termos comuns/familiares ao sujeito.

Quadro 7- Respostas do aluno A6 para as questões dois e sete dos questionários

Participante	Questão 2 – Fale um pouco sobre as principais ideias das Teorias Ácido-Base, propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, cujas as diferenciam entre si.	
	Questionário 2	Questionário 3
A6	Arrhenius- Criou os termos dissociação iônica e ionização, onde o primeiro se refere à separação de íons em um meio aquoso e o segundo se refere à formação de íons. Bronsted-Lowry- Tem como base a reação de neutralização, onde o ácido doa elétrons e a base recebe. Lewis- Define que ácido é todo elemento que aceita receber um elétron e base é todo elemento que doa elétron.	Arrhenius: Em meio aquoso, ácidos liberam cátions H^+ e bases ânions OH^- . Bronsted-Lowry: em reações, ácidos doam prótons e bases recebem. Lewis: essa teoria diz que ácidos recebem elétrons e bases doam.
Participante	Questão 7 – Ao realizar em casa a reação entre vinagre de álcool e bicarbonato de sódio, você conseguiu visualizar os produtos formados? Comente sobre este fato. E ao adicionar mais bicarbonato de sódio na reação, o que você percebeu?	
	Questionário 2	Questionário 3
A6	Sim, ao misturar os dois foi possível	Visualmente foram formados bolinhas

	ver uma efervescência, formando como produto o CO ₂ .	de ar, ou seja foi formado CO ₂ .
--	--	--

Fonte: Elaboração própria.

Como visto no quadro 7 acima, ao falar um pouco sobre as teorias de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, o estudante A6, ao ser questionado pela primeira vez, no questionário 2, fala sobre a teoria de Arrhenius, usando os termos dissociação iônica e ionização, ao responder a mesma pergunta posteriormente, no questionário 3, esse aluno substitui os termos específicos por termos familiares, como liberação de cátions (H⁺) e ânions (OH⁻). E na questão 7, também é observado a categoria de memória Transformação, pois ao realizar o experimento em casa, solicitado na aula, o aluno A6, no questionário 2, diz que ao misturar os dois reagentes (vinagre de álcool e bicarbonato de sódio) observou uma efervescência. Ao responder a mesma pergunta no questionário 3, o estudante A6, usou os termos “*bolinhas de ar*”, substituindo um termo específico (efervescência), por um termo familiar a ele.

Também foi observado a modificação de memória Transformação nas falas dos aluno A5, na questão quatro dos questionários 2 e 3, como mostra o quadro 8.

Quadro 8- Respostas do aluno A5 para questão quatro dos questionários

Participante	Questão 4 – Qual teoria ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) está associada ao processo de titulação? Por quê?	
	Questionário 2	Questionário 3
A5	Bronsted-Lowry, por ser uma teoria que se aproxima das atuais esse método ainda é associado a titulação "ácido recebe elétrons e a base doa"	Teoria de Bronsted-Lowry, porque se baseia na transferência de prótons, que é o íon hidrogênio H ⁺ (aq), entre ácidos e bases e tal fenômeno ocorre no processo de titulação.

Fonte: Elaboração própria.

O estudante A5, ao responder a questão quatro, conforme apresentado no quadro 8, cita que a titulação envolve a teoria de Bronsted-Lowry, no qual segundo ele o “*ácido recebe elétrons, a base doa*”, estando essa definição relacionada a teoria de Lewis, entretanto ao responder a mesma pergunta no questionário 3, esse estudante mantém a teoria associada e justifica em termos da transferência de prótons, como de fato é a teoria de Bronsted-Lowry, havendo uma transformação na memória, em que a transferência de elétrons se transformou na transferência de prótons.

De forma geral, segundo as respostas aqui apresentadas de alguns alunos, é visto que novos significados foram construídos pelos estudantes, tendo a experimentação como mediadora nesse processo, de aprendizagem de novo conceitos.

Pois de acordo com Bartlett (SILVA; LYRA, 2017), o processo de rememoração acaba por impulsionar a construção de novos significados. Dentro do contexto de sala de aula, através da externalização dos novos significados, é possível que o professor identifique o que o aluno de fato aprendeu do conteúdo abordado e se o conhecimento se enquadra ao conhecimento científico.

Esses novos significados construídos pelos alunos, os quais foram classificados em Transformação, Importação e Elaboração, de acordo com as categorias de modificação da memória definidas por Bartlett (SILVA; LYRA, 2019), como visto no tópico anterior (5.3), possibilita um direcionamento para aprendizagem, uma vez que leva o aluno a revisitar internamente a experiência vivida, por meio do domínio intrapsicológico (VALSINER, 2012), no caso em questão por meio da aula experimental, levando o aluno a aprender determinados conceitos por meio de ressignificações que ocorrem pelas ações presentes interagirem com as experiências passadas (SILVA; LYRA, 2017).

Desta forma ao ocorrer uma Elaboração, o aluno consegue por meio de uma autorreflexão, lembrar características acerca do material de interesse que acaba por direcionar ao que ele de fato conseguiu entender a respeito do conteúdo discutido, caracterizando sua aprendizagem. Ao ocorrer uma Importação na memória, novos elementos podem surgir, podendo estes estarem relacionados ao conteúdo ou não, essas novas características importadas podem estar relacionada ao conhecimento prévio do aluno, cuja nem sempre está ligado ao conhecimento científico, entretanto é o conhecimento que o aluno possui que acaba sendo direcionado por elementos advindos de outros contextos, que vai além da sala de aula. Enquanto a Transformação permite que o aluno consiga explicar o que aprendeu fazendo uso de termos que são familiares a ele e de fácil compreensão, permitindo uma aprendizagem que é próxima ao aluno.

Assim sendo, as modificações que ocorrem na memória acabam por direcionar a aprendizagem dos alunos, uma vez que há construção de significados, de acordo o entendimento dos envolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem muitos experimentos que permitem abordar diversos conteúdos no Ensino de Química. Um exemplo é a Titulação, que pode ser utilizada no ensino de ácido-base. Entretanto, vale ressaltar que na maioria das vezes a experimentação está ligada a comprovação da teoria, não instigando os alunos a desenvolverem um pensamento químico formalizado a respeito, assim sendo este trabalho buscou analisar a construção de significados sobre o conteúdo ácido-base, através de uma aula experimental de titulação, envolvendo o processo de rememoração dos alunos. Desta forma, a utilização de um questionário inicial, a aula experimental e aplicação de questionários, posteriores a aula, mostrou-se pertinente, uma vez que tornou-se possível ter acesso a compreensão dos alunos sobre o conteúdo trabalhado.

Através das respostas obtidas no primeiro questionário, foi observado que grande parte dos alunos apresentaram um conhecimento prévio que se aproxima do conhecimento científico, entretanto conhecimentos que se distanciavam da visão científica também foi observado. Já em relação a aula experimental, foi notado nas falas de alguns dos alunos que novas construções sobre o conteúdo ácido-base foram feitas, ocorrendo por mediação do experimento, ao qual tiveram acesso, sendo a experimentação abordada do tipo problematizadora, envolvendo a participação dos estudantes durante todo o processo.

Nas respostas dadas pelos alunos nos questionários 2 e 3, foi possível identificar os novos significados construídos, pelo fato dos participantes externalizarem seus conhecimentos, devido estes questionários apresentarem as mesmas perguntas, ao responder pela segunda vez, questões referentes ao conteúdo ácido-base, foi observado modificações nas respostas dos alunos. No questionário 3 por exemplo, foi possível identificar a ocorrência de ressignificações em algumas respostas, isto porque ao rememorar o conhecimento de interesse, novos elementos acabaram por surgir na memória, advindas da aula, em que o experimento acabou por mediar a aprendizagem dos alunos, fazendo com que eles conseguissem relacionar a pergunta com a resposta de interesse, uma vez que o experimento possibilitou a mediação entre os alunos e o fenômeno estudado, contribuindo para que o processo de aprendizagem ocorresse.

Sendo assim, o ensino do conteúdo ácido-base, fazendo uso da experimentação, acaba permitindo que os alunos rememorem determinados conceitos mais facilmente, por meio do experimento, que age como mediador no processo de aprendizagem dos envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. F. D. O uso da experimentação no ensino de Ciências e as perspectivas pedagógicas. **Revista Pró-Discente**, Vitória - ES, v. 25, n. 2, p. 165-179, 2019. Disponível em: https://www.ifmg.edu.br/arcos/pos-grad-docencia/artigos-e-produtos/turma-2018-1/artigo_marcella_fortunato_2018-1.pdf. Acesso em: 18 jun. 2021.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípio de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- FRANCISCO JÚNIOR, W. E. F.; FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, nov. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2021.
- GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43- 49, nov. 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- GOMES, S. I. A. A.; *et al.* **Volumetria de Neutralização** - Abordagens Teórico-Experimentais. São Carlos: Pedro & João Editores, 2018. Disponível em: https://palmas.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/Volumetria-de-Neutraliza%c3%a7%c3%a3o_EBOOK.pdf. Acesso em: 20 abri. 2021.
- GONÇALVES, F. P; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/494/297>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. **Revista Debate em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 136-152, 2020. Disponível em: <http://200.17.137.114/index.php/REDEQUIM/article/view/2627>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 29 jan. 2021.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- NASCIMENTO, G. S; SANTOS, B. F. Aprendizagem dos conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 179-189, maio 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_2/10-EQF-12-18.pdf. Acesso em: 11 fev. 2021.
- NUNES, A. O.; *et al.* Revisão no Campo: O Processo de Ensino-Aprendizagem dos Conceitos Ácido e Base entre 1980 e 2014. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 2,

p. 185-196, maio 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/14-CP-81-15.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.

SILVA JÚNIOR, E.A.; PARREIRA, G. G. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino da Química no ensino médio. **Revista Tectnia**, v. 1, n. 1, p. 67-82, 2016. Disponível em: <https://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/32/9>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SILVA, J. R. S. Princípios de pesquisa na área de educação: análise de dados. **Botânica Online**, 2011. Disponível em: http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/www.botanicaonline.com.br_silva2011_analiseedu.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

SILVA, J. R. R. T.; LYRA, M. C. D. P. Rememoração: contribuições para a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos. **Revista Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 33-40, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572017000100033. Acesso em: 19 fev. 2021.

SILVA, J. R. R. T.; LYRA, M. C. D. P. Learning the Concept of Chemical Substance: the Role of Reconstructive Memory. **Springer Nature**, Suíça, ago. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42087-019-00072-y>. Acesso em: 19 fev. 2021.

SKOOG, D. A.; *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SOUZA, C. R.; SILVA, F. C. Discutindo o contexto das definições de ácido e base. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 14-18, fev. 2018. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_1/04-CCD-52-17.pdf. Acesso em: 11 fev. 2021.

SOUZA, F. L.; *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.

VALSINER, J. **Fundamentos de uma psicologia cultural**: mundos da mente, mundos da vida. Porto Alegre: Artmed, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

PLANO DE AULA



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA
Núcleo de Formação Docente



Data:	Horário:	Duração: 120 min	Local e Sala:
Disciplina:		Turma:	
Assunto: Reação ácido-base através do processo de titulação.			Nº de discentes: 4

Objetivo geral				
Realizar experimentos com reação ácido-base.				
Objetivos específicos				
<ol style="list-style-type: none"> 1) Identificar um ácido e uma base, diferenciando-os conceitualmente; 2) Identificar e quantificar experimentalmente o número de mols no ponto de equivalência; 3) Identificar o tipo de neutralização no ponto de equivalência e após esse ponto. 				
Materiais e recursos didáticos:				
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de slides; • Instrumentos laboratoriais: 4 Erlenmeyer de 100mL; 1 Bureta de 50mL; 1 Suporte universal; • Fenolftaleína; • Solução de Hidróxido de Magnésio. • Leite e Água. 				
Conhecimento Prévio necessário				
<ul style="list-style-type: none"> • Ácido-base; • Reação de Neutralização, • Técnica de Titulação. 				
Estratégia e sequência de ensino				
Duração	Conteúdo	Atividade do professor	Atividade dos alunos	Material e recurso didático
20 min	Socialização dos conhecimentos prévios dos alunos.			
40 min	Introdução ao conteúdo.			Apresentação de slides
20 min	Apresentação do vídeo de titulação ácido-base			Instrumentos laboratoriais, Fenolftaleína, Solução de Hidróxido de Magnésio, Leite e Água.
20 min	Realização dos			

	cálculos da prática			
20 min	Explicação para realização de uma atividade experimental em casa			
Avaliação (para cada objetivo específico proposto)				
1) Discussão durante a aula. 2) Apresentação dos cálculos após a prática. 3) Discussão no encontro seguinte do experimento realizado.				
Bibliografia				
• SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. Fundamentos de Química Analítica . São Paulo: Cengage Learning, 2010.				