UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

GERUZA DA SILVA NASCIMENTO

TITULAÇÃO: ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO ESCOLAR DE ÁCIDOS E BASES

JEQUIÉ - BA

DEZEMBRO – 2017

GERUZA DA SILVA NASCIMENTO

TITULAÇÃO: ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO ESCOLAR DE ÁCIDOS E BASES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do titulo de Mestre (a) em Química

Área de concentração: Química Analítica

Orientador: Dr. Bruno Ferreira dos Santos

JEQUIÉ-BA

DEZEMBRO – 2017

N244t Nascimento, Geruza da Silva.
Titulação: atividade prática no ensino escolar de ácidos e bases/ Geruza da Silva Nascimento.- Jequié: UESB, 2017.
70f.; 30cm

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sob orientação do Dr. Bruno Ferreira dos Santos)

1.Ácidos e bases 2.Linguagem 3.Experiemntação 4.Ensino de química I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia II. Título

CDD – 540

Rafaella Câncio Portela de Sousa - CRB 5/1710. Bibliotecária – UESB - Jequié

Geruza da Silva Nascimento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Química.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM **06/12/2017.**

Comissão Examinadora:

Bruno Ferreira dos Santos

Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos
(UESB, Jequié)
(Orientador)

Elisa Prestes Massena

Profa. Dra. Elisa Prestes Massena
(UESC, Ilhéus)

Marcos de Almeida Bezerra

Prof. Dr. Marcos de Almeida Bezerra
(UESB, Jequié)

AGRADECIMENTO

Agradeço:

- a Deus, por estar sempre presente em minha vida, me iluminando e abençoando, abrindo os caminhos e me sustentando em toda minha trajetória;

- ao Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos, pela orientação valiosa, confiança, disposição, paciência e respeito, minha gratidão;

- a Prof. Dr. (a) Sulene Alves de Araújo pela paciência e valiosa colaboração no estágio de docência;

- a todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Química (PGQUI), alunos e professores que proporcionaram este momento de crescimento;

- a Prof. Dr (a). Simone Andrade Gualberto pelo auxilio e utilização dos materiais do laboratório de Biotecnologia, pela confiança e amizade;

- a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa;

- ao meu esposo José Caldas Neto pelo incentivo e dedicação constante a concretização dessa etapa tão importante de nossas vidas;

- a meu filho amado Dan Vitor, razão pela qual enfrentei todas as barreiras que encontrei ao longo dessa caminhada;

- aos meus pais e toda minha Família e amigos que me incentivaram e estiveram sempre próximos em vários momentos durante este período tão enriquecedor, me dando suporte e atenção.

Titulação: Atividade prática no ensino escolar de ácidos e bases

Autor(a): Geruza da Silva Nascimento

Orientador: Dr. Bruno Ferreira dos Santos

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo investigar a apropriação dos conceitos de ácidos e bases por meio de uma intervenção experimental junto a estudantes do segundo ano do Ensino Médio. Baseado nos estudos sobre a linguagem e sua relação com a aprendizagem da Química, a pesquisa envolveu a aplicação de um questionário acerca do tema antes e após a realização de uma titulação de neutralização ácido-base realizada pelos alunos. Um total de 69 estudantes de quatro escolas públicas urbanas de Jequié e Itapetinga participou da intervenção e responderam o questionário. Suas respostas foram analisadas por meio de categorias relacionadas com o conhecimento químico e comparadas entre si, para averiguar a mudança na linguagem dos estudantes. Os resultados revelaram que a maioria dos estudantes se apropriou de uma linguagem mais próxima da linguagem científica, sugerindo que a intervenção experimental, quando bem planejada e realizada, é capaz de contribuir para a apropriação e aquisição da linguagem científica no ensino de Química.

Palavras - chave: – Ácidos e Bases; Linguagem; Experimentação; Ensino de Química.

Titulation: Practical activity in school education of acids and bases

Autor(a): Geruza da Silva Nascimento

Orientador: Dr. Bruno Ferreira dos Santos

ABSTRACT: The present dissertation aimed to investigate the appropriation of the concepts of acids and bases by means of an experimental intervention with students of the second year of High School. Based on the studies on language and its relation with the learning of Chemistry, this research involved the application of a questionnaire about the subject before and after an acid-base titration developed by the students. A total of 69 students from four urban public schools of Jequié and Itapetinga participated in the intervention and answered the questionnaire. Their responses were analyzed through categories related to chemical knowledge and compared to each other to ascertain the change in students' language. The results revealed that the majority of the students appropriated a language closer to the scientific language, suggesting that the experimental intervention, when well planned and realized, is capable of contributing to the appropriation and acquisition of scientific language in the teaching of Chemistry.

Keywords: Acids and Bases; Language; Experimentation; Chemistry teaching.

LISTA DE REAÇÕES

Pág.

(1) Formação de água a partir de um ácido e de uma base 16

(2) Reação de neutralização da água 16

(3) Reação genérica da auto - ionização de solventes segundo Franklin (1905) . 17

(4) Reação de neutralização da equação de Franklin segundo Cady e Elsey (1928) 17

(5) Reação de neutralização da equação de Franklin segundo Cady e Elsey (1928) 17

(6) Reação de neutralização ácido-base segundo Brønsted (1923) 18

(7) Reação de neutralização ácido-base segundo Lewis (1923) 18

(8) Reação de Neutralização segundo Lux (1939) 19

(9) Reação de ionização do ácido clorídrico 20

(10) Reação de ionização da amônia 20

(11) Constante de equilíbrio da auto ionização da água 20

(12) Produto iônico da água 20

(13) Definição de pH 21

(14) Definição de pOH 22

(15) Produto iônico da água 22

(16) Relação entre pH e pOH 22

(17) Reação inversa de auto - ionização da água 22

(18) Reação de neutralização 23

LISTA DE FIGURAS E IMAGENS

Pág.

Figura 3.1. pHmetro. 23

Figura 3.2. Indicador universal. 23

Figura 3.3. Força relativa de ácidos e bases de Brønsted 25

Imagem 5.1. Gráfico de barras com a frequência das respostas relacionadas aos conceitos (Questão 2). 32

Figura 5.2: Níveis do conhecimento químico. 34

Imagem 5.3: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos (Questão 3). 35

Imagem 5.4: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 4). 37

Imagem 5.5: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 5). 40

Imagem 5.6: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 6). 42

Imagem 5.7: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 6). 44

Imagem 5.8: Gráfico de colunas das respostas relacionadas aos as respostas nulas referentes a cada conceito. 46

Sumário

Pág.

1. INTRODUÇÃO..... 01

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM DAS TEORIAS ÁCIDO-BASES 03

2.1.2- Ensino e aprendizagem de conceitos químicos 03

2.1.3- O papel da experimentação no ensino das ciências 05

2.1.4- Intervenções experimentais no ensino e aprendizagem da química 08

2.1.5- Linguagem e expressões científicas utilizadas no ensino de teorias ácido-base. 11

2.2. CONTEXTUALIZAÇÃO CIENTIFICO-PEDAGÓGICA DO TEMA "TEÓRIAS ÁCIDO-BASE" 14

2.2.1 - Um pouco da história sobre ácidos e bases na Química 14

2.2.2 - Teorias ácido- base 16

2.2.3-Teoria de Arrhenius 16

2.2.4- Teoria dos sistemas solventes 16

2.2.5- Teoria protônica 17

2.2.6- Teoria eletrônica 18

2.2.7- Teoria de Lux 19

2.2.8- Teoria de Usanovich 19

2.2.9- Teoria ionotrópica 19

2.2.10 - Propriedades da água como resultado de seu caráter ácido e básico 19

2.2.11 - pH - uma medida de acidez 21

2.2.12 - Titulações ácido-base 22

3. OBJETIVOS **26**

4. METODOLOGIA **27**

4.1- Cenários e sujeitos da pesquisa 27

4.2 - Descrição dos recursos utilizados 27

4.2- Roteiro de exploração 27

4.3- Descrição do estudo 28

5. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS **29**

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS **45**

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **47**

ANEXOS **52**

Anexo A- questionário 52

Anexo B- apresentação sobre titulação 53

1. INTRODUÇÃO

A Química possui grande importância em diversos cursos de graduação, pois está presente em várias áreas de conhecimento. Como um de seus ramos, a Química Analítica está presente em inúmeros setores econômicos e de serviços, como o de alimentos, na medicina, na produção mineral, na indústria têxtil, etc., de tal forma que se faz presente em nossas vidas mesmo que às vezes possa até passar despercebida. Dentro da Química Analítica, os conceitos de Ácidos e Bases são fundamentais para a formação acadêmica, requisitando o uso de ferramentas que possam facilitar o aprendizado do aluno, levando-o à reflexão e compreensão de diferentes fenômenos que ocorrem no nosso dia a dia.

As palavras “ácido”, “base” e “neutro” (a) estão presentes em nossas vidas desde muito cedo, e comumente são utilizadas para identificar sabores (azedo, ácido), medicamentos (hidróxido de magnésio) ou ainda a característica de algum material (Xampu neutro), embora muitas vezes não se compreenda ainda a definição dos conceitos ligados à Química atribuídos a essas palavras e noções.

Por envolverem diferentes significados em seu emprego cotidiano, a introdução dos conceitos químicos podem originar concepções alternativas, e isso pode ser atribuído às diferentes formas de abordagens por parte do professor, que muitas vezes estão limitadas ao livro didático, ensinando meramente definições conceituais em uma sequência de eventos lineares e sucessivos, ou ainda limitando-se a apresentar os cientistas cujas linhas de pesquisas tiveram continuidade ao longo do século XX (SOUZA; ARICÓ, 2017).

No entanto, é comum encontrar livros didáticos nos quais os conteúdos aparecem descontextualizados, o que favorece uma aprendizagem mecânica, ou então metodologias de ensino que desmotivam o aluno, conduzindo-o a equívocos, ou ainda uma atividade experimental meramente ilustrativa e que não favorece o processo de ensino e, por consequência, a aprendizagem. Como resultado os alunos apenas memorizam as teorias, não adquirindo conhecimento suficiente para aplicar este conhecimento nas diversas situações

intra e extraescolar. Além disso, a linguagem utilizada pelos alunos para descrever tais conceitos é meramente cotidiana, não apresentando cunho ou caráter cientifico.

Quando bem planejada e desenvolvida, a atividade experimental pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem no ensino de Química. Entre outras coisas, este tipo de atividade é capaz de estimular uma maior interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, favorecendo o diálogo e questionamentos que irão auxiliar na formação do conhecimento, bem como a aquisição e domínio da linguagem científica. Segundo Guimarães, "A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para abordagens de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação" (2009, p. 198). Por isso, a importância de buscar aprimorar ferramentas que facilitem e contribuam no processo de ensino-aprendizagem de conceitos fundamentais do conhecimento químico, como são as teorias ácido- base.

Visto que, as formas de abordagens, as limitações dos livros didáticos, a utilização de conceitos errôneos, bem como a resistência em mudança conceitual (FURIÓ-MÁS et.al, 2005; SHEPPARD, 2006; ROMINE et.al, 2016; SOUZA; ARICÓ, 2017) são fatores que dificultam o processo de ensino aprendizagem das teorias ácido-base; Este trabalho de dissertação tem por objetivo, portanto, fazer uso de uma metodologia de ensino aprimorada para avaliar se e como a atividade prática contribui no processo de ensino e aprendizagem das teorias ácido- base e dos conceitos relacionados a elas.

Este trabalho será apresentado em 5 seções: *Revisão bibliográfica*, onde será descrito uso da experimentação como ferramenta de aprendizagem das teorias ácido- base, bem como uma linha cronológica das principais teorias e os problemas de ensino e aprendizagem referentes a este tema; *Objetivos*, informando o que se pretende alcançar com a realização desta pesquisa; *Metodologia*, que apresentará os instrumentos e métodos utilizados para realização desse trabalho; *Resultados e discussão*, contendo todos os resultados obtidos com suas respectivas discussão e *Conclusão*, abordando o que se conclui com o desenvolvimento da pesquisa e as perspectivas futuras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- A EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM DAS TEORIAS ÁCIDO-BASES

2.1.1- Ensino e aprendizagem de conceitos químicos

A aprendizagem é um fenômeno que se inicia desde a mais tenra idade e se estende por praticamente toda a nossa vida. Diversas teorias abordam este fenômeno e, dentre elas, a teoria da aprendizagem significativa, uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento, nos ajuda a entender melhor como se dá este processo. Segundo David Ausubel (*apud* Moreira, 2011), “a aprendizagem é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”(p. 4).

Assim, o aluno faz uso de seus conhecimentos prévios, bem como de todos os recursos didáticos disponíveis que lhes foram ofertados para organizar suas ideias e, por fim, reorganizar seu conhecimento: “Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento” (MOREIRA, 2010, p. 05). Quando a aprendizagem não é significativa, o aluno pode estar memorizando conceitos ou informações com o único objetivo de adquirir êxito nas avaliações.

No campo da Educação em Ciências Naturais, a Didática busca soluções para as dificuldades de aprendizagem como: a construção errônea ou alternativa de conceitos químicos, a falta de motivação, a transmissão unidirecional de conteúdo que força os estudantes a armazenarem informações de forma mecânica, manipulação errônea de fórmulas e cálculos químicos, abstração e transição entre os níveis macroscópicos, submicroscópico e simbólico de representação da matéria, dentre muitos outros problemas, como relacionados por vários autores (ROCHA et al., 2011; CASTRO; COSTA, 2011; MARTORANO; MARCONDES, 2012; CUNHA, 2012; SANTOS; SILVA, 2013; COSTA; SOUZA, 2013; OLIVEIRA 2016).

A utilização de conceitos, fórmulas e expressões matemáticas são comuns no ensino de ciências, especificamente no ensino de Química. Assim, assimilar e relacionar a formulação de conceitos químicos com o cotidiano e expressões matemáticas pode ser um fator que dificulta a aprendizagem significativa, uma vez que, de acordo com os modelos construtivistas para o ensino, a construção do conhecimento está baseada em conhecimentos prévios. O grande desafio no processo de ensino e aprendizagem é ajudar o indivíduo a transformar um conhecimento parcial ou incompleto que está mais relacionado ao senso comum em um conhecimento mais conceitual que, por sua vez, está mais relacionado com a comunidade científica.

Outro elemento determinante na construção do conhecimento é o discurso: ”o discurso é um instrumento a serviço da construção de significados compartilhados, é uma atividade conjunta no processo de construção de significados compartilhados entre professor e aluno” (COLL; ONRUBIA, 1998). No entanto, para que o discurso funcione como ferramenta útil nesse processo é necessária que haja integração e inter-relação dos indivíduos participantes dessa atividade discursiva, ou então o professor estará falando em uma língua desconhecida. O discurso por si só não funciona como uma ponte que liga o aluno ao conhecimento, pois é preciso que ele esteja associado a uma sequência didática que corresponda ao resultado desejado, “oferecendo novas informações quando preciso ou ainda informações técnicas referentes ao manuseio adequado dos equipamentos que sejam indispensáveis para a elaboração de conceitos” (COLL; ONRUBIA, 1998, p. 76).

De acordo com Mortimer, “A aprendizagem das ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem cientifica” (2010, p.186), que por sua vez é constituída por símbolos, gráficos, expressões, diagramas, etc. Embora a linguagem cotidiana se faça presente no contexto do ensino de conceitos químicos, a linguagem científica transforma os processos químicos em grupos nominais, que exigem a reflexão do fenômeno, como por exemplo, queimar um papel se transforma em combustão do papel e essa expressão abrange uma série de informações científicas como liberação de calor, variação de energia, luz, ar, etc. Assim, o aluno é responsável direto pelo que aprende, porque ele processa as informações e atribui significado aos conteúdos.

Porém, o professor também é responsável, visto que é ele quem orienta, estipula as metas de aprendizagem na construção e compartilhamento de significados. Os processos de ensino e aprendizagem possuem muitos outros fatores envolvidos que não serão discutidos, como recursos humanos e técnicos, matéria prima, fatores sociais e culturais, etc., mas que também são importantes no processo de ensino e aprendizagem.

2.1.2- O papel da experimentação no ensino das Ciências.

A experimentação é um recurso didático importante para o ensino de Ciências Naturais, e os experimentos podem ser utilizados para ajudar na exploração e no ensino de conceitos, de forma a torná-los explícitos e compreensíveis para a sua aprendizagem. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010):

> [...] As práticas experimentais são uma ferramenta muito importante reconhecida por filósofos desde o século XVIII, porém apenas na metade do século XX é que houve a consolidação da experimentação em países como Inglaterra e Estados Unidos. No Brasil, as instituições de ensino adotaram esta estratégia de ensino no inicio do século XX, a partir de 1946 as Instituições de ensino e Fundações começaram a produzir e adaptar materiais para uso de experimentos no ensino de Ciências. (p. 232)

Nas Ciências Naturais, o procedimento experimental é uma via muito utilizada para se explicar os fenômenos. Seu desenvolvimento pode estar baseado em um processo investigativo que objetiva desenvolver teorias e hipóteses. De acordo com Silva, Machado e Tunes (2010) “um fenômeno para ser validado cientificamente, precisa ser amparado por uma teoria aceita na comunidade científica” (p. 234). No entanto, as teorias e os conceitos científicos podem ser transitórios e modificados ao longo da história, especialmente quando estes não conseguem explicar completamente o fenômeno em questão, ou ainda quando não conseguem explicar novos fenômenos observados. A potencialidade para explicar fenômenos análogos e

a capacidade de previsão são características fundamentais das teorias cientificas, porque podem generalizar diversos fenômenos bem como prever a existência de fenômenos que ainda não foram observados na natureza.

Quando uma experiência é realizada no laboratório escolar, geralmente o objetivo é demonstrar, por meio da experimentação, aquilo que diz a teoria, o que evidencia uma relação dicotômica entre a teoria e o experimento como uma relação entre o pensar e o fazer. Entretanto, apenas quando surgem questionamentos capazes de fazer com que o aluno busque explicações e planeje e desenvolva experimentos, como aumentar ou diminuir a concentração de um reagente ou trocar uma dada substância na busca de resultados a suas indagações é que a experimentação ganha um caráter investigativo, emulando a prática científica no ensino. Então, mesmo um experimento simples pode ser transformado em uma atividade investigativa, se o professor conseguir inserir atividades outras que consigam contemplar generalizações e previsões (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 237).

O experimento envolve um ensaio, uma análise de dados e obtenção de resultados que nos fazem chegar a uma determinada solução para uma situação- problema. Tal análise e interpretação dos resultados estão limitadas ao objeto de estudo e ao problema em questão, assim o experimento é realizado com base em conceitos existentes que sirvam de fundamento para a obtenção e interpretação dos dados adquiridos. No entanto, podemos perceber que muitas vezes os experimentos são atividades reprodutivas, assim como uma receita de bolo em que o estudante vai até a bancada e executa as orientações do roteiro visando que os resultados possam provar ou comprovar uma teoria. Todavia, planejar uma experiência com objetivos investigativos é um desafio, devido às inúmeras dificuldades encontradas no universo educacional, como: “ausência ou total deficiência dos laboratórios, bem como reagentes, vidrarias e equipamentos, espaços improvisados totalmente inadequados, adequação da grade curricular, etc.” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 243).

A atividade experimental pode ser um fator motivador para os alunos, porém este estímulo pode ser perdido quando o aluno não vê significado na atividade ou ainda quando a mesma foge da sua zona de interesse. Os alunos se interessam por experimentos que apresentam liberação de gases,

explosões, mudanças de cor, etc. o que pode se transformar em um obstáculo, visto que tais características macroscópicas não possibilitam a visualização e assimilação dos aspectos microscópicos relacionados com estes fenômenos. Silva, Machado e Tunes (2010) sugerem algumas formas de atividades experimentais que incorporam eixos norteadores como contextos a serem introduzidos nas aulas de Química tais como: atividades demonstrativas e experiências investigativas, simulação em computadores, vídeos e filmes, horta na escola, visitas planejadas e estudos de espaços sociais e resgate de saberes populares. Estes contextos podem configurar a atividade experimental no ensino, despertando a atenção, a curiosidade e o interesse dos alunos, despertando neles um senso crítico e investigativo, por meio dos quais seja possível o desenvolvimento e aprendizagem efetiva dos outros níveis de conhecimento químico, isto é, observação macroscópica, interpretação microscópica e a expressão representacional, fundamentais ao aprendizado de Ciências. Por meio de atividades como estas é possível observar um fenômeno, identificar a concepção prévia dos alunos sobre o assunto em questão e formular explicações e questões que os ajudem na elucidação do problema e no desenvolvimento de habilidades argumentativas que o levem ao conhecimento científico, sendo possível ainda uma abordagem que promova a interface *Ciência – Tecnologia- Sociedade – Ambiente* (CTSA), e que proporcionará um caráter investigativo ao experimento.

Simulações em computadores também constituem uma ferramenta muito útil que podem ser utilizadas para promover o aprendizado, visto que em algumas atividades experimentais há riscos de exposição a substâncias tóxicas e liberação de partículas, bem como queimaduras e possíveis acidentes. Para isso, é necessário contar com a existência de sala de informática na escola e programas que realizem simulações de atividades experimentais desejadas. A utilização de vídeos e filmes possibilita aprendizados sobre fenômenos muito rápidos ou muito lentos, como a decomposição do plástico na natureza ou a explosão de um combustível, impossíveis de serem acompanhados em um experimento, e a utilização de hortas possibilita ao professor uma multiplicidade de conteúdos a serem trabalhados a partir de seu cultivo abordando ainda a CTSA e a educação

ambiental. Visitas planejadas a empresas e instituições ajudam a desenvolver o senso crítico do aluno além de despertar possíveis vocações, com um planejamento adequado será possível abordar, explorar e aprofundar diversos conteúdos relativos à disciplina e por fim estudos de espaços sociais permitem a utilização de saberes populares e informais no campo de ensino formal e científico, além de contextualizar os conteúdos possibilitam a inserção de contextos sociais no processo de ensino aprendizagem. É possível ainda comparar os sistemas e equipamentos utilizados em épocas distintas, como a produção de queijos e cachaças por exemplo.

A prática experimental é fundamental para aproximar o aluno do conhecimento científico e para facilitar o seu aprendizado, principalmente quando se toca em conteúdos de caráter macroscópicos ou microscópicos. Desde que haja ferramentas necessárias e planejamento adequado, as atividades experimentais podem desenvolver um processo de ensino aprendizagem crítica e qualificada das Ciências.

2.1.3- Intervenções experimentais no ensino e aprendizagem da Química

No ensino e na aprendizagem das Ciências, uma aproximação à compreensão dos fenômenos naturais e sua relação com nosso cotidiano pode ser alcançada por meio das intervenções experimentais. A aula de laboratório é uma estratégia de ensino que pode contribuir para a melhoria na aprendizagem da Química, pois, quando executadas de forma correta, além dos experimentos facilitarem a compreensão do conteúdo, podem tornar as aulas mais dinâmicas, possibilitando uma aprendizagem mais significativa:

> O laboratório de Ciências, além de ser um recurso que desperta o interesse do aluno é uma ferramenta que pode ajudar no desenvolvimento de suas habilidades; pode ainda ajudar a vislumbrar ideias sobre a natureza, que são sua compreensão de conhecimento científico (LUNETTA; HOFSTEIN; CLOUGH, 2008, p. 395).

Durante muitos anos, as aulas em laboratório foram utilizadas principalmente como fonte de motivação, porém alguns estudos apontam que tais atividades

na verdade não contribuíam para a aprendizagem dos conceitos químicos, pois o que se percebia era o domínio sobre alguns tópicos e uma limitação na resolução de problemas: “Neste quadro, as atividades de laboratório conduzem os alunos a seguirem procedimentos ritualísticos para verificar conclusões previamente apresentada por professores” (LUNETTA; HOFSTEIN; CLOUGH, 2008, p. 396). Estes estudos consideraram que as atividades em laboratório limitavam a exploração do fenômeno e que o tempo era insuficiente para que o aluno pudesse processar o fenômeno em questão e tirar suas próprias conclusões ou formular indagações que possibilitassem construir o conhecimento cientifico.

Por muito tempo os educadores acreditavam que os alunos aprendiam Ciências verificando na prática o que tinham aprendido na teoria, no entanto, as aulas em laboratório apresentavam roteiros complexos, dificuldades em utilizar ou manusear equipamentos desconhecidos e ainda projetos que não condiziam com a realidade da comunidade escolar, inviáveis para determinados alunos. No início dos anos 1970, alguns pesquisadores realizaram estudos sobre a aprendizagem dos alunos no ambiente laboratorial. Lunetta, Hofstein e Clough (2008) citam estudos que afirmam que as atividades experimentais contribuem para o interesse pela ciência, bem como para a reflexão do resultado obtido e o envolvimento no processo de aprendizagem, porém os resultados de suas pesquisas evidenciam que o uso do laboratório e o desenvolvimento de atividades experimentais não são suficientes para garantir que o aluno adquira o conhecimento desejado. Tal conclusão pode ser explicada pelo fato de que nem sempre as aulas experimentais seguem o que Silva, Machado e Tunes (2010) nomeiam como experiências investigativas, em que as atividades propostas visam buscar a solução de uma questão que será respondida pela realização de um ou mais experimentos, e que podem envolver etapas como: análise de um problema, identificação e exploração das ideias dos estudantes, elaboração dos possíveis planos de ação, a realização do que foi planejado, análise dos dados e resposta ao problema inicial. Porém, atividades como as descritas requerem, além de laboratórios, reagentes e equipamentos, profissionais qualificados e tempo suficiente para sua realização, visto que o aluno necessita executar todas as etapas citadas e processar as informações

envolvidas para chegar a uma conclusão satisfatória e a elucidação da questão inicial. Lunetta, Hofstein e Clough (2008) afirmam que “a natureza da orientação e utilização do material é muito importante para que ocorra aprendizagem” (p. 396).

Nos anos 60 houve um movimento de reforma no currículo de Ciências, e segundo Lunetta et al. (2008) ”durante o movimento de reforma, os professores foram orientados a promover maior foco na investigação, no interesse e na compreensão conceitual dos estudantes” (p. 396). Segundo os autores, essa reforma concebia a realização de atividades experimentais acompanhada pela discussão dos resultados obtidos com a orientação do professor e consulta ao livro didático para a compreensão do fenômeno investigado. Assim, as atividades experimentais deveriam ser planejadas tendo em vista objetivos específicos e claros, considerando o projeto em que tais alunos estavam inseridos, caso contrário o aluno estaria fadado a executar uma tarefa reprodutiva que não proporcionava aprendizagem: “As atividades meramente reprodutivas e com caráter comprobatório são pobres para se alcançar a relação desejada entre teoria e o mundo concreto que o homem tem diante de si, no ensino de Ciências.” (SILVA , MACHADO E TUNES, 2010, p. 241).

As pesquisas em educação científica realizadas por Lunetta, Hofstein e Clough (2008) nos anos 1980, sobre o uso de atividades experimentais no ensino mostraram que os alunos não correlacionavam as atividades realizadas no laboratório com os conceitos estudados anteriormente, e sua visão de atividade experimental se limitava à exploração de equipamentos e não à exploração de ideias. Os principais modelos citados por Lunetta, Hofstein e Clough (2008) foram:

- O modelo de Nussbaum e Novick previa a necessidade de melhorias no ciclo de aprendizagem, ajudando o aluno a se conscientizar dos conceitos e defini-los;
- Erickson enfatizava a importância de criar conflitos conceituais por meio de experiências no laboratório que apresentassem resultados distintos dos esperados;
- No modelo de aprendizagem generativa, os professores deveriam considerar suas próprias explicações acerca de uma ideia, a qual o

aluno deveria estudar e relacionar com a opinião dos cientistas sobre o tema;

- O modelo 5-E defendia duas fases além do ciclo de aprendizagem-engajamento e avaliação; a fase do engajamento é semelhante aos modelos de Nussbaum e Novick e de Osborne e Freyberg, que enfatizava a importância de envolver o conhecimento adquirido com experiências laboratoriais e a fase de avaliação refletia as perspectivas construtivistas dos alunos sobre suas ideias prévias.

Variáveis como boa compreensão e conhecimentos dos conceitos científicos bem como pesquisas empíricas antes, durante e depois do experimento permitem ao professor um planejamento que possibilite que o aluno reflita, questione ao professor e discuta suas hipóteses e conclusões em grupo e, se necessário, reformule seus conceitos acerca do tema estudado.

Os desafios são muitos, principalmente no que tange a recursos físicos e tecnológicos, mas sem dúvida alguma a intervenção experimental contribui de forma significativa no aprendizado dos fenômenos e contribui significativamente para a formação do caráter cientifico junto ao estudante.

2.1.4- Linguagem e expressões científicas utilizadas no ensino de teorias ácido-base.

A maioria dos conceitos científicos faz parte de um perfil conceitual. A abordagem dos perfis conceituais é baseada na ideia de que as pessoas exibem diferentes maneiras de ver o mundo e, desse modo, diferentes modos de pensar que são empregados em contextos distintos (MORTIMER, 1994, 1995, 2000, 2010). A noção de perfil conceitual sugere que um determinado conceito pode ter significados diferentes quando apresentado a um mesmo grupo de alunos, ou ainda não ter relação com o conhecimento que certo indivíduo tinha acerca de tal conceito.

A compreensão, a coexistência do modo de pensar e o contexto de aplicação determinam como a aprendizagem é entendida na abordagem dos perfis conceituais em termos de dois processos integrados: o enriquecimento dos perfis conceituais e a tomada de consciência da multiplicidade de modos

de pensar que constituem um perfil (MORTIMER, 2010, p.182). O mesmo conceito pode ser usado em inúmeros contextos de acordo com a situação, desde que o indivíduo tenha a tomada de consciência do seu uso e do grau de compreensão do que o cerca, assim a linguagem científica pode ser utilizada mesmo em nosso cotidiano, desde que seja em situações que se mostre adequada.

> "A linguagem científica é estrutural enquanto a cotidiana é linear, apresentando uma ordem sequencial que é estabelecida e mantida. Como os grupos nominais não estão ligados por verbos que exprimem ligação, a linguagem científica parece descontextualizada". (MORTIMER, 2010, p.186)

Este fator pode dificultar o uso da linguagem científica, uma vez que com o uso da linguagem cotidiana não é necessário que o aluno reflita sobre o que vai dizer. No uso da linguagem científica, ele precisa refletir sobre o que vai expressar, requer conhecimento e prática de alguns termos específicos.

Outra característica da linguagem científica é a sua aparente neutralidade, assegurada pela ausência aparente do sujeito (MORTIMER, 2010, p.189). É muito comum o uso de frases assujeitadas para descrever os procedimentos científicos, e esta linguagem somada ao fato de que nem sempre os fenômenos são trabalhados experimentalmente podem criar barreiras para o aprendizado. Os alunos apresentam forte resistência à mudança conceitual, que pode ser entendida basicamente como a capacidade que o aluno tem de adquirir novos conceitos ou ampliar conceitos já apreendidos (MORTIMER, 1996). Estudos realizados mostram resultados de pesquisa no ensino de Química que nos levam a acreditar que o ensino tradicional não tem sido eficaz para a aquisição de conteúdos básicos essenciais ao aprendizado de conceitos químicos (MORTIMER, 1996; FURIÓ, 2007; ROMINE, 2016; LÔBO, 2012).

A aprendizagem das Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa, por sua vez, é multimodal, no sentido que, além da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros aspectos que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas, etc. (MORTIMER, 2010). O ensino das teorias ácido- base, é marcado por uma diversidade de

símbolos, formulas e expressões científicas inerentes ao aprendizado destas teorias que, associadas a manifestações linguísticas de conceituações inseridas num contexto cotidiano pode possibilitar a construção do aprendizado. “Em poucas palavras, pode-se dizer que aprender Química é aprender uma nova linguagem, associada a uma nova forma de pensar o mundo.” (WARTHA; REZENDE, 2015, p. 50).

Algumas abreviações e símbolos como: H^+ (íon hidrogênio), OH^-(íon hidroxila)**:** (par de elétrons), pH (potencial hidrogênionico), pOH (potencial de hidroxila), Kw (constante do produto iônico da água), Ka (constante de dissociação de ácido fraco) , Kb (constante de dissociação de base fraca) possuem significados conceituais intrínsecos que possibilitam a compreensão de diversos fenômenos, algumas fórmulas são o resultado da combinação de dois ou mais signos citados acima. Com a fórmula mínima das substâncias moleculares e iônicas, é possível se relacionar a conceitos como: tipo de ligação química, força intra e intermolecular, espontaneidade da reação que originou tal substância. Algumas funções matemáticas também são utilizadas, como a função logarítmica (log de base 10), geralmente utilizada para calcular pH de soluções e base a 10, já que na química trabalha-se com números muito grandes ou muito pequenos, a base 10 é utilizada frequentemente, embora a realização de cálculos envolvendo esta propriedade nem sempre é um fator facilitador na execução dos cálculos. O símbolo α (alfa) representa o grau de ionização dos ácidos, enquanto que para a base o símbolo seja o mesmo, o termo associado a esse fenômeno será o grau de dissociação.

> Para que o signo seja capaz de mediar o processo de produção de significados (interpretantes) aceitos por determinada comunidade científica, é preciso considerar os fatores relacionados ao intérprete (estudante): conhecimento dos conteúdos (perceber), regras e habilidade para estabelecer relações entre signo-referente e signo-interpretante (relacionar) para poder atribuir significados (conceituar). (WARTHA; REZENDE, 2015, p. 51).

Os signos trazem consigo uma variedade de informações que se não são interpretadas e utilizadas de maneira correta, provocarão efeito contrário ao desejado e passarão de uma ferramenta que pode facilitar o aprendizado a um fator de dificuldade de aprendizado, por isso que todos os signos devem ser mediados no discurso aos estudantes, para que estes possam compreender sua representação e incorporar aos conceitos já assimilados buscando a construção de novos conceitos vinculados a disciplina.

2.2 - CONTEXTUALIZAÇÕES CIENTíFICO-PEDAGÓGICAS DO TEMA "TEÓRIAS ÁCIDO-BASE"

2.2.1- Um pouco de história sobre ácido e base na química

Desde o século XVII, os químicos buscam explicar o comportamento das diferentes substâncias e materiais por isso, diversas teorias sobre ácidos e bases foram propostas ao longo da historia da Química. Em um breve estudo sobre o tema, Chagas (1999, p. 28-30) inclui as seguintes teorias como as mais relevantes: Arrhenius (1887), dos sistemas solventes (1905), protônica (1923), eletrônica (1923), de Lux (1939), de Usanovich (1939) e ionotrópica (1954).

Desde a infância percebemos que toda fruta cítrica é ácida, e no final do ensino básico a classificação entre substâncias ácidas e básicas vai ganhando um sentido mais "científico". Nos Ensinos Médio e Superior os conhecimentos são mais aprofundados e específicos, oferecendo uma compreensão mais ampla e profunda de tais definições. Da infância à fase adulta os conceitos acerca dos ácidos e bases evoluem de modo a satisfazer as necessidades de cada formação de acordo com cada especialidade. De forma similar, ao longo dos tempos vários cientistas estudaram as propriedades destas substâncias e os conceitos de ácido e base foram assim redefinindo-se.

No trabalho realizado em 1999 por Chagas, o autor traz definições de ácidos e bases formulados por Robert Boyle em 1661: os ácidos eram substâncias que possuíam sabor azedo, apresentavam propriedades

corrosivas e que mudavam a cor para vermelho na presença do tornassol e as bases eram caracterizadas por serem escorregadias ao tato, mudavam o tornassol para azul e reagiam com os ácidos, diminuindo suas propriedades alcalinas.

Em 1838, o químico alemão Justus Von Liebig sugeriu que os ácidos deveriam conter átomos de hidrogênio que poderiam ser substituídos por átomos metálicos, dando origem, por meio dessa reação, aos sais. Entretanto, o comportamento de algumas substâncias conhecidas não podiam ser explicadas com tal definição, como o gás metano que possui hidrogênio em sua composição e nem por isso apresenta características de um ácido. (SILVA; SANTIAGO, 2012)

Já Arrhenius acreditava que a água (H_2O) era um produto da reação entre um ácido e uma base, mais especificamente pela reação entre íons hidrogênio (H^+) e hidroxila (OH^-). Sendo assim, segundo a teoria de Arrhenius, qualquer substância que em contato com a água originasse íons H^+ seria classificada como ácido e qualquer substância que em contato com a água originasse íons OH^- seria classificada como base (CHAGAS, 1999). No entanto, essa era uma definição que explicava muito bem a reação ácido – base quando se tratava de reações em meios aquosos, não explicando as propriedades ácidas e básicas de substâncias sólidas ou de sais.

Outra proposta de definição foi a apresentada por Brønsted que classificava como ácido toda substância capaz de doar um próton e uma base toda substância capaz de receber um próton. Para este cientista, um ácido estava fadado à existência de uma base e vice versa, uma vez, que uma substância precisava da outra para reagir; Mais recentemente, Gilbert Lewis propôs um novo modelo para definir ácidos e bases e que envolve doadores e receptores de pares de elétrons. Lewis considerava que ácida é toda espécie química capaz de receber um par eletrônico e que base é aquela capaz de doar um par eletrônico (CHAGAS, 1999).

2.2.2 - Teorias ácido-base

Serão apresentadas agora com mais detalhes as principais teorias que propuseram uma explicação para o comportamento das substâncias químicas considerando seu caráter ácido ou básico. Tais teorias serviram de base para teorias mais completas ou menos complexas, outras delas foram de grande importância para o desenvolvimento de ramos importantes da Química como a Química Analítica, a Geoquímica e a Química Orgânica, por exemplo, sendo vigentes até então atendendo às necessidades da comunidade cientifica.

2.2.3-Teoria de Arrhenius

Esta teoria foi apresentada em 1887 pelo químico sueco Svante Arrhenius, como parte da Teoria da Dissociação Eletrolítica também proposta por ele. Segundo essa teoria, um ácido é toda substância que em água produz íons H^+ e base é aquela que produz íons OH^-. A reação entre essas duas espécies iônicas, produz água, portanto é chamada de reação de neutralização, pois à água não é atribuído caráter ácido ou básico, mas neutro:

Íon hidrogênio + íon hidroxila = água (1)

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} = H_2O_{(l)} \quad (2)$$

Esta foi uma teoria muito importante para a Química, pois conseguia explicar diversos fenômenos já conhecidos, além de estimular o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa, contribuindo inclusive para consolidar as bases científicas para estabelecimento da Química Analítica. Contudo, tal definição de ácidos e bases se restringia ao meio aquoso, não conseguindo explicar as propriedades ácida e básica de soluções que apresentam em seus sistemas solventes diferentes da água, e também era impossível de aplicar aos sistemas sólidos.

2.2.4- Teoria dos sistemas solventes

Desenvolvida por Franklin (1905), seus estudos baseavam-se no estudo da amônia (NH_3) no estado líquido. Nesta teoria, todo solvente sofre uma *auto-*

ionização, originando um cátion (característico do ácido) e um ânion (característico da base) (SILVA; SANTIAGO, 2012).

Solvente = cátion + ânion (3)

Cady e Elsey (1928) apoiaram a conceitualização de ácido-base de Edward Curtis e Franklin (1905), que definiram ácido como substâncias que aumentam a concentração do íon positivo característico do solvente, e bases como aquelas substâncias que aumentam a concentração do íon negativo característico do solvente. A neutralização é a reação de formação do solvente a partir desses cátions e ânions característicos, segundo as equações químicas 4 e 5 (SOUZA; ARICÓ, 2017):

$$2NH_{3(g)} \rightarrow NH_{4(aq.)}^{+} + NH_{2(aq.)}^{-} \quad (4)$$

$$2H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O_{(aq.)}^{+} + OH_{(aq.)}^{-} \quad (5)$$

Esta definição é capaz de explicar porque as propriedades ácidas ou básicas de um soluto não são absolutas, mas dependem das propriedades das interações das substâncias com o solvente que as cerca.

2.2.5- Teoria protônica

SOUZA e ARICÓ (2017) nos mostra que, como a teoria de Arrhenius limitava-se ao meio aquoso, foi proposta uma nova teoria em 1923, de maneira independente, por G. Lewis (EUA), T. Lowry (Inglaterra) e J. Brønsted (Dinamarca).

Brønsted foi um dos que mais contribuiu para o desenvolvimento desta teoria, que é muito utilizada até hoje. A definição de ácido por essa teoria é de ser uma substância doadora de prótons (H^+) e de base, uma substância receptora de prótons. A reação de neutralização se daria pela transferência de prótons entre um ácido e uma base. Essa teoria não exige a presença de espécies OH^-, possibilitando sistemas envolvendo espécies como o ácido sulfúrico e a amônia líquida, portanto tais sistemas restringem-se apenas à presença de hidrogênio (SOUZA; ARICÓ, 2017, p. 6):

Amônia + ácido sulfúrico → sulfato de amônio

$$2\ NH_{3(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow (NH_4)2SO_{4(aq)}\ (6)$$

Ligado a este conceito central da teoria temos ainda o conceito de ácido-base conjugado, segundo o qual em uma reação ácido-base em que duas espécies, uma reagente e outra, produto, diferem apenas por um próton (ou átomo de hidrogênio, no caso), constituem um par ácido-base conjugado. A espécie capaz de ceder um próton é o ácido conjugado, e a espécie capaz de receber um próton é a base conjugada. A uma base conjugada fraca corresponde um ácido conjugado forte e a uma base conjugada forte corresponde um ácido conjugado fraco, como a relação entre o íon cloreto (Cl^-) e o ácido clorídrico (HCl)(Chagas, 1999); Esta teoria, definida simultaneamente por estes dois cientistas,foi intitulada como teoria protônica.

2.2.6- Teoria eletrônica

Em 1923, G.N. Lewis conseguiu fazer uso de sua teoria do par eletrônico, por meio da qual buscava explicar as ligações químicas e propor uma teoria para as reações ácido-base (juntamente com a teoria protônica). Lewis então chegou à definição de ácidos como substâncias capazes de receber pares de elétrons e bases compreendidas como substâncias capazes de doar pares de elétrons (SILVA ; SANTIAGO,2012). Esta definição foi muito importante e é muito útil para o estudo de várias substâncias que aparentemente não eram consideradas como ácidas, como o trifluoreto de boro (BF_3) e tricloreto de alumínio ($AlCl_3$) por exemplo,ou ainda os íons metálicos, que se comportam como ácidos de acordo com a teoria proposta por Lewis. Nesse tipo de reação não há formação ou transferência de íons e prótons, como as seguintes, nas quais o reagente mais à esquerda é o ácido de Lewis e o reagente mais à direita é a base de Lewis. Em reações como esta, onde dois ou mais reagente formam um único produto, este é chamado *aduto*. As outras teorias não conseguiam explicar reações entre o trifluoreto de boro (BF_3) e a amônia (NH_3) como uma reação ácido-base, e a teoria eletrônica surge para englobar reações como esta neste mesmo grupo de reações (SILVA; SANTIAGO, 2012):

$$BF_3 \quad + \quad :NH_3 \rightarrow \quad H_3NBF_3\ (7)$$

Ácido Base Complexo coordenado ou aduto

2.2.7- Teoria de Lux

A teoria de H. Lux (1939) propõe que ácido é uma espécie química que recebe oxigênio (ânion óxido O^{2-}), e base é uma espécie química capaz de ceder oxigênio (doador do ânion O^{2-}) assim a reação de neutralização ocorre com a reação entre um óxido ácido e uma óxido base, como a reação entre o dióxido de carbono e o óxido de cálcio:

$$CO_2 + CaO = Ca^{2+} + CO_3^{2-} \quad (8)$$

Essa teoria, permitia trabalhar com sistemas que envolviam líquidos iônicos como sais, óxidos fundidos e em outras reações sob altas temperaturas, como as que ocorrem nas metalurgias e nas cerâmicas, além de ser muito útil para o tratamento de reações que envolvem soluções anidras (CHAGAS, 1999); SOUZA; ARICÓ, 2017).

2.2.8 - Teoria de Usanovich

O químico soviético M. Usanovich (1939) definiu um ácido como uma espécie química qualquer que reage com bases, libera cátions ou recebe ânions ou elétrons. Por sua vez, definiu uma base como uma espécie química qualquer que reage com ácidos, se combina com cátions ou libera ânions ou elétrons (SOUZA; ARICÓ, 2017).

2.2.9 - Teoria ionotrópica

Proposta por I. Lindqvst e V.Gutmann em 1954, esta teoria é semelhante a outras teorias como a protônica, dos sistemas solventes e de Lux. As definições de ácido e base da teoria ionotrópica podem ser descritas como: um ácido é o produto da reação entre uma base e um cátion característico, e base, o produto da reação entre um ácido e um ânion característico (CHAGAS ;1999).

2.2.10 - Propriedades da água como resultado de seu caráter ácido e básico

A água, como sabemos, é um solvente com características únicas, podendo sofrer o processo conhecido como auto-ionização. Isso a leva a ser

considerada como uma substância anfótera, ou seja, comporta-se como ácido na presença de substâncias com caráter básico e como base frente a substâncias ácidas. Na reação de ionização do ácido clorídrico (HCl), por exemplo, a água comporta-se como uma base ao aceitar prótons, e na ionização da amônia (NH_3) a água comporta-se como um ácido doando prótons

$$HCl + \mathbf{H_2O} \leftrightarrow H_3O^+ + Cl^- \quad (9)$$

Base

$$NH_3 + \mathbf{H_2O} \leftrightarrow NH_4^+ + OH^- \quad (10)$$

Ácido

O equilíbrio de auto-ionização da água pode ser representado pela sua constante:

$$Kc = \frac{[OH^-].[H^+]}{[H_2O]^2} \quad (11)$$

Por ser um eletrólito fraco e por consequência se ionizar em pequenas extensões, a água conduz mal a corrente elétrica, não sofrendo variação apreciável em sua concentração. A constante do produto iônico da água (Kw) representa as concentrações molares dos íons hidrogênio H^+ e hidroxila OH^- a uma dada temperatura (25ºC) e em água pura, quando as concentrações dos íons são iguais (1,0 x10^{-7} mol/L)

$$Kw = [HO^-] . [H^+] \quad (12)$$

Sendo assim, o valor do produto iônico da água é igual a 1,0 x10^{-14}, sempre que a concentração de H^+ e HO^- forem iguais, e diz-se que a solução aquosa é neutra. Numa solução em que $[H^+] > [HO^-]$ a solução é considerada ácida e quando $[H^+] < [HO^-]$ a solução é considerada básica. É importante realçar que os prótons em soluções aquosas podem ser igualmente representados como H^+ ou como H_3O^+.

2.2.11 - pH - Uma medida de acidez

Concentrações molares de soluções químicas são, geralmente, valores muito pequenos, e visando minimizar questões incômodas como essas, o químico dinamarquês Soren Sørensen (1909) sugeriu utilizar uma medida mais simples por meio de uma função logaritma, que permite representar números extremamente grandes ou pequenos de uma maneira mais prática. Sørensen nomeou essa grandeza como pH e, no caso da concentração de íons hidrogênio, ela então se refere ao potencial hidrogeniônico de uma solução. Sørensen concluiu então que o pH de uma solução é definido como *o simétrico do logaritmo decimal da concentração de íons hidrônio (em mol/L):*

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad (13)$$

A concentração de hidrogênio também pode ser chamada de concentração hidrogeniônica. Sendo o resultado de uma função logarítmica, é possível constatar que o pH aumenta à medida que a concentração de íons H^+ diminui em uma dada solução e vice-versa. No laboratório, o pH pode ser medido por meio de um medidor de pH chamado pHmetro (figura 3.1) ou estimado utilizando um indicador do tipo universal (figura 3.2) (em papel ou em solução).

Figura 3.1. pHmetro.

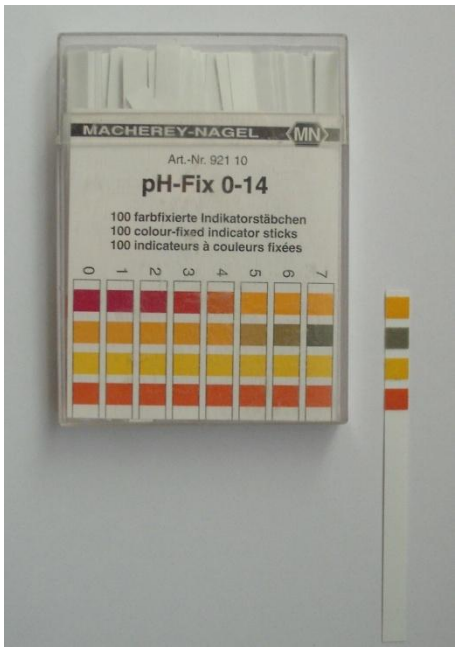


Figura 3.2. Indicador universal.

Fonte: Acervo de fotos da autora.

Assim como a concentração de íons H^+ pode ser obtida pela equação 11, a concentração de íons OH^- pode ser obtida pela equação a seguir:

$$pOH = -\log [HO^-] \quad (14)$$

É interessante visualizar que a escala de pOH é análoga à escala de pH. Relacionando o simétrico do logaritmo da concentração de H^+ e de OH^- podemos considerar o produto iônico da água como:

$$Kw = [H^+] \cdot [HO^-] = 1{,}0 \times 10^{-14} \quad (15)$$

Fazendo o simétrico do logaritmo de ambos os membros da equação 15 obtemos:

$$-(\log [H_3O^+]^+ \log [HO^-]) = -\log (1{,}0 \times 10^{-14})$$

$$-\log [H_3O^+] - \log [HO^-] = 14{,}0$$

ou seja,

$$pH + pOH = 14{,}0 \quad (16)$$

Esta equação é outra forma de relacionar a concentração dos íons H^+ e a concentração dos íons HO^- para calcular a acidez ou basicidade de uma dada solução.

2.2.12- Titulações ácido-base

A Química Analítica desenvolveu métodos clássicos de análise para determinar as concentrações de ácidos e bases em soluções. Esses métodos de análise estão baseados na reação entre um ácido e uma base, cujos produtos são água e sal. É o que acontece quando, por exemplo, uma solução de ácido clorídrico (HCl) reage com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH); nesta solução estarão disponíveis no estado aquoso os seguintes íons: sódio ($Na^{+)}$, hidroxila (HO^-), hidrônio (H_3O^+) e cloreto (Cl). Como a reação de auto - ionização da água ocorre em uma pequena extensão ($Kw=1{,}0 \times 10^{-14}$), a reação inversa será muito extensa, ocorrendo praticamente por completo:

$$HO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad (17)$$

Quando uma solução de HCl reage com uma solução de NaOH, os íons H^+ e OH^- disponíveis no sistema reagem entre si formando moléculas de água, assim o sistema permanece neutro. Essa neutralização sempre ocorrerá quando as proporções estequiométricas forem iguais entre o ácido e a base. O exemplo citado tem como produto o sal cloreto de sódio (NaCl) em solução aquosa proveniente dos íons Na^+ e Cl^-, o que pode ser representado a partir da seguinte expressão:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \leftrightarrow Na^+Cl^- + H_2O_{(l)} \quad (18)$$

Na titulação de ácido-base o titulante é adicionado ao titulado até que o ácido e a base reajam por completo estequiometricamente, e esse momento é chamado ponto de equivalência, isto é, a concentração do ácido é estequiometricamente igual à concentração da base, permitindo assim calcular a concentração desconhecida.

Para identificar o ponto de equivalência deve-se utilizar um indicador ácido-base, uma espécie química que sofre variação de cor quando ocorre a variação do pH. Essa variação pode ser acompanhada por um aparelho especifico, o pHmetro (figura 3.1) ou por um indicador universal (figura 3.2). Ao relacionar o volume de titulante com a variação de pH é possível traçar uma curva analítica, conhecida por curva de titulação, que mostra visualmente o ponto de equivalência da reação. Na bancada, a visualização da mudança de cor da solução devido a mudança do pH determina experimentalmente o ponto final da titulação.

Tendo em vista cada teoria apresentada e sua importância para o desenvolvimento das ciências, é válido afirmar que o ensino de química perpassa ao ensino de conceitos e fórmulas, comumente utilizando-se uma abordagem textual, requer uma abordagem subsidiada em aspectos históricos e filosóficos, que possam colaborar para a aprendizagem.

> Além de ensinar ciências, devemos ensinar sobre ciências, o que inclui a discussão da atividade científica, sua complexidade, sua aplicação e elaboração nas diversas dimensões do contexto sócio - histórico: ético, político, filosófico, tecnológico, dentre outros". (PINHEIRO, BELLAS E SANTOS, 2014)

É importante que o aluno busque reconstruir uma cronologia entre as teorias, tentando identificar os avanços de suas definições ao longo da história, bem como as limitações de cada época, porque assim ele compreenderá como foi o processo para a aceitação de cada teoria ácido-base pela comunidade científica e perceberá que embora essas possam parecer resumidas atualmente em três, todas as demais que as antecederam foram muito importantes em um dado momento da história, e explicaram com louvor diversos fenômenos.

Os livros didáticos, nem sempre são úteis quando a temática se refere às teorias acido-base. Numa pesquisa realizada por Furió-Más et. al (2005), revelou que: "A maioria dos livros descrevem brevemente a definição funcional de ácidos e bases, mas não conseguem tirar proveito deste para realizar uma introdução macroscópica ao comportamento ácido-base". (p.1348) Isto pode permitir que os alunos tenham uma imagem distorcida da ciência e da atividade científica no ensino de química.

A abordagem realizada na sala de aula bem como apresentação das definições como um produto acabado promove visão distorcida da ciência (SOUZA ; ARICÓ, 2017). Além disso, normalmente alunos com visão distorcida "reproduzem os conceitos de ciência da mesma maneira que aprenderam, originando-se um círculo vicioso, muitas vezes prejudicial para a formação de novos alunos". (SOUZA ; ARICÓ, 2017, p.3)

O ensino de ácidos-bases contém conceitos importantes, como as propriedades da molécula de água. Furió-Más et. al (2005) abordam dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de pH, bem como a importância e relevância da compreensão dessa grandeza. Dificuldades para compreender a definição e utilização da função logarítmica na utilização de definição do pH de uma solução, assim como o caráter anfótero da água, são obstáculos limitadores de aprendizagem. Sheppard (2006) aponta para essas dificuldades, em que o aluno relaciona a classificação da substância diretamente com a escala de pH, não conseguindo visualizar o equilíbrio de auto-ionização da água ou ainda associar o pH a uma medida de íons hidrogênio na solução.

Ferramentas como jogos (CASTRO; COSTA, 2011; CUNHA, 2012), lúdico (COSTA; SOUZA, 2013), novas propostas de ensino (RODRIGUES, 2010), são utilizadas no ensino de química objetivando facilitar a interação do aluno com essa ciência e ajudando-o a desenvolver o pensamento cirntífico, em seus diversos conteúdos da química (Atomística, cálculos estequiométricos, etc.)

Algumas alternativas como o uso de mapa cronológico (SOUZA; ARICÓ, 2016), narrativa histórica (PINHEIRO, BELLAS E SANTOS, 2014), bem como a linha evolutiva descrita por Chagas (1999), perfil conceitual (SILVA; AMARAL, 2014) , uso de software (SILVA; SANTIAGO, 2012) etc. são recursos utilizados na tentativa de facilitar o ensino das teorias ácido- base, visto que o seu ensino é “caracterizado pela utilização de diversos modelos explicativos que foram construídos ao longo da história.” (SILVA; AMARAL, 2014). Aprender tais conceitos corretamente implica em aprender diversos outros conceitos e conteúdo nas distintas áreas da química (Inorgânica, orgânica, físico-química, por exemplo).

A aula prática é uma estratégia de ensino que pode contribuir para melhoria na aprendizagem dos conceitos químicos, assim como ajuda a desenvolver habilidades específicas, como controle de variáveis, organização de gráfico e tabelas, etc. (MACHADO; MORTIMER, 2012) que irão permitir que o aluno estabeleça as relações necessárias entre teoria e prática cruciais ao seu aprendizado. No entanto deve ser desenvolvida numa carga horária condizente com as necessidades reais do aluno e do professor, favorecendo a execução, dialogo, discussão, interação e etc ., enfim, questionamentos que o conduzam ao conhecimento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Investigar a contribuição da titulação para a aquisição da linguagem conceitual no ensino de conceitos relacionados a ácidos e bases

3.2. Objetivos específicos

- Identificar se o aluno adquiriu a linguagem científica adequada relacionada ao conteúdo;

- Avaliar se a experimentação contribuiu para a aquisição de conhecimento relacionado com os conceitos de ácidos e bases;

4. MÉTODOS DA PESQUISA

4.1- Cenários e sujeitos da pesquisa

O estudo foi efetuado com estudantes de quatro turmas de segundo ano do Ensino Médio regular do turno diurno, durante o início da terceira unidade à metade da quarta unidade letiva em quatro escolas públicas urbanas localizadas nos municípios de Jequié e Itapetinga na Bahia, e envolveu 42 participantes do gênero feminino e 27 do gênero masculino, totalizando 69 alunos com idades entre 16 e 18 anos.

4.2 - Descrições dos recursos utilizados

Após obter permissão para o acesso às escolas, solicitamos ao professor (a) da disciplina a disponibilização de material multimídia, do laboratório escolar (quando existia) e o acompanhamento do professor (a) para estar presente durante a ação, visto que, visando não comprometer a carga horária da disciplina, a intervenção foi realizada em outro horário ao das aulas das respectivas turmas.

Das quatro escolas em que a intervenção pedagógica foi realizada, apenas uma não possuía laboratório de Ciências, e nesta utilizamos o espaço do laboratório de Informática. Nas demais escolas, os laboratórios possuíam apenas bancadas e cadeiras, e todo o material empregado no experimento foi obtido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) nos campus de Jequié e Itapetinga.

4.2- Roteiro de exploração

A realização da titulação é uma atividade experimental que permite trabalhar diversos conceitos químicos referentes às teorias ácido-base. Assim, depois de nossa apresentação, os alunos responderam a um questionário sobre seus conhecimentos acerca dos conceitos (e teorias) referentes à titulação e aos ácidos e bases (Apêndice 1) e, em seguida, foi realizada uma breve introdução sobre titulação de neutralização ácido-base, já que os professores (a) de três das quatro escolas onde a intervenção foi realizada informaram que tal conteúdo nunca havia sido abordado em sala de aula, e os alunos necessitariam de noções mínimas para realizar a titulação. É importante

salientar que não foram mencionados conceitos sobre teorias ácido-base, apenas a metodologia sobre a realização de uma titulação, como pode ser observado no Apêndice 2; após realizarem a titulação, os alunos responderam novamente o mesmo questionário distribuído no início da intervenção.

4.3-Descrição do estudo

Por meio dos questionários respondidos pelos alunos, antes e após a titulação, buscou-se, por meio da Análise de Conteúdo e de acordo com os níveis do conhecimento químico, descritos por Mortimer e Machado (2012), analisar a aquisição dos conceitos de ácidos e bases. As respostas dos questionários foram analisadas por meio de categorias significativas, antes e depois da intervenção pedagógica, levando em consideração os conceitos químicos, a formação científica, conceitos químicos errôneos e assimilação. As respostas anteriores e posteriores à experimentação foram comparadas para se investigar as possíveis mudanças nas respostas, bem como a apropriação da linguagem científica referentes aos conceitos investigados. Serão apresentadas apenas algumas respostas, selecionadas de acordo o perfil da discussão que servirão de exemplo do padrão utilizado pelos alunos em suas respostas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a apresentação dos resultados, inicialmente serão introduzidos os dados que antecedem a atividade experimental e, em seguida, aqueles obtidos no momento posterior à atividade, com base nos conteúdos desenvolvidos durante os 1º e 2º ano do Ensino Médio sobre teorias ácido- base, relacionadas com algumas das três teorias (teorias de Bronsted- Lowry, Lewis e Arrhenius) que normalmente são abordadas nessa modalidade de ensino.

Como descrito na metodologia, 69 alunos participaram da ação, e destes 34 responderam que nunca haviam ouvido falar em titulação e 14 não responderam, assim 21 alunos afirmaram que em algum momento de suas vidas ouviram algo referente ao tema.

Então lhes foi solicitado que atribuíssem uma definição para Titulação, de acordo seus conhecimentos e as respostas obtidas foram relacionadas às seguintes categorias: substâncias ácidas e básicas (Relacional), operação ou técnica (Operacional), concentrações das soluções (Quantitativo), classificação de substâncias em ácidas, básicas e neutras (Classificação). Houve ainda respostas em branco ou incoerente, e respostas que contemplaram mais de uma categoria, como pode ser vistas no quadro abaixo.

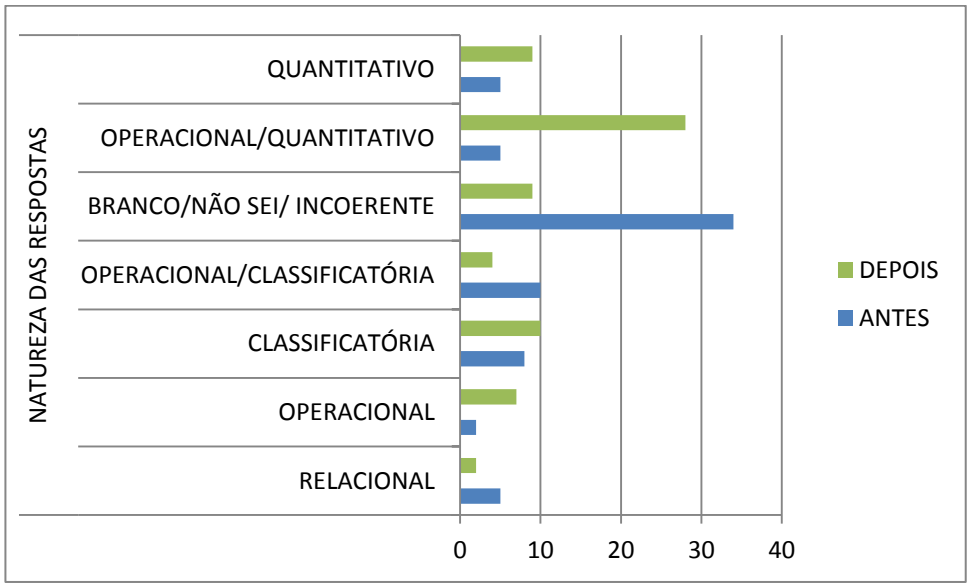


Imagem 5.1. Gráfico de barras com a frequência das respostas relacionadas aos conceitos (Questão 2).

Percebe-se que não há uma categoria que se destaque em grandes proporções, embora o conteúdo de ácidos- bases preveja para o currículo de Ensino Médio o ensino de Titulação, a realidade é que, por diversos fatores, este não é abordado em muitas escolas.

Para atribuir uma definição para Titulação, os alunos deram respostas que se encaixam na categoria mista Operacional/ Quantitativo, descrevendo em sua maioria, após a realização do experimento, as seguintes respostas:

A_1: *Processo que determina a concentração de uma solução.*

A_2: *Processo que determina a concentração de uma mistura.*

A_3: *Processo que determina a concentração desconhecida e a classifica em ácida, básica ou neutra.*

A titulação é uma técnica utilizada principalmente para a determinação de concentrações de espécies químicas. Jiménez- Liso, de Manuel e Torres (2002) e Sheppard (2006) realizaram estudos nos quais concluíram que o uso desta técnica pode contribuir para o ensino de ácidos-bases, embora alguns cuidados quanto à inserção dos conceitos relacionados devem ser tomados, principalmente o conceito de pH: “é provável que os alunos tenham dificuldade em entender o que está acontecendo com os valores de pH durante uma titulação”(SHEPPARD, 2006, p, 33). Romine et. al (2016) sugerem que “instruções introdutórias da química precisam dedicar mais tempo à compreensão do conceito do pH e da natureza da escala de pH” (p.25).

A análise dos dados permite afirmar que a realização da titulação contribuiu para o aprendizado deste procedimento, e exemplos de respostas, anterior e posterior ao experimento podem ser comparadas abaixo:

$A_{4\ (antes)}$:... *algo relacionado a concentração de substâncias envolvendo ácidos e base.*

$A_{4\ (depois)}$:...*Calcular a concentração de uma solução a partir de uma solução padrão em que já conhecemos a concentração.*

$A_{5\ (antes)}$*:* *é o titulo de uma ação química.*

A_5 (depois): *processo utilizado para calcular a concentração de uma solução.*

Houve aquisição de linguagem científica, perceptível quando a resposta A_4 muda de categoria Relacional para Operacional/ Quantitativo, e essa mudança reflete a aquisição da linguagem mais científica (MACHADO; MORTIMER, 2012). Na resposta do aluno A_5, o conceito de titulação foi totalmente modificado, uma vez que anteriormente o aluno definia titulação como sendo título em massa e, posteriormente, sua resposta é mais bem elaborada, com linguagem científica apropriada, e a definição processual de uma técnica utilizada com um objetivo específico.

As demais questões solicitavam que, com suas próprias palavras definissem o que é um ácido, uma base e o que acontece quando se reage um ácido com uma base. As categorias para análise das respostas foram selecionadas de acordo com os níveis do conhecimento químico, descritos por Machado e Mortimer (2012). Segundo estes autores, dentre as abordagens dos conceitos relacionados à química "é útil distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional" (p. 29). O nível fenomenológico está relacionado diretamente com os fenômenos estudados pela química, já o teórico pode ser representado pela utilização de modelos atômicos que incluem entidades não observáveis como átomo, moléculas, íons, etc. que não podem ser observados e o representacional, que faz uso de fórmulas e equações químicas, representação dos modelos gráficos e expressões matemáticas.

Esses aspectos se inter-relacionam formando o triângulo representando os níveis ou dimensões do conhecimento químico (Figura 5.2):

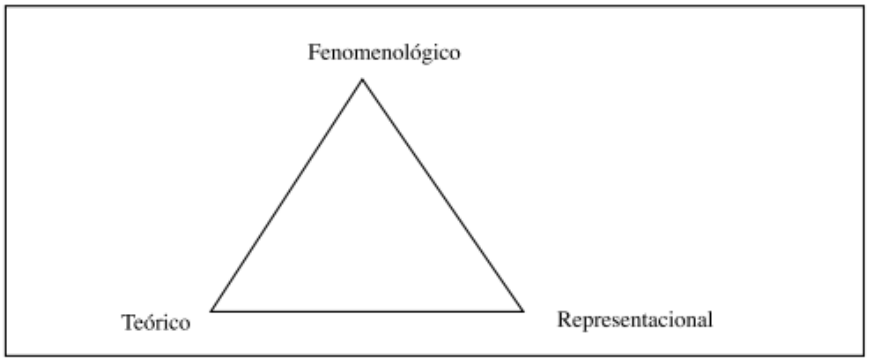


Figura 5.2: Níveis do conhecimento químico. (Fonte: MACHADO; MORTIMER, 2012)

Com base nestas categorias, analisamos as respostas atribuídas a essas questões, cujo resultado pode ser visto na tabela abaixo:

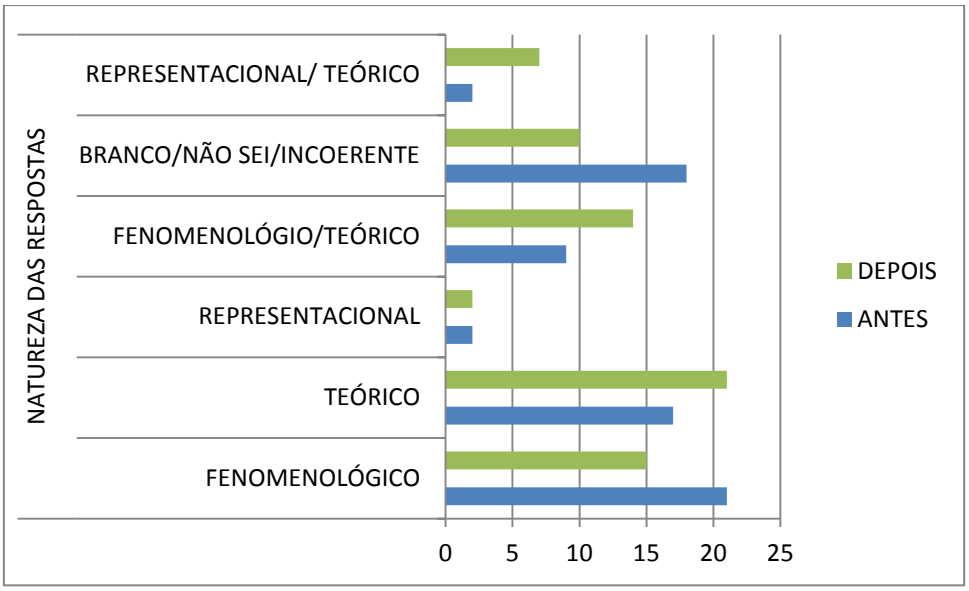


Imagem 5.3: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos (Questão 3).

Dentre os alunos que apresentaram uma resposta a menor parte definiu ácido por uma visão fenomenológica, essas respostas foram baseadas no que eles visualizam ou sentem de acordo com o fenômeno estudado, ao definir ácido como:

***A_6**: ...pode ser considerado azedo exemplo de alimento usado é o limão*.

***A_7**:...é uma substância corrosiva.*

***A_8**:...substância que quando em água libera cátions H^+ e tem sabor azedo.*

3. Na Química, o que significa a palavra ácido?

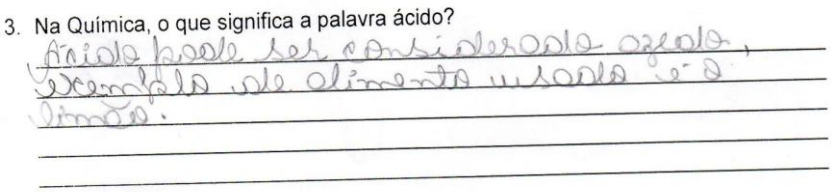
***A_9**: ...* Solvera [H+] *(Libera [H^+])*

A resposta do aluno A_6 está baseada na sensação do fenômeno, no paladar, já A_7 baseia-se na visualização do fenômeno, A_8 mistura em sua resposta as categorias fenomenológica e representacional, o que se relaciona com as afirmações de Machado e Mortimer (2012), quando dizem que para que

haja a produção do conhecimento é necessário que a tríade do triângulo seja trabalhada uniformemente, possibilitando que o aluno estabeleça a relação entre a teoria e os símbolos representacionais envolvidos no fenômeno, podendo migrar de uma zona conceitual para outra, visto que o processo de compreensão é ativo, enquanto que A_9 apoia-se na categoria representacional/ teórica, definindo o ácido por meio da conceitualização da liberação do íon e por meio da representação do símbolo (H^+).

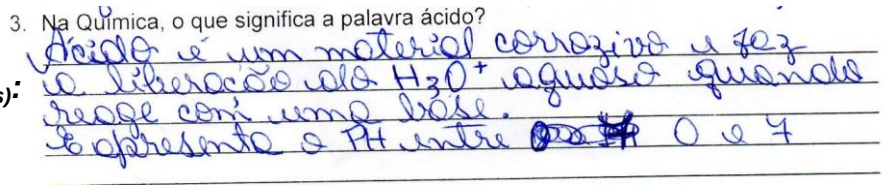
Dos alunos que responderam a maior parte utilizaram a categoria teórica em suas definições, anterior e posteriormente; Há evidencias da evolução conceitual e na linguagem científica, que pode ser identificada na comparação das respostas de alguns alunos que utilizaram a categoria fenomenológica e em seguida, utilizam outras categorias:

$A_{10(antes)}$:


3. Na Química, o que significa a palavra ácido?
Ácido pode ser considerado azedo, exemplo de alimento usado é o limão.

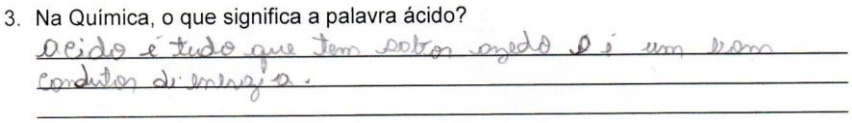
(Ácido pode ser considerado azedo, exemplo de alimento azedo é o limão)

$A_{10(depois)}$:


3. Na Química, o que significa a palavra ácido?
Ácido é um material corrosivo e faz a liberação do H_3O^+ aquoso quando reage com uma base. E apresenta o PH entre 0 e 7

(Ácido é um material corrosivo e faz a liberação do o H_3O^+ aquoso quando reage com uma base. E apresenta o pH entre 0 e 7)

$A_{11(antes)}$:


3. Na Química, o que significa a palavra ácido?
Acido é tudo que tem sabor azedo e é um bom condutor de energia.

(Ácido é tudo que tem sabor azedo e um bom condutor de energia)

***A11(depois)*:** 3. Na Química, o que significa a palavra ácido?

Acido é todo elemento que tem sabor azed, a presença do hidrogênio.

(Ácido é todo elemento que tem o sabor azedo, e a presença do hidrogênio.)

A_{10} que anteriormente utilizou apenas a linguagem fenomenológica em sua resposta, posteriormente utiliza representações (H_3O^+) e conceitos teóricos; A_{11} faz a inserção conceitual, mesmo que incompleta, quando adiciona a presença do hidrogênio em sua conceitualização de ácido, mostrando que já consegue relacionar duas categorias (fenomenológica, representacional e teórica) em sua definição, evidenciando assim a evolução citada.

Em geral, as respostas posteriores ao experimento foram adquirindo um caráter mais científico na interação com o meio prático, pois o aluno se apropria de termos técnicos que colaboram para a formação dos conceitos, assim como da linguagem científica utilizada para descrever o experimento. Neste ambiente é possível desmistificar, por exemplo, que ácidos são sempre azedos, corrosivos (SILVA; AMARAL 2016) e que “soluções com pH diferentes possuem cores diferentes”(ROMINE et. al 2016, p. 05)

Tratando-se da questão 4, na qual deveriam definir uma base, a maior parte dos alunos a definiram teoricamente, embora incompletas as definições apresentadas evidenciem a construção do conhecimento dos conceitos acerca das teorias ácido- base.

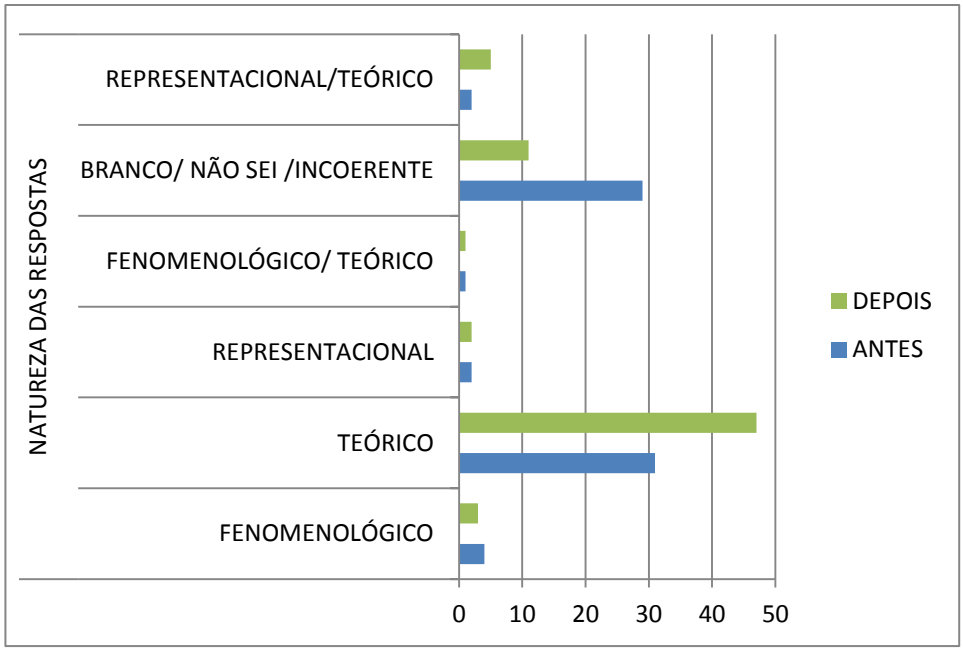


Imagem 5.4: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 4).

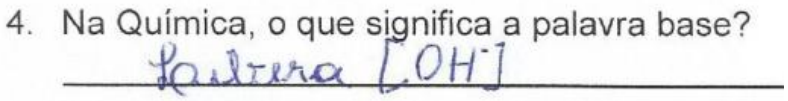
Grande parte dos alunos buscou uma definição teórica para definir a base, tanto antes como depois do experimento.

A_{12}: *... quando o pH é maior que 7, exemplo a soda cáustica.*

A_{13}: *...qualquer substância que libera única e exclusivamente o OH^-.*

A_{14}: *...Base é adstringente ou seja, prende o sabor, como por exemplo uma banana verde, pode ser considerada uma base.*

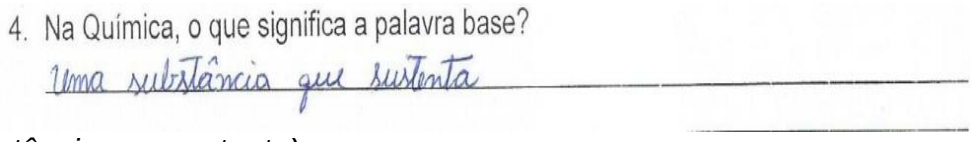
A_{15}:...



(libera [OH^-])

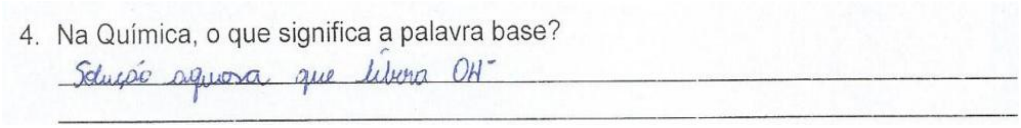
Comparando as respostas de alguns alunos (a) antes e após o experimento podemos observar a evolução tanto conceitual como na aquisição da linguagem científica.

$A_{16(antes)}$:



(Uma substância que sustenta).

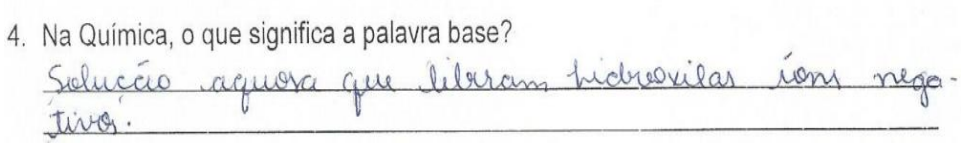
A16(depois):


4. Na Química, o que significa a palavra base?
Solução aquosa que libera OH^-

(Solução aquosa que libera OH^-).

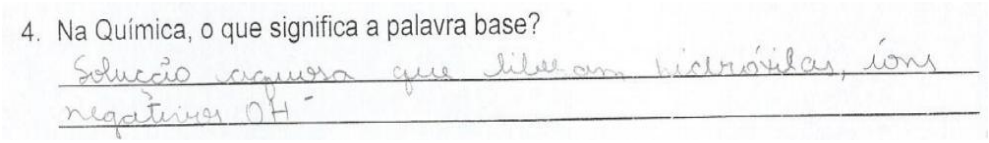
Houve uma evolução conceitual, onde inicialmente o (a) aluno (a) apresenta uma resposta incoerente com o solicitado e em seguida responde abordando a categoria representacional/ teórico.

A17(antes):


4. Na Química, o que significa a palavra base?
Solução aquosa que liberam hidroxilas íons negativos.

(Solução aquosa que liberam hidroxilas íons negativos).

A17(depois):


4. Na Química, o que significa a palavra base?
Solução aquosa que liberam hidroxilas, íons negativos OH^-

(Solução aquosa que liberam hidroxilas, ions negativos OH^-)

Inicialmente é perceptível o uso da categoria teórico e posteriormente ao experimento, o uso da representacional /teórico indicando assim a tomada de consciência que existem mais informações que podem ser atribuídas a tal definição no intuito de tornar a resposta mais completa.

Percebe-se que a maioria dos alunos descreve a base por uma visão teórica, mesmo que em seus conceitos ácido e base são substâncias que não possuem relação, Romine (2016) afirma que para estudantes do Ensino Superior “pOH é uma medida de concentração de moléculas que contêm OH e não conseguem identificar a natureza complementar do pH e pOH” e completa que “no Ensino Médio a tendência é muito semelhante” (p.15). Como as teorias ácido-base são introduzidas com a apresentação dos conceitos relacionados a ácidos junto aos conceitos relacionados à base, a bagagem histórica do ácido é mais marcante e evidenciada com mais destaque, possibilitando que o aluno estabeleça maior relação do ácido com seu cotidiano que com a base. No entanto essa concepção é essencial para que as dimensões do conhecimento químico sejam alcançadas e a aprendizagem efetivada. (MACHADO E MORTIMER, 2012 p. 31),

A reação de neutralização foi abordada pela breve apresentação antes da realização do experimento sobre titulação de neutralização, e a análise dos dados mostra que houve apropriação conceitual, bem como mudança da linguagem comum para a científica. O gráfico abaixo mostra que a maioria dos alunos.

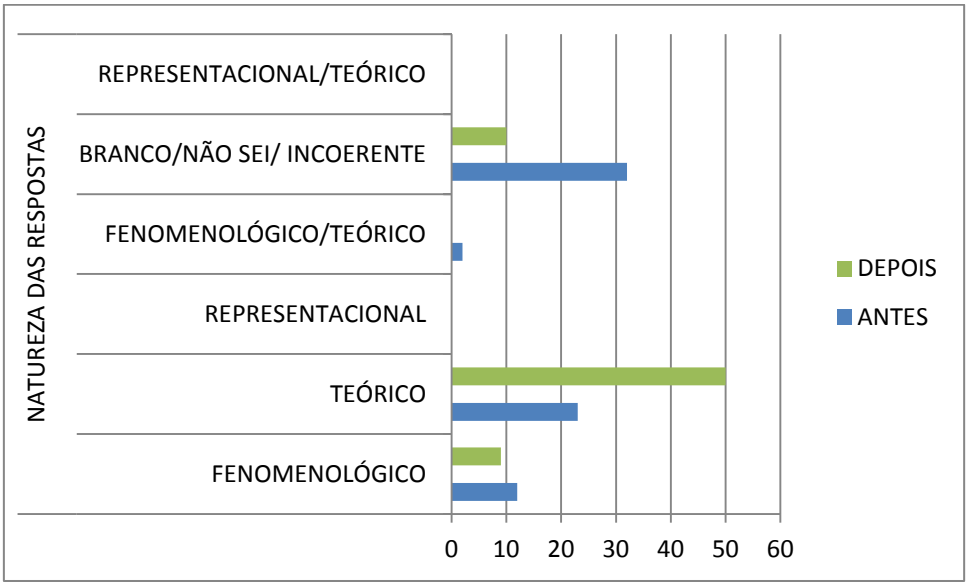
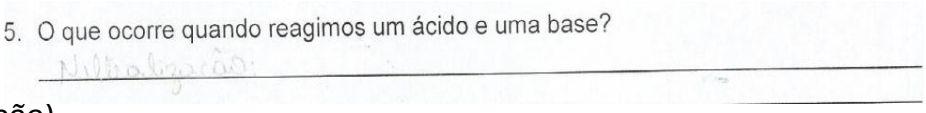


Imagem 5.5: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 5).

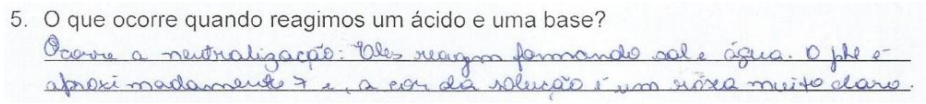
É interessante analisar que antes do experimento a maioria dos alunos não respondeu ou atribuiu a resposta não sei para tal definição. Posteriormente esse número diminuiu consideravelmente e análise das respostas do mesmo aluno (a) antes e depois da ação indicam avanços conceituais:

***A*$_{18\ (antes)}$:**


5. O que ocorre quando reagimos um ácido e uma base?
Neutralização

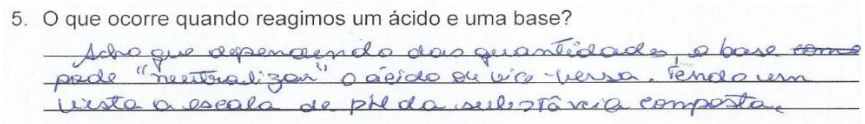
(Neutralização)

***A*$_{18\ (depois)}$:**


5. O que ocorre quando reagimos um ácido e uma base?
Ocorre a neutralização: Eles reagem formando sal e água. O pH é aproximadamente 7 e a cor da solução é um roxa muito claro.

(Ocorre a neutralização: Eles reagem formando sal e água. O pH é aproximadamente7 e a cor da solução é roxa muito clara)

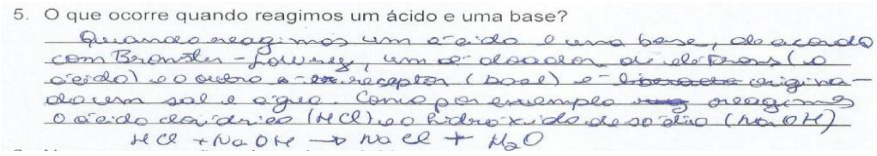
A19(antes):


5. O que ocorre quando reagimos um ácido e uma base?

Acho que dependendo das quantidades, a base ~~como~~ pode "neutralizar" o ácido ou vice-versa. Tendo em vista a escala de pH da substância composta.

(Acho que dependendo das quantidades a base pode "neutralizar" o ácido ou vice- versa. Tendo em vista a escala de pH da substância composta)

A19 (depois):


5. O que ocorre quando reagimos um ácido e uma base?

Quando reagimos um ácido e uma base, de acordo com Bronsted - Lowry, um é doador de elétrons (o ácido) e o outro é receptor (base) é originado um sal e água. Como por exemplo reagimos o ácido clorídrico (HCl) e o hidróxido de sódio (NaOH)

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

(*Quando reagimos um ácido e uma base, de acordo com Bronsted-Lowry, um é doador de elétrons[ácidos]e o outro é receptor [base] é originado sal e água. Como por exemplo reagimos o ácido clorídrico (HCl) e o hidróxido de sódio(NaOH).*

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

É notória que a definição descrita por A_{18} após o experimento apresenta elementos que não foram mencionados na resposta anterior, como conceitos importantes de pH, os produtos formados na reação de neutralização em questão e junto ao conceito agrega ainda a dimensão fenomenológica, quando cita a mudança de cor da solução. Embora o aluno A_{19} faça uma comfusão ao referir-se a Bronsted-Lowry citando a definição proposta por Lewis, o que se destaca é a tomada de consciência do aluno em relação a conceitos que não foram mencionados na resposta anterior nem na apresentação sobre titulação de neutralização, demonstranto que esse conceito mais elaborado sobre ácido só foi despertado a partir da experimentação, a resposta posterior transita entre os níveis teórico e representacional. Em A_{19} é possivel ainda identificar que o aluno associa que um ácido sempre neutraliza uma base e virce versa, este foi o único caso onde o houve relação entre a quantidade dos reagentes, os demais alunos não estabelecem essa corelação de volume (quantidade) de reagente, esse equívoco é apontado por outros estudos (ROMINE, 2016).

Quando há: (1) aquisição de novas zonas de um perfil conceitual, ou seja, novos modos de pensar um conceito; (2) tomada de consciência acerca da multiplicidade de formas de pensar que um perfil encerra, bem como dos contextos em que cada uma destas formas de pensar podem ser aplicadas de

maneira adequada e poderosa, é possível afirmar que houve aprendizagem ou a reformulação de um dado conceito(MORTIMER et al, 2010).

Silva e Amaral (2014) realizaram um estudo sobre a zona de perfil conceitual e evidenciam que um determinado conceito pode ser representado por diferentes zonas de perfil conceitual, e que o uso das mesmas ajuda a estruturar a concepção dos alunos acerca do conteúdo estudado.

Finalizando o questionário, o aluno deveria informar se a molécula de água é um ácido ou uma base e justificar sua resposta, e para analisar esta questão outras categorias foram escolhidas. As categorias utilizadas foram: Base (com justificativa teórica, com justificativa fenomenológica e sem justificativa), neutra (sem justificativa, justificativa teórica e justificativa fenomenológica), branco (ou incoerente) e ácido.

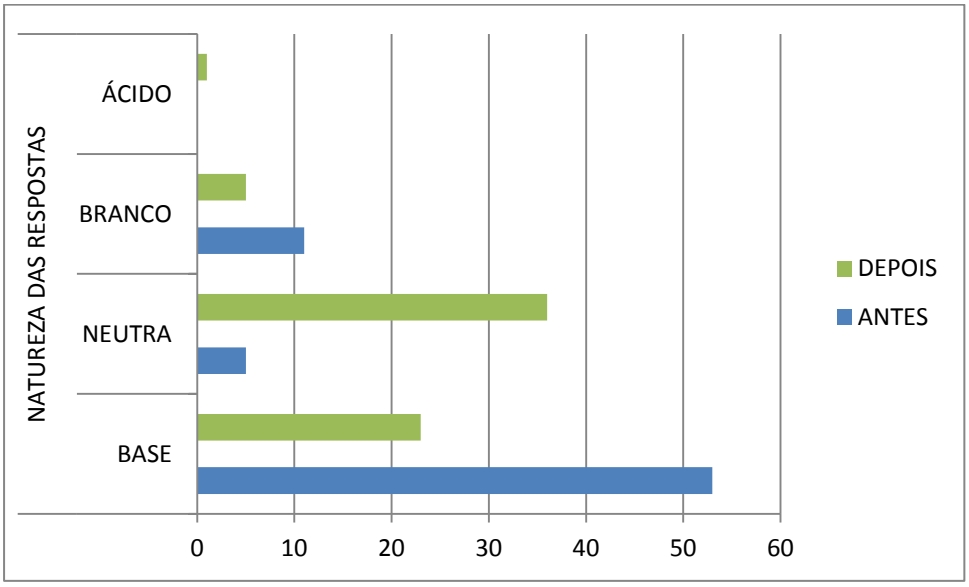


Imagem 5.6: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 6).

Sobre a neutralidade da molécula de água, nos chama atenção que no momento anterior ao experimento, muitos alunos responderam que a molécula de água é uma base, suas principais justificativas foram fundamentadas na categoria fenomenológica, visto que muitos não concebem tal substância possuir caráter ácido. Abaixo, algumas comparações das respostas antes e depois do experimento.

A_{20} (antes):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

Uma base; os ácidos não há H_2O

(uma base, os ácidos não há H_2O)

A_{20} (depois):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

Uma base, pois a água não é uma substância corrosiva

(Uma base, pois a água não é uma substancia corrosiva)

A_{21} (antes):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

(Em branco)

A_{21} (depois):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

Na verdade ela é neutra, pois seu pH é 4.

(Na verdade ela é neutra, pois seu pH é 7)

A_{22} (antes):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

Neutra.

(Neutra)

A_{22} (depois):

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

Neutra, pois suas substâncias se anulam, tornando-a neutralizada.

(Neutra, pois suas substancias se anulam, tornando-a neutralizada)

As respostas apresentadas por A_{20} mostra que para este aluno apenas a experimentação realizada em um dia não foi o suficiente para fazer uso dos seus conhecimentos acerca dos conceitos relacionados e levasse a reflexão chegando a uma conclusão que se aproximasse um pouco mais da definição

apropriada para a questão. É perceptível que o aluno A_{21} reavaliou sua concepção após a titulação, apresentando uma resposta teórica quando anteriormente ele (a) não atribuiu nenhuma resposta. Na concepção de A_{22} a ação contribuiu na elaboração de uma resposta mais completa e com linguagem conceitual mais elaborada.

Esses são conceitos que devem ser trabalhados detalhadamente, permitindo espaços para reflexão e construção do conhecimento, quando geralmente são apenas apresentados aos alunos (SHEPPARD, 2006).

O gráfico a seguir identifica as categorias das respostas ”Base” e “Neutra”, que foram apresentadas sem justificativas ou com justificativas teórica ou fenomenológica.

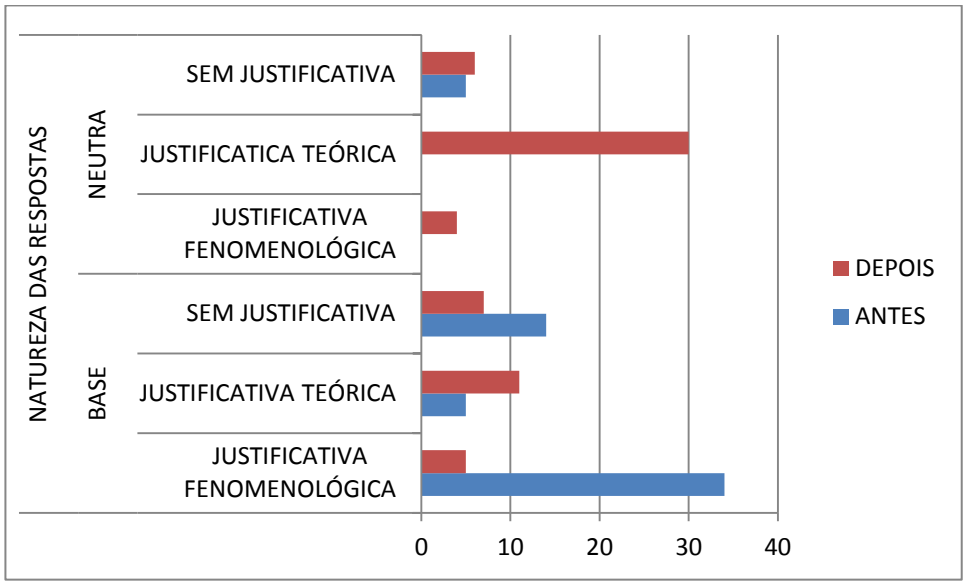


Imagem 5.7: Gráfico de barras das respostas relacionadas aos conceitos x zona do perfil conceitual (Questão 6).

Sendo assim suas justificativas são:

A_{23}:*...base porque não tem odor picante nem sabor acre como o vinagre.*

A_{24}:*...base porque não é ácido.*

A_{25}:*...base pois não é uma substância corrosiva.*

Segundo Romine (2016), os alunos associam erroneamente que os ácidos são “prejudiciais e maléficos, com pH baixo e a medida que aumenta o pH da solução ela assume caráter básico deixando de ser prejudicial”.(p.05) Essa associação, explica o fato da maioria dos alunos classificarem a molécula de água como base, visto que é inconcebível afirmar que a água é corrosiva ou maléfica.

Após o experimento percebe-se uma mudança quanto ao número de alunos que apresentam uma resposta com justificativa teórica, mesmo que este conceito de neutralidade esteja ligado diretamente com a escala de pH. Conforme as respostas registradas e por meio da conversa informal durante o experimento foi possível perceber que para eles essa escala define apenas o caráter da solução, não compreendem a natureza logarítmica tampouco associam a concentração de íons H^+ ou OH^- presentes na solução, o que de fato define a sua natureza. Esse equívoco pode ser justificado pelo fato do aluno “Aprender sobre o pH como sendo devido à natureza inversa e logarítmica da escala” (SHEPPARD, 2006). Definições que não são trabalhadas em sala de aula, apenas apresentadas ao aluno, que na busca de satisfazer suas necessidades passa a atribuir uma classificação de acordo com um número na escala. As respostas a seguir são exemplo dessa limitação:

A_{26}:*...Neutra porque o pH é 7.*

A_{27}:*... Nem ácido nem base, a água tem pH 7.*

Jiménez- Liso; de Manuel Torres (2002) ressaltam a influência da mídia na formação desses conceitos errôneos, onde o valor do pH é relacionado com a qualidade benéfica do produto, considerando que os ácidos são prejudiciais para o corpo (pele, dentes, etc.) ou para a roupa e etc.

As questões que tiveram respostas em branco ou cuja resposta foi “Não sei”, também apresentam informações significativas sobre o uso desta metodologia. O gráfico abaixo revelam os dados referentes a essa categoria, antes e depois do experimento:

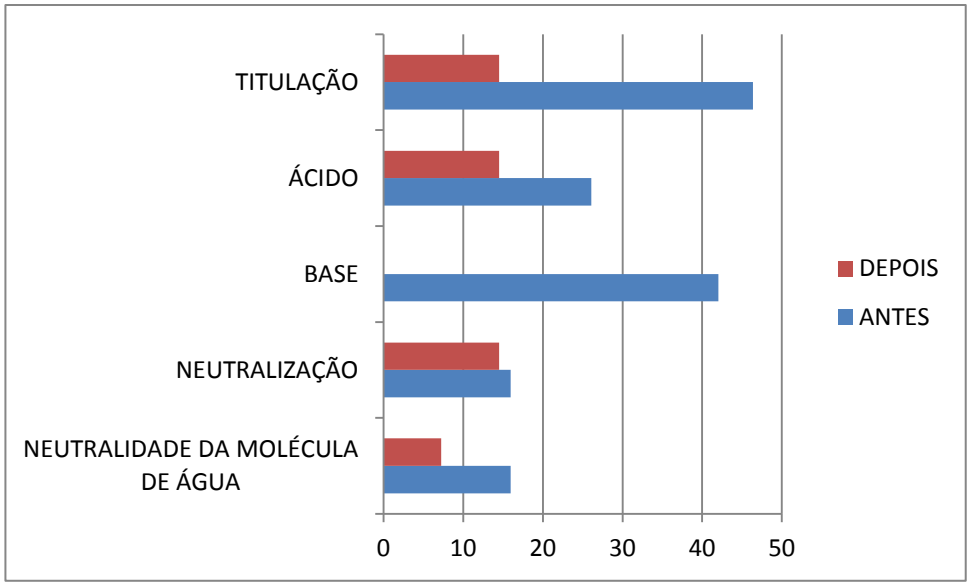


Imagem 5.8: Gráfico de colunas das respostas relacionadas aos as respostas nulas referentes a cada conceito

O número de alunos que não soube responder, deixando a questão em branco ou atribuindo uma resposta incoerente, demonstra que a mudança conceitual pode necessitar de tempo para ser processada e compreendida. Os dados do gráfico acima reafirmam os estudos obtidos por pesquisadores (MORTIMER 1996; SHEPPARD 2006; LUNETTA 2005, FURIÓ-MÁS et al., 2015) que identificam a resistência dos alunos em mudanças conceituais, apropriação de termos técnicos e científicos, faltas de contextualização dos conceitos, “a maioria dos livros de texto descreve brevemente a definição funcional de ácidos e bases, mas não conseguem tirar proveito deste para realizar uma introdução macroscópica ao comportamento ácido-base” (FURIÓ-MÁS et al., 2005, p.1348). Novas metodologias ou aprimoração de métodos existentes devem ser desenvolvidas na busca de possibilitar o aprendizado, minimizando a realidade que “é percebido e vivenciado por muitos professores de ciências em seu trabalho cotidiano, e é isso que mostram inúmeras pesquisas: a maioria dos alunos não aprende a ciência que lhes é ensinada”. (POZO; CRESPO 2009, p.15)

A experimentação possui papel importante nesse contexto, que requer a prática voltada para sanar as dificuldades do aluno evidenciando claramente a necessidade e importância da utilização desta metodologia com o

aperfeiçoamento que facilite e contribua para o real aprendizado. Rocha e Vasconcelos (2016) reafirmam tal importância e carência:

> Entende-se que a melhoria da qualidade do ensino de Química deve contemplar também a adoção de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação como uma forma de aquisição de dados da realidade, oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo, por meio de seu envolvimento, de forma ativa, criadora e construtiva, com os conteúdos abordados em sala de aula, viabilizando assim a dualidade: teoria e prática. (p.8)

6- CONCLUSÕES

A busca pelo conhecimento nem sempre é um processo fácil. As dificuldades de aprendizado requerem aprimorar e desenvolver metodologias de ensino que possibilitem a construção do conhecimento. A experimentação é uma metodologia eficaz, que necessita de algumas inovações para atender às necessidades reais do estudante, visto que nem sempre a sua utilização contribui para o aprendizado significativo das Ciências.

O uso de atividades experimentais com o objetivo de facilitar o aprendizado e motivar o aluno deve ser uma ferramenta utilizada com devido cuidado e planejamento. Com a aplicação desta intervenção e pelos resultados obtidos, posso concluir que a experimentação é uma metodologia que contribui significativamente para o processo de ensino – aprendizagem de Ciências, em especial, Ensino de Química. Contudo, é importante destacar que a carga horária atual da disciplina não disponibilizar de tempo hábil para o planejamento, execução e discussão da prática em questão, e também urge que os professores disponham do mínimo de reagentes, equipamentos e vidrarias necessárias a execução de tal atividade. Das quatro escolas onde a atividade foi desenvolvida, três dispunham de espaço físico, no entanto em nenhuma delas havia reagentes, equipamentos ou vidrarias. Ensinar e aprender química são processos que requer mudança conceitual, uso de aspectos representacionais e aplicações laboratoriais por meio dos quais o aluno possa contextualizar o que aprendeu em sala de aula com o mundo e sua comunidade. Apesar da atividade ter sido efetuada num curto intervalo de tempo (3h) foi perceptível por meio do diálogo efetuado com os alunos no final da ação que estes gostaram e admitiram que era uma maneira de aprender Química diferente, divertida e proveitosa.

Por tudo o que foi exposto, julgo-me estar apta a afirmar que o uso da metodologia como foi desenvolvida contribuiu para uma melhor abordagem das reações de ácido-base, em particular a reação de neutralização. Em perspectivas futuras, considero importante a aposta em aprimoração dos laboratórios existentes, bem como a construção dos mesmos nas escolas onde ainda não existem, assim como revisão da carga horária para que o docente

possam desenvolver as intervenções que contribuam no processo real de aprendizagem dos alunos.

7. REFERÊNCIAS

[1] SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M. Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização. Educación Química. V. 28. p. 2-10, 2017.

[2] GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova. V.31, n 03, p.198-202, 2009.

[3] FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M. L.; GUISASOLA, J. e FURIÓ-GÓMEZ, C. How are the Concepts and Theories of Acid–Base Reactions Presented? Chemistry in Textbooks and as Presented by Teachers. International Journal of Science Education. v. 27, n. 11, p.1337-1358, 2005.

[4] SHEPPARD, K. High school students' understanding of titrations and related acid base phenomena. Chemistry Education Research and Practice, v. 7, n. 1, p.32-45, 2006.

[5] ROMINE, W. L; TODD, A. N; CLARK, T.B. How do undergraduate students conceptualize acid–base chemistry? Measurement of a concept progression. Science Education. v. 100, n. 6, p. 1150-1183, 2016.

[6] SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M. Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização. Educación Química. V. 28. p. 2-10, 2017.

[7] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: Um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V.1(3), p. 25-46, 2011.

[8] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 2010

[9] ROCHA, G. N; MELO, L. F. L; ROMERO, F. B; FECHINE, P. B. A. Estudo do rendimento dos alunos do curso de química nas disciplinas de Físico-Química da UFC. Revista Científica Internacional. Indexada ISSN 1697- 9844. Ano 4, n17, p.153-172, 2011.

[10] CASTRO, B.J; COSTA, P.C.F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS ISSN 1850-6666. V.6, n 02, p. 1-13, 2011.

[11] MORTANARO, S. A. A; MARCONDES, M. E. R; Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química. História da Ciência e Ensino construindo interfaces. V.6, p. 16-31, 2012.

[12] CUNHA, M.B. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. Química Nova na Escola. V.34 n 02, p. 92-98, 2012.

[13] SANTOS L. C; SILVA, M. G.L da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. In: IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. Girona, 9-12 de Septiembre de 2013.

[14] COSTA, A. A. F. da; SOUZA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas. V.10, n 19, p.106-116, 2013.

[15] OLIVEIRA, V. B. Concepções e perspectivas da avaliação de aprendizagem: uma revisão analítica. Cadernos de pesquisa UFMA. V. 23, n 02, p. 138-148, 2016.

[16] Coll, C;ONRUBIA, J. A construção de significados compartilhados em sala de aula: Atividade conjunta no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e alunos. In: COLL, C.; EDWARDS, D (Orgs.). Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artmed, 1998.

[17] MORTIMER, E.F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de

ciências da natureza. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (Orgs.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010, p. 181-207.

[18] SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L. e TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (Orgs.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010, p. 231-261.

[19] LUNETA, V.N; HOFSTEIN, A e CLOUGH, M.P. Learning and teaching in the school Science laboratory: an analysis of research, theory and practice. In: ABELL, S.K. e LEDERMAN, N.G. Handbook of research on Science education. New York: Routledge, 2008, p. 393-441.

[20] MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências, V. 1, n 01, p. 1-18, 1996.

[21] FURIÓ, C.; CALATAYUD, M.L. e BÁRCENAS, S.L. Surveying Students' Conceptual and Procedural Knowledge of Acid–Base Behavior of Substances. Journal of Chemical Education, v. 84, n.10, p.1717-1724, 2007.

[22] LÔBO, S.F. O trabalho experimental no ensino de química. Química Nova. V. 35, n 02, p. 430-434, 2012.

[23] WARTA, E.J e REZENDE, D.B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. Ciênc. Educ., v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

[24] CHAGAS, A. P. "O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX". Química Nova. V.23, n 01, p.126-133, 1999.

[25] SILVA, M. P. da; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História das Ciências combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. V.5, p.48-82, 2012.

[26] BROWN, T.L; LEMAYH. E; BURSTEN, B.E. *Química*: a Ciência Central, 9ª. ed.. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

[27] PINHEIRO, B. C. S; BELLAS, R. R. D; SANTOS, L. M. Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. In.: XVII ENEQ, Ouro Preto- MG, 2014.

[28] CUNHA, M.B. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. Química Nova na Escola. V.34 n 02, p. 92-98, 2012.

[29] RODRIGUES, R. S; SILVA. R. R. A Formação do conhecimento escolar pela confluência dos saberes da ciência química, da história e da cultura popular: Aplicação e avaliação de uma proposta de ensino. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília- DF, 21 a 24 de Julho de 2010.

[30] SILVA, F.C.V e E.M.R, AMARAL. Tendências de pesquisa, concepções de estudantes e desenvolvimento histórico do conceito de ácido. In.: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, Ouro Preto, MG, Brasil – 19 a 22 de Agosto de 2014.

[31] MACHADO, A.H; MORTIMER, E.F. Química para o ensino médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: MALDANER, O.A.; BASSO, L. (Orgs.). Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica. Ijuí: Editora da Unijuí, 2012.

[32] JIMÉNEZ LISO, M.R; DE MANUEL e TORRES, E. La neutralización ácido-base a debate. Enseñanza de Las Ciencias. v. 20, n. 3, p. 451-464, 2002.

[33] SILVA, F.C.V e E.M.R, AMARAL. Relação entre diferentes concepções de ácidos e as zonas do perfil conceitual de substância. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, 2016.

[34] POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

[35] ROCHA, J.S; VASCONCELOS, T.C. Dificuldade de aprendizado no ensino de química: Algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUIMICA, 18, 2016, Florianópolis -SC .Sociedade Brasileira de Química, 2016.

[35] TREVISAN, T. S e MARTINS, P. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. UNI revista. V. 01, n 02 : abril, 2006.

[36] JEANPIERRE, A; DEVELAY, M. A Didática das Ciências. 13º ed. Campinas: Papirus, 2009.

[37] SILVA, S.M; EICHLER, M.L; SALGADO, T.D.M; DEL PINO, J. C. Concepções alternativas de calouros de química para as teorias ácido-base. In: EDUQUIM/ XIV ENEQ, 2008. Curitiba, PR.

APÊNDICE

Apêndice 1: Questionário

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUIMICA – PPGQUI
ÁREA DE CONCETRAÇÃO: QUÍMICA ANALÍTICA
PESQUISA APLICADA PELA MESTRANDA GERUZA DA SILVA NASCIMENTO

Questionário

1. Você já ouviu falar em titulação? Sim ou não?

   _____

2. Procure definir em suas próprias palavras o que significa uma titulação.

   _____
   _____
   _____
   _____

3. Na Química, o que significa a palavra ácido?

   _____
   _____
   _____
   _____

4. Na Química, o que significa a palavra base?

   _____
   _____
   _____
   _____

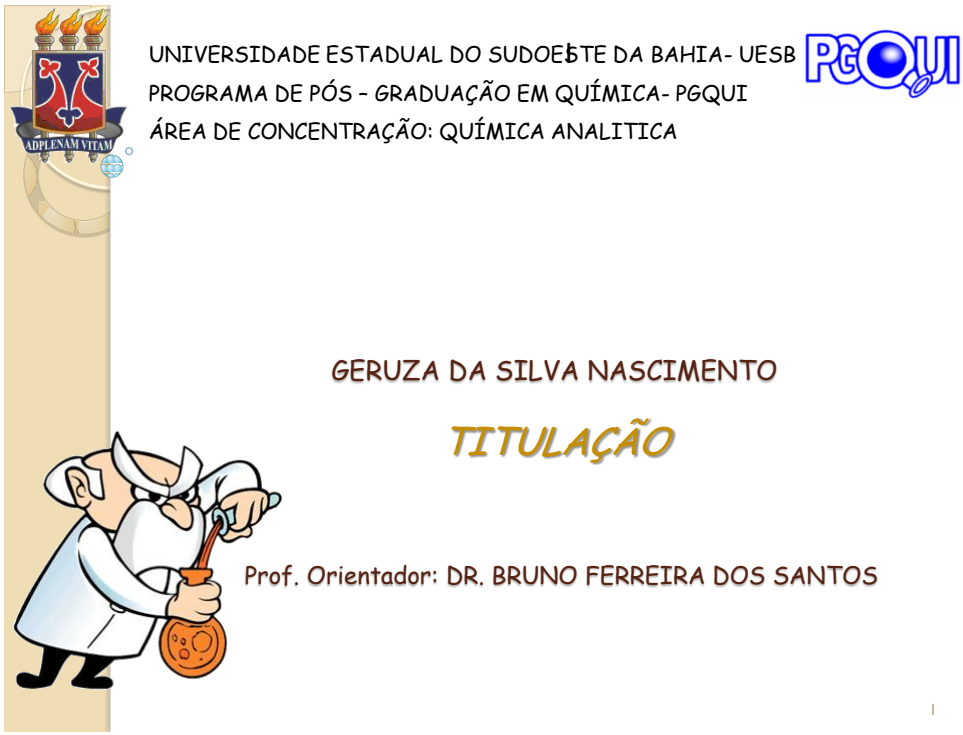
5. O que ocorre quando reagimos um ácido e uma base?

   _____
   _____
   _____
   _____

6. Na sua concepção a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

Apêndice 2 : Apresentação sobre Titulação



Titulação

É o processo de determinação da concentração de uma solução, denominada *solução-problema*, pela reação com outra solução de concentração conhecida, denominada *solução padrão*.

1

Solução Padrão	*Solução Problema*
✓ Volume conhecido	✓ Volume conhecido
✓ Concentração conhecida	✓ Concentração desconhecida

3

Ponto final

É a quantidade necessária do titulante (solução padrão) que deve ser adicionada para reagir com o titulado (solução problema)

4

Titulação de neutralização

5

Titulação de neutralização

Baseia-se na reação de um ácido com uma base onde ocorre a formação de um sal e água.

Ácido + Base $\rightleftharpoons$ Sal + Água

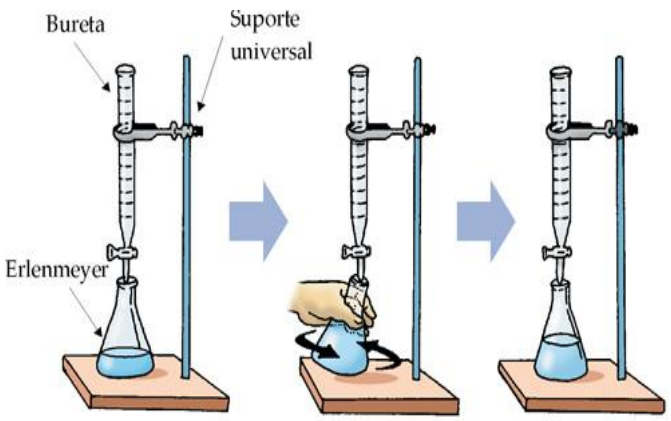
6

Titulação de neutralização

Ácido + Base → Sal + Água

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

7

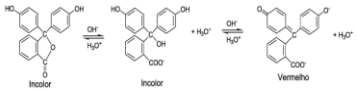


Como reconhecer o ponto final da titulação?

8

A escolha do indicador

Indicador ➔ *substância que muda de cor em uma faixa conhecida de pH*



Fórmula da fenolftaleína

9

A escala de pH

É uma escala que determina o caráter da solução

pH < 7 ➔ solução ácida

pH = 7 ➔ solução neutra

pH > 7 ➔ solução básica

10

A escala do indicador

11

Calculando...

$$C_a \times V_a = C_b \times V_b$$

C_a= Concentração do ácido
V_a = Volume do ácido
C_b = Concentração da base
V_b= Volume da base

12