



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**Investigando as concepções dos estudantes do ensino
fundamental ao superior sobre ácidos e bases**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Angela Carine Moura Figueira

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL AO SUPERIOR SOBRE ÁCIDOS E
BASES**

Por

Angela Carine Moura Figueira

**Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção de
grau de Mestre em Educação em Ciências**

Orientador: Prof. Dr. João Batista Teixeira Rocha

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E DA SAÚDE**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL AO SUPERIOR SOBRE ÁCIDOS E
BASES**

Elaborada por

Angela Carine Moura Figueira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação em Ciências

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. **João Batista Teixeira da Rocha** (UFSM)
Presidente/Orientador

Prof. Dr. **Élgion Lúcio Da Silva Loreto**

Prof. Dr. **Luiz Caldeira Brant De Tolentino**

Santa Maria, 11 de junho de 2009.

“Aquele que ensina está sempre a aprender, é cotidianamente agraciado com o convívio reabastecedor dos jovens, é obrigado por dever do ofício a se atualizar, é contaminado pela esperança, é desafiado a ter fé e jamais pode esquecer, pela natural confiabilidade da juventude, que a boa vontade é o estado de espírito mais essencial à transformação do mundo.”

Letícia T. S. Parente, 1991

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da
Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL AO SUPERIOR SOBRE ÁCIDOS E BASES

Autora: Angela Carine Moura Figueira
Orientador: João Batista Teixeira Rocha
Santa Maria, 11 de junho de 2010

Esta investigação tem como objetivo diagnosticar as concepções alternativas ao conhecimento científico de estudantes de Ensino Fundamental, Médio e Superior sobre ácidos e bases. A pesquisa foi realizada entre 2008 e 2009 e aplicada a 26 alunos de ensino fundamental (nono ano), 36 de ensino médio (terceiro ano) e 51 de Química Licenciatura (26 calouros e 25 formandos) totalizando 113 estudantes. O instrumento utilizado para a obtenção de dados foi essencialmente constituído por questões abertas onde os alunos descreveram seus conceitos sobre ácidos e bases. Os resultados gerais desse estudo mostraram que os estudantes, mesmo depois de receber o ensino formal sobre ácidos e bases continuam a usar concepções simplistas sobre o tema, muitas vezes, neste trabalho, verificamos concepções errôneas mesmo entre os estudantes formandos no curso de Química Licenciatura. Percebemos que em geral, o modelo de Arrhenius predomina entre os estudantes, porém, não se pode afirmar se os estudantes realmente entendem os ácidos e as bases como partículas ou se percebem tais substâncias como meras palavras. Confusões entre as várias teorias ácido base foram muito comuns aqui, o que nos leva a acreditar que o ensino de conteúdos muito complexos durante os ensinamentos fundamental e médio tornam-se conflitantes para o aluno, o que não contribui para uma apropriação de tais saberes. Em suma, pode-se inferir que este inventário das concepções alternativas manifestadas pelos estudantes para o conteúdo ácidos e bases se faz necessário visto a importância de que estas concepções sejam divulgadas e principalmente discutidas com os professores de ciências. Sendo assim, esperamos corroborar para uma aprendizagem efetivamente significativa, através da reflexão sobre as concepções prévias dos alunos, as quais são uma importante ferramenta para a proposição didática em sala de aula, visto a forte resistência a uma mudança conceitual que os estudantes apresentam.

Palavras Chave: Concepções alternativas, ácidos e bases.

ABSTRACT

Dissertation of Master's degree
Program of Masters degree in Education in Sciences:
Chemistry of the Life and Health
Universidade Federal de Santa Maria

INVESTIGATING STUDENTS' CONCEPTIONS OF BASIC EDUCATION TO HIGHER EDUCATION ON ACIDS AND BASES

Author: Angela Carine Moura Figueira
Oriented by: João Batista Teixeira Rocha
Santa Maria, June 25, 2010

This research aims at diagnosing alternative conceptions to scientific knowledge of students in Elementary Education, Middle and Upper on acids and bases. The survey was conducted between 2008 and 2009 and applied to 26 primary school students (ninth year), 36 high school (third year) and 51 Degree in Chemistry (26 freshmen and 25 trainees) totaling 113 students. The instrument used for data collection was mainly made up of open questions where the students described their concepts of acids and bases. The overall results of this study showed that students, after receiving formal instruction on acids and bases continue to use simplistic views on the subject many times in this work, we found misconceptions even among senior college students in the Degree Course in Chemistry. We realize that in general, the Arrhenius model prevails among the students, however, can not be said if students really understand acids and bases as particles or if they perceive these substances as mere words. Confusion between the various theories acid base were very common here, which leads us to believe that the teaching content too complex for the primary and secondary education become conflicting for the student, which does not contribute to an appropriation of such knowledge. In short, we can infer that this inventory of alternative conceptions expressed by students for the contents acids and bases is necessary because the importance of these concepts disclosed and discussed primarily with science teachers. Therefore, we expect to support a significant learning effectively through reflection on students' previous conceptions, which are an important tool for the proposition didactic classroom, since the strong resistance to a conceptual change that students present.

Key words: Alternative Conceptions, acids and bases.

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.....	9
2.2. MUDANÇA CONCEITUAL	10
2.2.1. <i>As Condições da Mudança Conceitual</i>	11
2.3. TEORIAS ÁCIDO-BASE	13
2.3.1. <i>Teoria de Arrhenius</i>	13
2.3.2. <i>Teoria dos sistemas solventes</i>	14
2.3.3. <i>Teoria protônica</i>	15
2.3.4. <i>Teoria de Lux</i>	16
2.3.5. <i>Teoria de Usanovich</i>	18
2.3.6. <i>Teoria ionotrópica</i>	18
2.4. RELAÇÕES ENTRE AS TEORIAS.....	19
3. MÉTODOS E RESULTADOS	20
3.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA A QUESTÃO 1- O QUE VOCÊ ENTENDE POR ÁCIDO?.....	21
3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA A QUESTÃO 2- O QUE VOCÊ ENTENDE POR BASE?.....	27
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA A QUESTÃO 3- O QUE OS ÁCIDOS TEM A VER COM SUA VIDA?	33
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO PARA A QUESTÃO 4- O QUE AS BASES TEM A VER COM SUA VIDA?	37
4. DEMAIS ATIVIDADES RELACIONADAS À PESQUISA	40
4.1. ATIVIDADE 1: UTILIZANDO INDICADORES ÁCIDO BASE EM SALA DE AULA	40
4.1.1. <i>Discussão da atividade</i>	45
4.2. ATIVIDADE 2: ELABORAÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS.....	48
4.2.1. <i>Manuscrito: Concepções alternativas de estudantes de ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso</i>	58
5. CONCLUSÕES	73
6. PERSPECTIVAS	74
7. REFERÊNCIAS	75
8. ANEXOS	77

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70 surge na literatura um grande número de estudos preocupando-se com as ideias dos estudantes em relação aos mais diversos conceitos científicos aprendidos nas escolas. Essas pesquisas surgiram em contraposição às realizadas por Piaget e colaboradores as quais não se preocupavam com o que os estudantes já sabiam sobre os assuntos estudados. Segundo Driver & Easley (1978), a excessiva ênfase ao desenvolvimento de estruturas lógicas subjacentes, teria levado Piaget a não dar importância à rica variedade de ideias apresentadas pelas crianças. Isso levou os autores a sugerirem que "poderia ser útil a realização de uma série de replicações dos estudos que focalizassem mais o conteúdo atual das ideias dos alunos e menos as estruturas lógicas subjacentes" (Driver & Easley, 1978).

Os estudos realizados sob essa perspectiva revelaram que as ideias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e muito estáveis e resistentes à mudança, de modo que é possível encontrá-las mesmo entre estudantes universitários (Viennot, 1979).

O conhecimento sobre os ácidos e bases é de fundamental importância para a formação de conceitos em Química e em Biologia, já que grande parte das reações que ocorrem em nosso organismo, inclusive aquelas que mantêm o equilíbrio químico do sangue, apresentam características de reações ácido base. Assim, os ácidos e bases estão presentes em alimentos, medicamentos, materiais de limpeza e muitos outros materiais utilizados em nosso cotidiano. As palavras: "ácido"; "base" e "neutro" são usadas em nosso dia a dia para indicar as características de alguns materiais. Quando ouvimos alguém dizer que uma fruta é mais ou menos ácida que a outra, ou que determinado sabão é neutro, entendemos o que se quer dizer. Entretanto, do ponto de vista da Química, ser ácido, básico ou neutro não são atribuições de um determinado material. Uma determinada substância é considerada ácida ou básica de acordo com as possíveis reações ou interações que faz com outras substâncias.

Apesar de termos um constante contato com ácidos e bases em nosso cotidiano, muitas vezes não temos um claro entendimento sobre o assunto ou trazemos visões distorcidas (se compararmos ao cientificamente aceito), isso acaba por se tornar uma barreira, pois tais concepções tornam-se uma forma diferente de entender os conceitos de química que são apresentados pelos livros didáticos e pelos professores. Dessa forma, por considerar importante o conhecimento de tais concepções para que possamos confrontá-las, é que apresentamos o presente trabalho no intuito de auxiliar os professores de ciências (e química, principalmente) no reconhecimento das ideias prévias dos estudantes sobre ácidos e bases, utilizando-as, talvez, como ferramenta para melhorar o ensino deste conteúdo em sala de aula.

Este trabalho de dissertação tem como objetivo, portanto, inventariar as concepções alternativas ao conhecimento científico de uma amostra de 113 estudantes dos ensinos fundamental, médio e superior (Química Licenciatura) acompanhando tais concepções ao decorrer da vida estudantil dos indivíduos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Concepções alternativas

Observou-se entre os investigadores em ensino de ciências a partir da década de 1970 um grande empenho em estudar mais profundamente as noções que os estudantes trazem para a sala de aula, antes mesmo de receber o ensino formal.

De acordo com Nardi e Gatti (2005), algumas das primeiras pesquisas em educação sobre as ideias prévias dos estudantes em relação aos fenômenos da natureza são creditadas à Doran (1972), Viennot (1979), Watts e Zylbertajn (1981) e Driver (1985). Estes estudos foram realizados na área de mecânica e mostraram que existem padrões de respostas a várias situações físicas em contradição com o conhecimento científico, tornando-se um obstáculo à sua assimilação. O que não causaria tanto espanto se não fosse o fato dessas concepções persistirem após anos de instrução, sendo encontradas, inclusive, entre professores em situação de ensino.

No início, estas noções receberam nomes variados, por exemplo: ideias intuitivas (Driver, 1986), pré-concepções (Gil Pérez, 1986; Freitas; Duarte, 1990), ideias prévias (Gil Pérez, 1986; Driver, 1988), pré-conceitos (Novak, 1977; Andersson, 1986), erros conceituais (Linke; Venz, 1979), conceitos alternativos (Gilbert, 1982), conhecimentos prévios (Pozo, 1998) e por fim, concepções alternativas (Santos, 1998), porém, algumas destas denominações podem levar a uma ideia de um conhecimento incompleto e errôneo que precisa ser modificado, enquanto o termo concepções alternativas (utilizado neste trabalho) sugere que estas tem toda uma estrutura lógica e são tão úteis para interpretar os fenômenos quanto as concepções científicas.

As concepções acerca do mundo são construídas pelos alunos a partir do seu nascimento e o acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos deveriam ser inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem.

Essas concepções são caracterizadas por carregarem uma grande conotação simplista como forma de explicar os fenômenos ou preceitos científicos. Na visão de Pozo (1998), tais concepções são caracterizadas como construções pessoais dos alunos que foram elaboradas de forma espontânea, com a interação desses alunos com o meio ambiente em que vivem e com as outras pessoas. Para o autor, a utilização das concepções alternativas em sala de aula, visa organizar e dar sentido às diversas situações de ensino e conteúdos a serem ministrados.

Por ser o sujeito parte atuante e essencial no processo de construção do conhecimento é que se deve considerar sua visão acerca do mundo, pois é ele o alvo de interesse neste processo. Sem sua participação efetiva, a construção dos conceitos não ocorre, portanto, não ocorre aprendizagem, somente uma tentativa de transmissão de conhecimentos que se apresentam desvinculados da realidade cognitiva do estudante.

2.2. Mudança Conceitual

O modelo de mudança conceitual (MMC) foi proposto por Posner e colaboradores em 1982 tendo como influência mais notável os estudos do físico americano Thomas Samuel Kuhn com sua descrição da história das ciências como uma alternância de períodos de ciência normal e revolução científica. O MMC era fundamentado na hipótese de que uma mudança de ideia exigiria que o aprendiz experimentasse alguma insatisfação em relação às ideias alternativas correntes e que as novas concepções fossem realmente científicas. Cachapuz (2000) acrescenta, sobre esse período da história da educação em Ciências, que o “Ensino por Mudança Conceitual” deu ênfase na instrução. O conhecimento científico passou a ser encarado como um percurso descontínuo e incerto, dinâmico, dialético e pouco estruturado, que acolhia o pluralismo metodológico. Como o erro era interpretado como um fator de progresso no conhecimento científico do aluno, o papel do professor era o de diagnosticar as concepções alternativas dos alunos e, com base nelas, organizar estratégia de conflito cognitivo para promover aprendizagens adequadas. “São, pois, os alunos que constroem e (re)constroem os seus

conhecimentos, que transformam a informação em conhecimento e que, de forma progressiva, desenvolvem instrumentos para pensar melhor” (Cachapuz, 2000). O modelo de Posner e colaboradores apresenta dois componentes principais: (i) as *condições* nas quais a mudança conceitual provavelmente ocorrerá; e (ii) a *ecologia conceitual*¹ do aprendiz, que propicia o contexto na qual a mudança conceitual pode ter lugar (Hewson & Thorley 1989).

2.2.1. As Condições da Mudança Conceitual

Posner e colaboradores (1982) descrevem quatro condições que parecem ser aspectos comuns na maioria dos casos de acomodação de um novo conceito: inteligibilidade, plausibilidade, fertilidade e insatisfação. As três primeiras condições compõem o *status* de uma concepção. Quando uma concepção é *inteligível* para um indivíduo, ele é capaz de entender o que ela significa, encontrar uma maneira de representá-la, compreender como a experiência pode ser estruturada a partir dela e explorar suas possibilidades. Uma concepção inteligível será também *plausível* para o indivíduo, caso pareça ter a capacidade de resolver anomalias com as quais se defronta uma concepção anterior, mostrando-se, além disso, consistente com as demais concepções na ecologia conceitual e adquirindo significado a partir delas. O significado de uma concepção emerge, então, de suas conexões com os demais elementos da rede de conceitos que constitui a ecologia conceitual do indivíduo. Nesta situação, o indivíduo provavelmente afirmará que a concepção é verdadeira. Uma concepção inteligível será também *fértil*, se o indivíduo considerar que ela traz algo de valioso para ele, resolvendo problemas que de outro modo lhe pareceriam insolúveis, apresentando poder explicativo e sugerindo novas possibilidades, direções, ideias etc. A inteligibilidade constitui a pedra basilar do *status* de uma concepção, é uma condição *necessária, mas não suficiente* para a acomodação. As quatro condições somente são suficientes para uma acomodação quando consideradas em conjunto. A quarta condição da mudança conceitual é a *insatisfação*. Uma concepção é fonte de insatisfação para um indivíduo quando ela é

¹ Segundo Toulmin (1972) ecologia conceitual se refere aos conhecimentos prévios selecionados pelo indivíduo como os necessários à sua sobrevivência e aprendizados futuros.

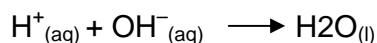
contra-intuitiva, pouco plausível ou fértil, ou, ainda, quando cria dificuldades ou bloqueia suas possibilidades de compreensão. Uma vez insatisfeito com uma dada concepção, a expectativa é a de que o aprendiz a elimine de sua ecologia conceitual. O objetivo das estratégias para mudança conceitual é, precisamente, produzir no estudante, mediante a manipulação pelo professor de situações conflitivas, uma insatisfação com suas concepções prévias e, eventualmente, uma substituição destas por ideias científicas. O aspecto central da mudança conceitual reside na modificação simultânea do *status* das concepções alternativa e científica. Supondo-se que uma concepção alternativa se encontra em conflito com uma concepção científica, é preciso diminuir o *status* da primeira, sobretudo sua plausibilidade e fertilidade, e, simultaneamente, aumentar o *status* da segunda (Hewson & Thorley 1989). Uma das estratégias mais usadas é a proposição de situações conflitivas, com o intuito de produzir no aprendiz uma insatisfação com suas concepções prévias. O sucesso de uma estratégia para mudança conceitual é diretamente dependente da eficácia com que se conseguem estas modificações de *status*. Os aprendizes não abandonam suas concepções alternativas através da simples exposição das concepções científicas com as quais elas se encontram em conflito. Na maioria dos casos, as declarações do professor *não* são incorporadas na memória de longo termo e/ou são assimiladas como proposições destituídas de significado profundo, uma mera fachada de conhecimento que coexiste por algum tempo — em especial, enquanto persiste a pressão da avaliação — com a crença alternativa mais profundamente arraigada. Entretanto, a mudança conceitual usualmente requer mais do que uma simples adição transitória. Ela envolve o reconhecimento pelo aprendiz das crenças preexistentes em sua ecologia conceitual, uma apreciação de seu valor e de sua precisão em face das novas informações e uma decisão consciente de reestruturar o conhecimento. Pode-se apreciar, assim, a dificuldade de alcançar a mudança conceitual, em especial numa estrutura de avaliação — como é freqüentemente o caso — na qual o aprendiz pode ser recompensado por fachadas de conhecimento.

2.3. Teorias Ácido-base

O comportamento ácido-base é conhecido de longa data. Os termos 'ácido' e 'sal' datam da Antiguidade, 'álcali', da Idade Média e 'base' do século XVIII. Já no século XVII Boyle começou a estudar os indicadores, inclusive o corante vermelho do pau-brasil. Porém o uso dos indicadores em titulações data do século XVIII. As *teorias ácido base*, ou seja, as teorias que procuram explicar o comportamento dessas substâncias baseando-se em algum princípio mais geral são também bastante antigas, as mais importantes para este estudo, cronologicamente em relação a seu surgimento, são as teorias de Arrhenius (1887), protônica (1923) e eletrônica (1923), escolhidas aqui por serem aquelas estudadas tanto no ensino fundamental e médio quanto em cursos superiores de química.

2.3.1. Teoria de Arrhenius

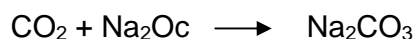
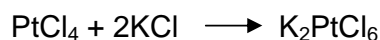
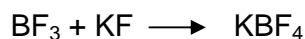
Foi apresentada em 1887 pelo químico sueco Svante Arrhenius, como parte de sua teoria da dissociação eletrolítica. Segundo essa teoria, ácido é toda substância que em água produz íons H^+ e base é aquela que produz OH^- . A neutralização seria a reação entre essas duas espécies iônicas, produzindo água:



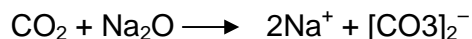
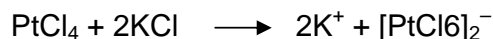
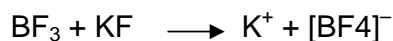
Esta teoria foi muito importante, pois além de dar conta de um grande número de fenômenos já conhecidos, estimulou o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, inclusive contribuindo para estabelecer as bases científicas da química analítica, porém, desde o início a teoria mostrou-se restrita ao meio aquoso, sendo que em alguns casos foi possível estendê-la a outros solventes, mas em sistemas sólidos não havia possibilidade de aplicá-la.

2.3.2 As críticas de Werner

No período de 1895 a 1911, Alfred Werner, o fundador da química de coordenação, teceu uma série de críticas às teorias ácido-base (Arrhenius e as teorias do século XIX ainda em uso), chamando a atenção para a semelhança funcional da neutralização com outras reações:



Werner reinterpretou o processo de neutralização não como uma simples reação de *adição*, mas como uma reação de *transferência*, levando à formação de espécies coordenadas, de modo que as reações acima poderiam ser equacionadas como:

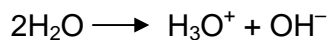


2.3.2. Teoria dos sistemas solventes

Começou a ser desenvolvida em 1905 por E.C. Franklin, principalmente para a amônia (NH₃) líquida, e depois por vários outros pesquisadores, por generalização da teoria de Arrhenius a vários outros solventes. Essa teoria considera que todo solvente sofre uma *auto-ionização*, gerando um cátion (ácido) e uma base (ânion):



Ácido é tudo que faz aumentar a concentração do cátion característico do solvente e base é o que aumenta a concentração do ânion característico. A neutralização é a formação do solvente a partir desses cátions e ânions característicos.



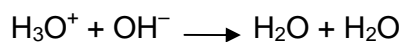
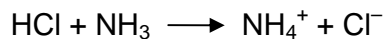
Dezenas de solventes foram estudados, principalmente visando obter novas reações e compostos.

2.3.3. Teoria protônica

Foi proposta em 1923, independentemente, por G. Lewis (EUA), T. Lowry (Inglaterra) e J. Brønsted (Dinamarca). O último foi um dos que mais contribuiu para o desenvolvimento da mesma. Segundo essa teoria, ácido é um doador de prótons (seria o mesmo que o íon H^+ , o núcleo do hidrogênio, porém essa definição ajuda a diferenciar a teoria da de Arrhenius) e base, um receptor de prótons. A reação de neutralização seria uma transferência de prótons entre um ácido e uma base.



Exemplos:

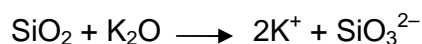
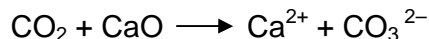


Essa teoria permitiu o estudo em sistemas fortemente ácidos (ácido sulfúrico como solvente), em sistemas sólidos; o desenvolvimento de indicadores para estes

meios; estudos de catálise ácido-base e etc. É também uma teoria bastante utilizada e atual.

2.3.4. Teoria de Lux

Proposta por H. Lux em 1939 é, em sua forma, semelhante à teoria protônica, considerando o ânion óxido (O_2^-) a entidade transferida. Ácido é um receptor de O_2^- e base, um doador. Uma reação entre um óxido ácido (CO_2) e um óxido básico (CaO) seria uma reação de neutralização:



Essa teoria mostrou-se bastante útil para tratar de reações envolvendo líquidos iônicos (sais e óxidos fundidos) que ocorrem na metalurgia, na fabricação de vidro e cerâmica, nos sistemas geoquímicos etc.

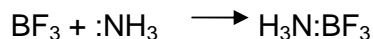
2.3.6 Teoria eletrônica

Como consequência de sua teoria do par eletrônico para explicar as ligações químicas, G.N. Lewis propôs uma teoria ácido-base em 1923 (juntamente com a teoria protônica). Considerava que ácido (A) é toda espécie química capaz de receber um par eletrônico e que base (B) é aquela capaz de doar um par eletrônico (representado por :).

De maneira geral:



O composto A:B recebe nomes diversos, conforme a circunstância: aduto, sal, complexo, complexo ácido-base, complexo doador-aceitador, etc. Como exemplos de reações de neutralização estão todas as reações já citadas e outras como:



Essa reação, e muitas outras semelhantes, passaram então a ser consideradas reações ácido-base, e não haviam sido englobadas pelas teorias anteriores. Essa teoria foi aplicada inicialmente no estudo de reações orgânicas e na química de coordenação. Surgiram então os termos *doador* e *aceitador* e *reagentes eletrofílicos* e *nucleofílicos*. Porém, apesar de ser uma teoria mais abrangente acabou ficando restrita ao estudo dos mecanismos de reações orgânicas e a química de coordenação, não figurando em textos mais gerais ou introdutórios.

Em 1938, Lewis retornou ao tema ácido-base, especificando os critérios fenomenológicos (ou macroscópicos) para esse comportamento:

- A reação entre um ácido e uma base (neutralização) é rápida.
- Um ácido (ou uma base) pode deslocar de seus compostos um ácido (ou uma base) mais fraco(a).
- Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores.
- Ácidos e bases são capazes de atuar como catalisadores.

Esses critérios são uma síntese brilhante do comportamento ácido base e Lewis une essas observações fenomenológicas com a interpretação molecular (microscópica). Depois disso sua teoria passou a ser vista, em sua generalidade, como uma teoria unificadora, saindo dos contextos restritos em que estava antes. O desenvolvimento posterior da teoria eletrônica foi caracterizado principalmente pela sua *quantificação*. Alguns exemplos dos estudos desenvolvidos: o ácido etilendiamintetraacético (EDTA) e outros agentes quelantes; o estudo de efeitos estéricos em adutos; os conceitos de ácidos duros e moles; as equações para prever as entalpias de formação de adutos; os conceitos de doabilidade ('donicidade') e aceitabilidade e suas medidas, bem como a correlação de fenômenos ácido base e

de óxido-redução; a aplicação da química quântica às reações ácido-base, e a química supramolecular.

2.3.5. Teoria de Usanovich

Em 1939, o químico soviético M. Usanovich apresentou uma teoria que pretendia generalizar todas as teorias existentes. Definia ácido como a espécie que reage com a base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons, e base como a espécie que reage com o ácido para formar sais, doando ânions ou elétrons ou combinando-se com cátions. Essas definições são de certo modo semelhantes aos conceitos de reagentes eletrofílicos e nucleofílicos de Ingold. Apesar de constar por algum tempo em vários textos, e ser eventualmente mencionada, praticamente não gerou nenhuma linha de pesquisa.

2.3.6. Teoria ionotrópica

É uma generalização das teorias protônica, dos sistemas solventes e de Lux proposta por I. Lindqvist e V. Gutmann em 1954. As reações ácido base podem ser formuladas como:

base + cátion característico = ácido

base = ácido + ânion característico

Exemplos de cátions característicos: H^+ (Brønsted), NH_4^+ (em NH_3 líquida) etc. Exemplos de ânions característicos: OH^- (em água), O_2^- (Lux) etc. Essa teoria praticamente não gerou nenhuma nova linha de pesquisa (problemas, previsões etc.). Seus próprios autores fizeram posteriormente contribuições valiosas para o desenvolvimento da teoria eletrônica.

2.4. Relações entre as teorias

Pode-se notar que as teorias ácido base foram surgindo como uma generalização da precedente, não se contrapondo frontalmente, o que é interessante. Cada uma abarca um universo próprio de reações químicas que vai se ampliando, procurando abranger cada vez mais os fenômenos conhecidos, e cada teoria antiga vai se tornando um caso particular da nova. Outro aspecto interessante é o formalismo químico associado a cada uma das definições de neutralização. Na teoria de Arrhenius e na dos sistemas solventes, a neutralização é uma reação de síntese ou adição. Na teoria protônica, na de Lux e na ionotrópica, a neutralização é uma reação de dupla troca ou de transferência de alguma espécie química. Na teoria eletrônica, a neutralização inicialmente pode ser vista como uma síntese, porém nos exemplos citados o par eletrônico pode ser compartilhado ou transferido, conforme a estrutura eletrônica (ligação química) do produto resultante, superando a aparente oposição entre os dois esquemas formais. Uma 'boa' teoria, além de explicar os fatos de seu domínio, tem também que gerar pesquisas, propor problemas e fazer previsões que, ao serem confirmadas, além de darem um embasamento mais forte à teoria, geram também novas pesquisas e assim por diante. Uma 'boa' teoria necessita também ser prática, simples e funcional, para que possa ser facilmente utilizada pelos pesquisadores e também ensinada. Todas as teorias mencionadas foram 'boas' no sentido de explicar. Todas geraram novas linhas de pesquisa, cada uma em seu tempo, exceto a de Usanovich e a ionotrópica. Pode-se dizer também que foram práticas, simples e funcionais, também em seu tempo. As que mais se destacam por todas essas características citadas, sendo também as mais utilizadas, são as teorias protônica e eletrônica.

3. MÉTODOS E RESULTADOS

Para a realização da pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa, porque, sendo ela interpretativa e subjetiva, responde melhor às questões sobre o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, a pesquisa qualitativa não se preocupa diretamente com a generalização dos fatos estudados e nem com a representatividade estatística da amostragem, fatores não prioritários quando se faz análise de concepções de um dado grupo. André e Ludke (1986) caracterizam a pesquisa qualitativa ao afirmarem que:

A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima.

A pesquisa foi realizada em uma escola de ensino fundamental (26 alunos de nono ano), uma de ensino médio (36 alunos de terceiro ano) e em uma Universidade Federal (26 alunos de primeiro semestre do curso de Química Licenciatura e 25 do último semestre do mesmo curso), todas no Estado do Rio Grande do Sul entre 2008 a 2009. Com o objetivo de conhecer as concepções alternativas dos estudantes sobre ácidos e bases foi aplicado o seguinte questionário contendo quatro perguntas abertas:

- O que você entende por ácido?
- O que você entende por base?
- O que os ácidos tem a ver com sua vida?
- O que as bases tem a ver com sua vida?

Após a coleta dos dados, partiu-se para a análise dos mesmos utilizando-se a técnica da Análise de Conteúdo (Bardin, 1977). Na análise, buscou-se primeiramente a organização dos dados extraídos das respostas dos alunos,

agrupando-os em categorias emergentes significativas (Pacca & Villani, 1990). Todas as informações passadas pelos estudantes foram consideradas sem classificá-las como certas ou erradas (Lüdke, 1983).

Apresentamos a seguir, os gráficos com as respostas dos alunos a fim de comparar as concepções alternativas dos estudantes em diferentes níveis de ensino, desde o ensino fundamental até o último semestre do curso de graduação em Química Licenciatura.

3.1. Resultados e Discussão para a Questão 1- O que você entende por ácido?

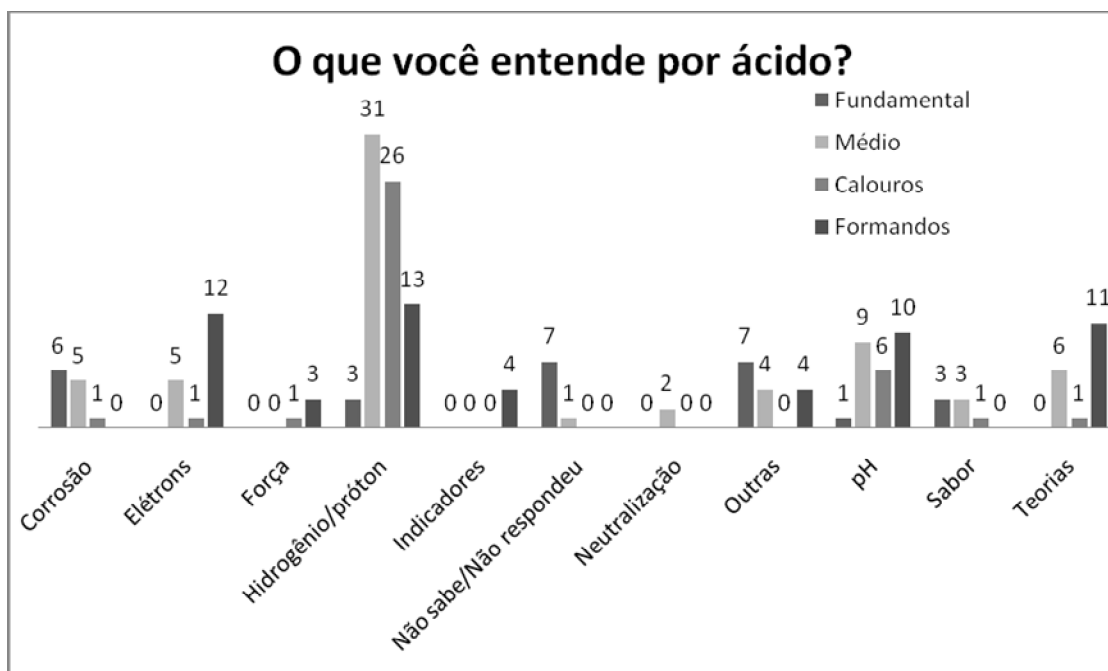


Figura 1: Comparação entre as respostas à questão 1- O que você entende por ácido?

A partir da análise das respostas dos estudantes emergiram 11 categorias. Nas categorias *corrosão* e *sabor* agrupamos, obviamente, as respostas relacionadas ao poder corrosivo e ao sabor característico dos ácidos, por exemplo:

“São líquidos que corroem e geralmente são azedos” A 21- F

“São compostos que em presença de água liberam H^+ . Possuem gosto; são corrosivos, uns mais, outros menos” A 29-M

“Ácidos são substâncias químicas compostas por H^+ , os quais podem ser fortes ou fracos, com poder de corrosão” A 8- Q/C

Percebe-se que ao longo dos anos escolares, parte dos alunos deixa de relacionar os ácidos às suas características mais simplistas e passam a usar conceitos um pouco mais elaborados, o que não significa que haja um entendimento de tais conceitos de forma completa. Um bom exemplo neste caso é o da categoria corrosão, onde houve 6 citações no ensino fundamental, número que diminuiu para 5, depois 1 até não haver nenhuma citação entre os alunos formandos.

A categoria elétrons agrupa as respostas relacionadas à transferência de elétrons entre ácidos e bases em uma reação química:

“São substâncias que doam elétrons em uma reação” A 14 – M

“São substâncias capazes de receber um par de elétrons” A 5 –Q/C

“Substâncias que em solução aquosa se dissociam, liberando H_3O^+ ; são espécies receptoras de par de elétrons” A 18- Q/F

Aqui nota-se um erro conceitual presente em uma das respostas acima (“... substâncias que *doam* elétrons...”), o que pode indicar que a relação que os alunos fazem entre transferência de elétrons e acidez seja apenas uma mera repetição do discurso do professor ou do livro didático. A simples memorização e repetição dos conteúdos vistos em sala de aula é algo muito comum em todos os níveis de ensino, isto resulta (no caso do ensino de química) na visão das fórmulas químicas como meras palavras, o que fica bastante evidente na categoria *hidrogênio/próton* onde se verifica respostas como, por exemplo:

“São substâncias que contém H em sua fórmula. Os ácidos liberam H^+ em meio aquoso” A 13 - Q/C

Outras respostas nesta mesma categoria demonstram o uso de diferentes termos para designar a relação entre hidrogênio (onde também se percebe uma dificuldade em diferenciar hidrogênio e próton) e acidez:

“Ex: ácido sulfúrico, em H^+ nas fórmulas” A 9 – F

“É um átomo que tem H^+ ” A12 – F

“Ácidos é uma função da química inorgânica, possuem o H^+ como radical funcional e apresenta caráter corrosivo. Apresenta $pH < 7$ ” A 2 – M

“Substância que quando colocada em água se ioniza, liberando H^+ .” A 17 – M

“Substâncias que fornecem prótons (H^+).” A 1 – Q/C

“É um composto com H^+ na composição da molécula e tende a doar um próton. Ex: HCl ” A 3 – Q/C

“São espécies que em solução aquosa se dissociam, liberando H_3O^+ ; são espécies receptoras de par de elétrons” A 18 – Q/F

Aqui, cabe citar o estudo realizado por Baker (1995), onde um grupo de alunos foi submetido a uma pergunta, em duas fases, que envolvia ácido clorídrico. Na primeira fase, pediu-se aos alunos que desenhassem um diagrama mostrando como o ácido clorídrico se forma a partir do gás de cloreto de hidrogênio e água. Cerca da metade dos alunos deram respostas baseadas na ideia de partículas, sendo que 12% dos alunos com 16 anos desenharam hidrogênio ou íons hidroxônio e 40% moléculas de cloreto de hidrogênio. No final do estudo, quase 80% dos alunos usaram ideias sobre partículas. Esses 80% estão divididos em 37% que desenharam íons de hidrogênio/hidroxônio e 40% que desenharam moléculas de cloreto de hidrogênio. Isso dá suporte para as entrevistas realizadas por Ross e Munby (1991) com alunos de 17 anos, que mostraram que a noção de “um ácido conter íons de hidrogênio” era razoavelmente bem conhecida. Ainda que esta interpretação possa estar correta, existe a possibilidade de que os estudantes estivessem considerando estas reações apenas do ponto de vista da simbologia, do uso de palavras.

Mesmo que os alunos “saibam” que os ácidos “contenham íons de hidrogênio”, o comportamento químico dos ácidos parece ser difícil de explicar. Na

segunda fase da pergunta Barker pediu que os mesmos alunos explicassem como o gás hidrogênio se forma quando um pedaço de magnésio é adicionado ao ácido. Cerca de 6% dos alunos no começo do estudo, e cerca de 17% no final responderam “íons de hidrogênio/hidroxônio na primeira fase e, então usaram o termo “reação de deslocamento” na segunda fase, sugerindo que eles entenderam um significado quimicamente correto para isso. “Reação de deslocamento” foi uma expressão que também foi usada por alunos que deram respostas incorretas na primeira fase da pergunta. Por exemplo, inicialmente, cerca de 8% dos alunos desenharam moléculas de cloreto de hidrogênio e usou essa expressão, um quadro que aumentou para 12% no final do estudo. Cerca de 12% dos alunos de 18 anos mostraram os íons corretos, mas acharam que o cloro fora substituído. Os alunos pareciam ver a reação ácido/metálico como um meio para o hidrogênio “trocar de parceiros” como magnésio, percebendo uma reação entre o magnésio e as partes do “cloro/cloreto do cloreto de hidrogênio ao invés de entre os átomos de magnésio e os íons hidrogênio/hidroxônio.

As respostas presentes na categoria *força* são aquelas que se referem à classificação dos ácidos enquanto fortes, fracos ou moderados, por exemplo:

“Existem ácidos fortes e ácidos fracos. Os fortes tendem a se dissociar facilmente, já os fracos tendem a se dissociar menos em solução aquosa” A

17 – Q/F

Aqui, como em outras categorias, imagina-se que as respostas sejam fruto de memorização, pois os alunos não sabem, em seu cotidiano, diferenciar um ácido forte de um ácido fraco e muito menos saberiam utilizar-se de cálculos para caracterização de tais ácidos, que segundo Tito & Canto (2002) ácidos fortes e fracos diferenciam-se segundo o grau de ionização (α), onde α indica a porcentagem de moléculas do ácido dissolvidas na água que sofrem ionização.

Na categoria *indicadores* incluem-se as respostas relacionadas ao uso de indicadores (naturais ou sintéticos) para a identificação dos ácidos. São exemplos dessa categoria as respostas:

“Todo composto capaz de doar um H^+ ou receber um par de elétrons. Deixa o papel tornassol e os antocianinos vermelhos. Normalmente com gosto azedo” A 10 Q/F

Um dado interessante é a baixa incidência de citações sobre o uso de indicadores, sendo que este aspecto é amplamente abordado em livros didáticos de ensino fundamental e médio, além de ser muito utilizado nas aulas práticas do curso de Química.

Em *neutralização* agrupou-se as respostas que demonstram que ácidos podem ser neutralizados por substâncias básicas:

“São compostos que possuem em sua fórmula o H^+ e que é neutralizado por uma base (OH) e que forma como produto sal e água” A 11 – M

A categoria *pH* trás as respostas que caracterizam os ácidos como substâncias com pH menor do que sete:

“Uma coisa com baixo pH” A 26 – F

“Ácidos são substâncias que possuem o hidrônio (H^+), e tem pH menor que 7,0” A 17 – Q/C

“São substâncias capazes de liberar H^+ em solução aquosa. Possuem pH entre 1 e 6, pois o pH 7 já é neutro.” A 4 – Q/F

“Substâncias com o pH entre 0 e 6,9 na escala de pH que segundo Arrhenius em solução aquosa libera H^+ ” A 15 – Q/F

Segundo Feltre (2005), para medirmos a acidez ou basicidade de uma solução, usamos uma escala denominada escala de pH, que varia de zero (soluções muito ácidas) até 14 (soluções muito básicas); o valor de $pH=7$ indica uma solução neutra (nem ácida nem básica). Sendo assim, percebe-se, nessa categoria, um grave erro conceitual, mesmo entre os formandos de Química, onde não há um claro entendimento de que todos os valores de pH abaixo de 7 caracterizam as

substâncias ácidas, um exemplo deste erro é a resposta *“São substâncias capazes de liberar H⁺ em solução aquosa. Possuem pH entre 1 e 6, pois o pH 7 já é neutro”*, sendo assim, se seguíssemos esse raciocínio, uma substância com pH 6,5, por exemplo, não poderia ser classificada como ácida ou básica. Aqui se apresenta claramente uma situação em que o conhecimento das concepções prévias dos estudantes por parte dos professores se faz fundamental.

Na categoria *teorias* encontram-se respostas que se utilizam das Teorias Ácido Base para explicar o significado dos ácidos, por exemplo:

“Bronsted-Lowry: molécula que pode doar um próton” A 19 – M

“Substâncias com o pH entre 0 e 6,9 na escala de pH que segundo Arrhenius em solução aquosa libera H⁺” A 15 – Q/F

“São substâncias que quando dissociadas, liberam íons H⁺, segundo Arrhenius. Possuem pH abaixo de 7,0. Segundo Bronsted, os ácidos são substâncias que liberam prótons, e Lewis afirmou que, se eles liberam prótons, então recebem elétrons.” A 20 – Q/F

“Possuem sabor azedo. Segundo Arrhenius, ácido é a substância que em água libera como cátion o íon H⁺ e outras teorias como de Bronsted-Lowry e Lewis levam a teoria a uma amplitude maior, não somente ao meio aquoso”
A 23 – Q/F

Em cursos avançados de química, os ácidos e as bases são redefinidos sobre o olhar da teoria de Brønsted-Lowry como “doadores” e “aceptores”, abandonando as definições de Arrhenius de que um ácido é uma substância que cede íons de hidrogênio” e de que uma base produz íons hidróxidos em solução. Hand sugere que a apresentação dessa nova teoria confunde os alunos. Hawkes (1992) sustenta essa afirmação, dizendo: *“É intrínseco da natureza humana aceitar as primeiras coisas que nos dizem, sendo difícil renunciar ou mudar essas ideias”*.

Temos também, além da categoria *não sabe/não respondeu*, a categoria denominada *outras*, onde obtivemos respostas difusas, como as apresentadas a seguir:

“É um tipo de gás que sai quando descascamos a laranja” A 6 - F

“Tem o grupo carboxila (COOH)” A 33 – M

“... tem orbitais livres” A 20 - Q/F

“...E em solução aquosa possuem também a capacidade de conduzir corrente elétrica.” A 1 – Q/F

3.2. Resultados e Discussão para a Questão 2- O que você entende por base?

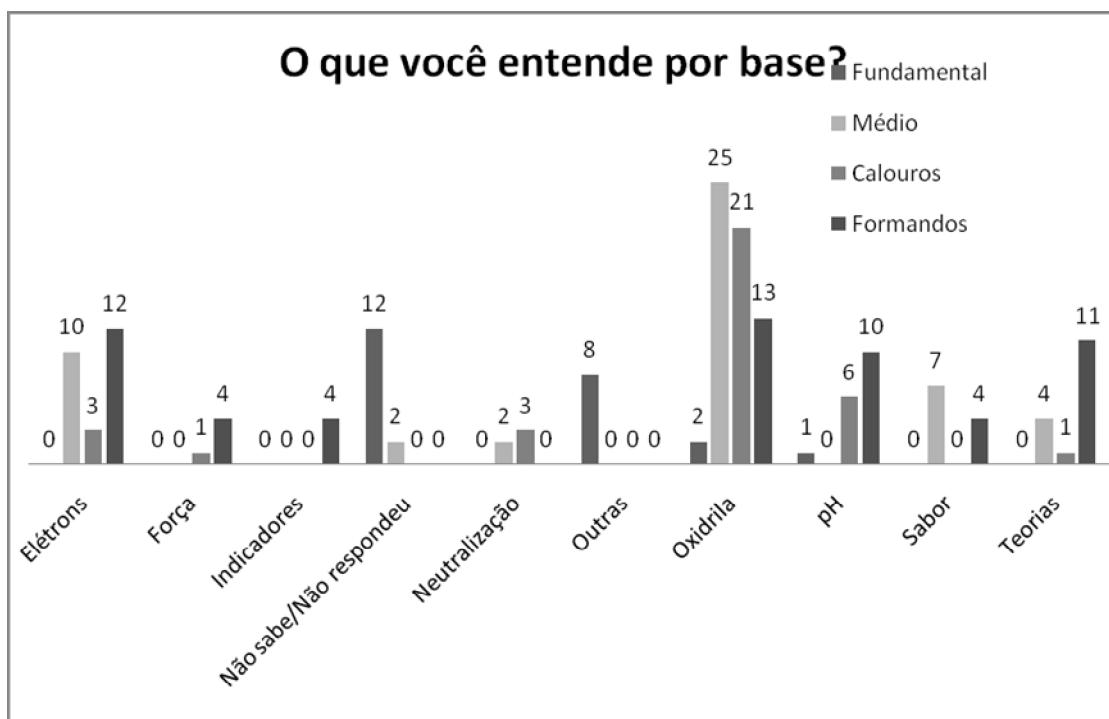


Figura 2: Comparação entre as respostas à questão 2- O que você entende por base?

As respostas à questão 2 (O que você entende por base?) deram origem a 10 categorias de respostas.

Na categoria *sabor* agrupamos as respostas referentes ao “sabor das bases”, por exemplo:

“Substâncias com sabor adstringente que apresentam o radical hidroxila como parte negativa de sua estrutura” A 3 – M

“Bases são substâncias que recebem hidrogênio e doam elétrons. As bases dão um sabor adstringente aos alimentos. Ex: Caqui verde.” A 19 – M

Na categoria *pH* estão todas as respostas em que as bases são classificadas segundo a escala de pH, por exemplo:

“Uma coisa com alto pH” A 26 – F

“Tem o grupo hidroxila (OH). O pH varia de 7 a 14” A 33 – M

“São substâncias com pH alto” A 9 – M

“Soluções que liberam OH⁻, que tem pH de 8 a 14” A 4 – Q/C

“São substâncias com pH acima de 7” A 25 – Q/C

“São substâncias capazes de liberar OH⁻ (hidroxila) em soluções aquosas. As bases estão na faixa de pH de 8 a 14” A 3 – Q/F

A categoria *neutralização* refere-se às respostas que citam a neutralização das bases por ácidos, são exemplos nesta categoria as seguintes respostas:

“São compostos que possuem em sua fórmula o OH e que é neutralizado por um ácido e que forma como produto sal e água. Ex: leite de magnésia”
A 11 – M

“Uma substância que produz íons hidróxido (OH⁻). Neutraliza os ácidos.” A 10 – Q/C

A categoria *força* agrupa aquelas respostas que caracterizam as bases como fortes ou fracas, por exemplo:

“Bases são substâncias químicas compostas por OH⁻, são usadas para neutralizar os ácidos e podem ser fortes ou fracas”. A 8 – Q/C

“Como nos ácidos dependendo da teoria terão definições diferentes mas em geral são substâncias doadoras de elétrons (OH⁻). pH >7; Bases fortes: NaOH, KOH.” A 22 – Q/F

“Bases são substâncias que apresentam pH acima de 7 até 14. Essas substâncias também são classificadas em bases fortes e fracas de acordo com sua dissociação.” A 17 – Q/F

Na categoria *elétrons* encontram-se as respostas que relacionam o comportamento básico aos elétrons envolvidos nas reações:

“Por sua vez, as bases recebem elétrons nas reações” A 14 – M

“Bases são substâncias que recebem elétrons.” A 20 – M

“Substâncias que possuem o íon OH^- em sua composição sendo capazes de doar e^- .” A 18 – M

“Toda substância que receba elétrons.” A 21 – M

“Substâncias que recebem elétrons em uma reação.” A 6 – Q/C

“São substâncias que produzem OH^- . Capazes de doar um par de e^- .” A 5 – Q/C

“Compostos com capacidade de retirar pares de elétrons.” A 25 – Q/F

“São espécies doadoras de elétrons em solução aquosa.” A 20 – Q/F

Nesta categoria verificamos vários erros conceituais, provavelmente advindos da confusão causada pela apresentação das várias teorias ácido base praticamente ao mesmo tempo, o que gera a utilização de termos próprios de uma teoria para exemplificar ou ensinar outra.

Em *indicadores* agrupamos as respostas que citam o uso de indicadores ácido base para a caracterização das bases:

“Segundo Arrhenius liberam em meio aquoso o ânion OH^- . Tornam a solução de fenolftaleína rosa. São adstringentes.” A 7 – Q/F

“Substâncias que em solução tendem a receber próton ou doar OH^- . Em fenolftaleína tendem à cor violeta (púrpura).” A 5 – Q/F

“Compostos capazes de doar OH^- ou um par de elétrons. Deixa o papel tornassol azul, as antocianinas verde até amarelo. Sabor adstringente.” A 10
– Q/F

“Base é a substância capaz de doar um par de elétrons ou um OH^- . No papel indicador tornassol adquire uma cor azul. Tem gosto adstringente.” A
6 – Q/F

Assim como na questão 1, aqui a citação dos indicadores ácido base tem uma baixa incidência, ainda que o assunto seja bastante abordado nos livros didáticos.

A categoria denominada *OH* agrupa as respostas que relacionam as bases à oxidrila (OH^-):

“Tem o OH^+ nas fórmulas.” A 18 – F

“Bases são compostos que contem “OH”, não me lembro de quase nada.” A
5 – M

“Substâncias com sabor adstringente que apresentam o radical hidroxila como parte negativa de sua estrutura.” A 3 – M

“Bases são aquelas moléculas que tem OH na fórmula” A 26 – M

“Tem o grupo OH na cadeia e tem facilidade de doar elétrons.” A 27 – M

“Tem o OH em sua fórmula. As bases liberam OH^- em meio aquoso.” A 13 –
Q/C

“Compostos com íons OH^- , tem pH entre 8 a 14.” A 7 – Q/C

“É um composto com OH^- na composição da molécula e tende a receber um próton. Ex: NaOH.” A 3 – Q/C

“Tem OH na fórmula. Doa par de elétrons (tem par de elétrons disponível).”
A 19 – Q/F

O fato dos alunos relacionarem as bases à oxidrila (OH) não nos traz estranheza, porém aqui, muitas vezes o aluno faz uso de termos incoerentes como “cadeia”, “radical” ou “grupo funcional”.

A categoria *teorias* trás respostas em que os alunos se baseiam em teorias ácido base numa tentativa de explicação:

“As bases são substâncias que de acordo com Lewis ganham H+.” A 25 – M

“As bases são os elementos que atraem hidrogênios para si, segundo Lewis.” A 24 – M

“Bases são compostos que na presença de água se dissociam liberando OH-, segundo Arrhenius.” A 15 – M

“Bronsted-Lowry: Molécula que pode receber um próton.” A 19 – M

“Arrhenius, bases produzem íons OH- em solução aquosa. Bronsted-Lowry= recebem o próton H+. Lewis=doam pares eletrônicos.” A 18 Q/C

“Bases de acordo com a teoria de Lewis possuem a capacidade de receber pares de elétrons. Igualmente aos ácidos em solução aquosa também conduzem corrente elétrica. Possuem sabor adstringente. A 1 – Q/F

“Arrhenius: são substâncias que liberam OH-. Bronsted-Lowry: são substâncias que recebe prótons. Lewis: são substâncias que liberam elétrons. Apresentam pH maior do que 7.” A 2 – Q/F

“É todo composto que dissolvido em água origina OH- como único ânion (Arrhenius). Segundo Lewis, bases doam par de elétrons. Segundo Bronsted bases recebem prótons.” A 9 – Q/F

A categoria *outras* mostra respostas que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores:

“É o que libera mais de dois íons” A 13 – F

“Envolvendo dois átomos de hidrogênio.” A 24 – F

“É o tipo de esmalte incolor usado para pintar as unhas.” A 6 – F

“Bases são todas as substâncias que são necessárias para se ter um elemento.” A 4 – F

É importante frisar que embora em pequeno número, respostas em que o termo “base” é entendido como sinônimo de “suporte”, “sustentação” ou “início” encontram-se presentes. Sendo assim, é importante que o professor faça essa distinção durante a aula.

Ao total, 14 alunos representam a categoria não sabe/não respondeu, enquanto na pergunta “o que você entende por ácido” a mesma categoria foi representada por 7 estudantes, o que evidencia que os conhecimentos sobre as bases são menos difundidos do que os sobre ácidos, fato que corrobora com os autores Cros et al (1986, 1988), que ao analisar conceitos de estudantes de ciências de universidades francesas sobre ácidos e bases, chegaram à conclusão de que o conceito de bases era muito menos desenvolvido do que o conceito de ácidos.

3.3. Resultados e Discussão para a Questão 3- O que os ácidos tem a ver com sua vida?

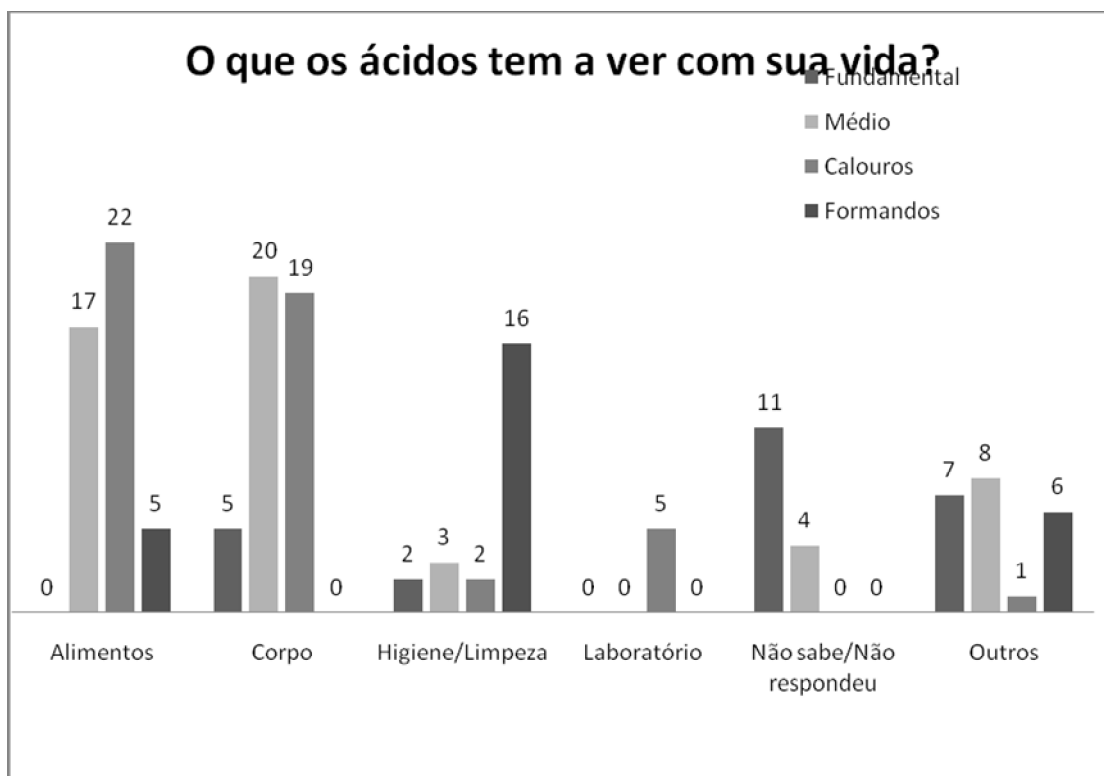


Figura 3: Comparação entre as respostas à questão 3- O que os ácidos tem a ver com sua vida?

Das respostas referentes à questão 3 (O que os ácidos tem a ver com sua vida?) emergiram 6 categorias. A primeira, denominada *alimentos* trás as respostas dos estudantes que consideram que os ácidos estão presentes em sua alimentação:

“Estão presentes no alimentos(limão).” A 7 – M

“Estão presentes na vida diária, na alimentação com sabores cítricos, como o limão, vinagre...” A 8- M

“Tem a ver muito com a minha alimentação, como exemplo vinagre e o ácido cítrico das frutas.” A 10 – Q/C

“Estão presentes em nosso dia a dia, nas coisas mais simples como por exemplo desde temperar saladas, onde usamos o vinagre(ácido), em nosso organismo eles também estão presentes.” A 5 – Q/C

“No cotidiano estão presentes na nossa alimentação (sucos, vinagre, cerveja, refrigerante...). Também são fundamentais na digestão(estômago HCl).” A 18 – Q/C

“Estão presentes na alimentação. Se encontram no limão, vinagre...” A 8 – Q/F

Para a categoria *corpo* temos os seguintes exemplos:

“Na minha barriga existe o suco gástrico, ele serve para digerir o alimento.”
A 3 – F

“No nosso organismo, para digestão dos alimentos.” A 22 – F

“Nosso corpo apresenta o HCl no estômago. Além de serem utilizados em reações para formação de sais.” A 10 – M

“Alguns ácidos estão presentes no nosso organismo, como o ácido clorídrico presente no estômago, também estão presentes nos alimentos e materiais de limpeza.” A 24 – M

“Os ácidos fazem parte até mesmo do nosso corpo humano pois nós os ingerimos, além de já fazer parte do nosso organismo.” A 21 – Q/C

“Os ácidos estão presentes em nossos alimentos e até no nosso estômago.”
A 2 – Q/C

A ideia de que os ácidos estão presentes em nosso organismo está muito presentes nos livros didáticos, os quais em sua maioria citam o ácido clorídrico presente no estômago, porém, muitas vezes os mesmos não trazem a informação de que a digestão dos alimentos não é devida somente ao HCl, mas sim ao suco gástrico como um todo.

A categoria *higiene/limpeza*, é bastante significativa sendo citada em todos os níveis de ensino, por vários alunos. São exemplos dessa categoria as seguintes respostas:

“Para limpeza, dissolução dos alimentos.” A 14 – F

“Os ácidos ajudam em limpeza, desentupimentos, no corpo humano, baterias de automóveis.” A 12 – M

“A importância dos ácidos é muito grande pois eles estão presentes em várias reações no organismo humano, e também em medicamentos, produtos de limpeza, etc.” A 20 – Q/C

“Catalizam alguma reação. São usados em produtos de limpeza. Alguns oxidam a matéria orgânica” A 19 – Q/F

“Os ácidos estão presentes em nossa vida, nos alimentos, nos materiais de limpeza, em procedimentos cirúrgicos.” A 25 – Q/C

Na categoria *laboratório* agrupamos as respostas dos estudantes que citam o uso dos ácidos durante as aulas de química, principalmente em aulas no laboratório, por exemplo:

“Assim como sou acadêmica do curso de Química, sei que nossa vida está rodeada de química inclusive ácidos.” A 26 – Q/C

“Tem a ver com o meu dia a dia no laboratório, com a nossa alimentação.” A 19 – Q/C

“Na minha vida tem contato diariamente em casa, nos alimentos que contém vinagre, entre outros. Além disso no meu curso também (no laboratório).” A 15 Q/C

A categoria *outros* traz variadas respostas, tais como:

“Ele está presente no oxigênio.” A 4- F

“Quando pega nos olhos causa ardência.” A 6 – F

“Não sei, mas acho que eles estão presentes nos mínimos detalhes.” A 23 –
F

“Não sei, os cadernos não sofrem reações enquanto estudo e não faço a
comida, logo não mexo em muitas coisas com química” A 25 – F

“Os ácidos estão presentes em muitas coisas, dentre elas baterias de
automóveis.” A 3 – M

“Mesmo sem saber nós provavelmente usamos frequentemente os ácidos
no dia a dia. Vários produtos são constituídos de ácido, no entanto as
pessoas não possuem essas informações.” A 32 – M

De um modo geral, as respostas apresentadas aqui são bastante coerentes com o que se estuda na escola, onde a maioria dos professores frisa a importância dos ácidos principalmente nos alimentos, digestão, limpeza etc. Para finalizar a questão 3, temos a categoria *não sabe/não respondeu* com um total de 15 alunos.

3.4. Resultados e Discussão para a Questão 4- O que as bases tem a ver com sua vida?

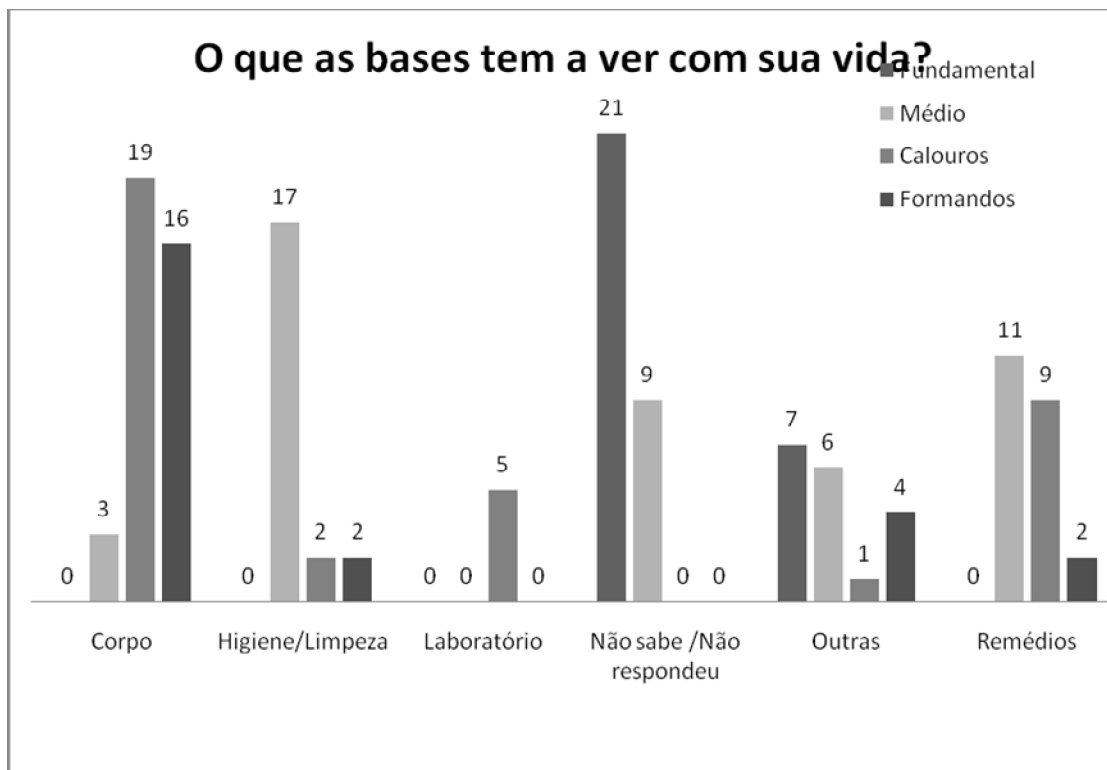


Figura 4: Comparação entre as respostas à questão 4- O que as bases tem a ver com sua vida?

Para a pergunta 4 - O que as bases tem a ver com sua vida? obtivemos 6 categorias extraídas das respostas dos alunos. Na primeira categoria, *corpo*, agrupamos as respostas que demonstram que as bases podem ser encontradas no corpo humano:

“Bases também são essenciais para o funcionamento de nosso organismo e para tarefas corriqueiras.” A 15 – M

“Estão presentes em nosso organismo para neutralizar o pH do estômago.” A 6 – Q/F

“Igualmente aos ácidos a presença das bases é de grande frequência em nossas vidas, desde os alimentos, em nossos organismos e em mais variados produtos.” A 1 – Q/F

A categoria *higiene/limpeza* engloba as respostas que fazem uma correspondência entre ácidos e os agentes de limpeza e higiene pessoal, por exemplo:

“As bases estão presentes em materiais de limpeza como no sabão.” A 26 – M

“Para fazer sabão se usa soda que é uma base e é um excelente bactericida.” A 33 – M

“Também são importantes para o nosso cotidiano, por exemplo, xampu, creme dental, sabão em pó.” A 11 – Q/F

Aqui, na categoria *laboratório*, agrupamos as respostas referentes ao uso dos ácidos em laboratórios, durante as aulas ou em laboratórios de pesquisa. São exemplos dessa categoria as seguintes respostas:

“Tem a ver com o meu dia a dia no laboratório, e com alguns produtos, como remédios e na própria alimentação.” A 19 – Q/C

“Encontramos bases em sabonetes, em produtos de limpeza, como a soda cáustica, essa é a relação com a minha vida, além de eu trabalhar nas aulas de laboratório com algumas bases.” A 8 Q/C

Em *remédio*, agrupamos as respostas referentes ao uso dos ácidos para a fabricação de remédios:

“Utilizados como medicamentos anti-ácidos, como por exemplo, o hidróxido de alumínio e leite de magnésia.” A 18 – M

“São utilizados em cosméticos e medicamentos.” A10 – M

“Existem remédios que são alcalinos que fazem o combate à acidez do estômago. O hidróxido de sódio é usado na limpeza.” A 25 Q/C

“São usadas para fazer sabão. Remédios.” A 19 - Q/F

“No anti-ácido estomacal que contém o bicarbonato de sódio que é um sal básico.” A 2 - Q/F

Na categoria *outras* obtivemos respostas bastante diversificadas como as descritas a seguir:

“Para melhorar, fortalecer e deixar mais bonita as unhas.” A 6 – F

“Tem a ver da forma que também ajuda na coloração dos objetos.” F

“Bases estão presentes em materiais para correção do pH do solo.” A 3 – M

“Da mesma forma que os ácidos, as bases são também importantes, assim fazendo parte da vida de todos.” A 26 – Q/C

“As bases são importantes pelos mesmos motivos dos ácidos.” A 20 – Q/C

“Estão presentes em nossa vida, com ampla utilização.” A 25 – Q/F

A categoria não sabe/não respondeu reafirma a ideia de que os conhecimentos sobre bases são menos difundidos, aqui, 30 estudantes não souberam fazer uma relação entre as bases e o seu cotidiano, enquanto apenas 15 não souberam dizer o que os ácidos tem a ver com sua vida.

4. Demais atividades relacionadas à pesquisa

4.1. Atividade 1: Utilizando indicadores ácido base em sala de aula

Após a análise das respostas obtidas através do questionário aplicado aos alunos do ensino fundamental resolvemos levar para sala de aula uma atividade prática baseada no uso de indicadores ácido base. Após obtermos a permissão da escola e da professora responsável pela turma, aplicamos a atividade descrita a seguir com 26 alunos do nono ano do ensino fundamental. Antes de aplicarmos a atividade em sala de aula, testamos em laboratório algumas substâncias naturais e facilmente encontráveis no comércio, que segundo a literatura, agem como indicadores ácido base. Nossos resultados foram os seguintes:

Indicadores	Cor em meio ácido	Cor em meio básico
Repolho roxo	Vermelho	Verde
Pimentão vermelho	Não altera	Não altera
Feijão preto	Vermelho	Verde

Figura 4: Mostra os resultados dos testes com alguns indicadores.

Percebemos que o extrato de pimentão vermelho (obtido através da fervura do pimentão em água) não funciona como indicador ácido base, sendo assim, utilizamos apenas os extratos de repolho roxo e de feijão preto para testar o pH de algumas substâncias, as quais estão descritas a seguir:

- Sabão: foi colocado um pedaço de sabão em barra de molho em água até que ficasse líquido;
- Sabonete: preparado igualmente ao sabão;
- Suco de abacaxi: a fruta foi batida no liquidificador e após peneirada;
- Leite de magnésia: 3 colheres de sopa dissolvidas em 500mL de água;

- Hidróxido de sódio: solução de concentração 0,001M aproximadamente;
- Ácido clorídrico: solução de concentração 0,001M aproximadamente.

Já em sala de aula, dividimos os alunos em grupos de 4 ou 5 pessoas. Cada grupo recebeu os seguintes materiais:

- Copos descartáveis pequenos
- Extrato de feijão preto
- Extrato de repolho roxo
- Solução de sabão em barra
- Solução de sabonete
- Suco de abacaxi
- Solução de leite de magnésia
- Suco de limão
- Solução de cloreto de sódio
- Ácido clorídrico 0,001M
- Hidróxido de sódio 0,001M

Em seguida foi pedido aos alunos que misturassem as substâncias aos extratos de repolho roxo e feijão preto, como no modelo a seguir:

Exemplos:
Suco de limão + extrato de feijão= cor
Suco de limão + extrato de repolho= cor

Resultados obtidos pelos alunos:

Grupo 1

Abacaxi + feijão = muda de cor, o feijão ficou marrom

Sabão + feijão = fica verde

Repolho + limão + leite de magnésia = fica rosa

Sal + feijão + limão = fica rosa

Sabonete + feijão + limão = vermelho

Repolho + sal = não muda de cor

Hidróxido de sódio + repolho = fica azul

Ácido clorídrico + feijão = vermelho

Grupo 2

Repolho + sal = nada acontece

Feijão + sal = escurecimento da cor (preto claro)

Feijão + sabonete + limão = vermelho claro

Feijão + sabão = verde escuro

Hidróxido de sódio + repolho = verde

Repolho + sabonete = verde

Abacaxi + feijão = marrom

Repolho + limão = rosa

Sal + feijão + limão = rosa

Sabonete + feijão + limão = rosa

Ácido clorídrico + feijão = azul

Grupo 3

Repolho + abacaxi = rosa

Feijão + abacaxi = vermelho

Leite de magnésia + feijão = verde

Sabão + repolho = verde

Ácido clorídrico + feijão = verde

Hidróxido de sódio + feijão = vermelho

Conclusão: quando colocamos bases com indicadores mudam-se as cores .

Grupo 4

Repolho + sabão = verde escuro

Feijão + abacaxi = bordô

Repolho + sabonete = cinza escuro

Abacaxi + sabonete = bege

Sabonete + repolho = azul

Feijão + ácido clorídrico = vermelho escuro

Soda cáustica + repolho = verde

Abacaxi + soda cáustica = verde

Sabonete + ácido clorídrico = amarelo fraco

Grupo 5

Sabonete + feijão: não se mistura

Repolho + leite de magnésia = azul

Leite de magnésia + feijão = verde

Abacaxi + feijão = verde

Sabão + sabonete + repolho + feijão = vinho

Repolho + feijão = rosa

Ácido clorídrico + feijão = verde

Ácido clorídrico + sabonete = branco

Éter + feijão = rosa

Grupo 6

Sabonete + repolho = azul

Sabonete + feijão = cinza

Sal + repolho = roxo

Sal + feijão = bordô

Limão + repolho = vermelho

Limão + feijão = vermelho

Ácido clorídrico + feijão = verde

Soda cáustica + feijão = vermelho

Considerando as respostas dadas pelos estudantes, percebeu-se que estes não tiveram um claro entendimento de como realizar o experimento, pois ao contrário do que havia sido pedido, misturaram três ou quatro substâncias ao mesmo tempo. Embora isso possa ter dificultado uma melhor visualização da mudança do indicador e uma possível interpretação do comportamento ácido e básico das substâncias investigadas, os resultados obtidos com uma só substância adicionada ao indicador foram, de modo geral, bastante claras. Como os alunos não estava, acostumados com aulas práticas, a aula foi vista como um momento de diversão, sem conexão com os conteúdos formais. Mais problemático do ponto de vista do ensino de ciências, é o fato de que os alunos não conseguem fazer uma conclusão simples do tipo: “quando colocamos ácido clorídrico, o corante (indicador) obtido do repolho ou do feijão fica vermelho e com hidróxido de sódio fica verde. Logo, podemos concluir que o limão é um ácido, pois também muda a cor para vermelho e que substâncias que mudaram a cor para verde são hidróxidos (bases).”

Como esta aula foi pouco proveitosa, frente às nossas expectativas, pois os alunos realizaram a atividade sem entender o que faziam, decidimos realizar uma nova atividade, mudando um pouco a metodologia. Na nova atividade levamos um quadro para que os alunos preenchessem de acordo com os testes realizados. Agora, diminuimos o número de substâncias, no intuito de facilitar o entendimento. O quadro que os alunos deveriam completar foi o seguinte:

	Feijão	Fenolftaleína
Suco de limão		
Pepsamar		
Acido clorídrico		
Leite de magnésia		

Figura 5: Quadro utilizado pelos alunos em aula.

Obs.: Pepsamar e leite de magnésia são medicamentos para combater a acidez estomacal. São compostos respectivamente por hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) e hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$). Feijão e fenolftaleína são os indicadores, o primeiro natural e o segundo sintético, usados nessa atividade

Esta atividade, diferentemente da anterior, foi bastante tranquila, os alunos conseguiram completar o quadro com facilidade, apresentando as conclusões mostradas a seguir:

- “Alguns tipos de ácidos, como o exemplo de feijão e fenolftaleína que são indicadores não mudam de cor. E também bases como por exemplo leite de magnésia e pepsamar misturados com indicadores de exemplo feijão e fenolftaleína ficam rosa.”
- “Os vermelhos são ácidos e os verdes são base.”
- “Eu vejo que quando a gente mistura ácido clorídrico e suco de limão com feijão fica vermelho. Quando misturamos pepsamar e leite de magnésia com feijão fica verde e esses dois com fenolftaleína ficam rosa. Os ácidos ficam vermelhos e os hidróxidos ficam verdes.”
- “Quando um ácido for misturado com fenolftaleína a cor não irá alterar e quando misturados com feijão a cor ficará vermelha. Quando um hidróxido for misturado com feijão a cor ficará vermelha. Quando um hidróxido for misturado com feijão a cor ficará verde e quando o hidróxido for misturado com fenolftaleína ficará na cor rosa.”
- “Os ácidos ficam vermelhos quando adicionados o feijão, e não mudam de cor quando adicionados fenolftaleína.”

4.1.1. Discussão da atividade

A análise dos dados obtidos permite-nos concluir que os alunos não conseguem formular suas próprias hipóteses na tentativa de explicar um fenômeno

observado. Percebe-se que fica cada vez mais difícil se desvinciliar da facilidade de receber respostas prontas, tendo apenas o trabalho de decorá-las para posteriormente transcrevê-las em uma avaliação.

A atividade descrita anteriormente foi resumidamente apresentada no 29º - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE ENSINO DE QUÍMICA (29º EDEQ). O resumo enviado para o evento encontra-se a seguir:



Identificando ácidos e bases.

Angela Carine Moura Figueira¹ (PG), Kelli Anne Santos Azzolin (IC), Raquel Mello da Rosa¹ (IC), João Batista Teixeira Rocha¹ (PQ). * *qmcfigueira@gmail.com*

¹Departamento de Química/Universidade Federal de Santa Maria Cidade Universitária “Prof. Mariano da Rocha Filho”, Av. Roraima n. 1000, Bairro Camobi, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS.

Palavras Chave: Experimentação, ácidos, bases.

Introdução

A importância do trabalho prático é inquestionável na disciplina de Química e deveria ocupar lugar central no seu ensino, sendo assim, nós professores temos o dever de propiciar ao aluno uma iniciação ao mundo das ciências de forma que este produza saber científico voltado para a busca da melhoria da vida neste planeta, da sua consciência crítica de cidadão. Para que isso ocorra é necessário que o educador saiba ministrar aulas práticas com seus alunos. Nosso trabalho tem por objetivo identificar os conhecimentos prévios sobre ácidos e bases dos estudantes, e a partir destes dados se propõem atividades práticas que venham a tornar o ensino de ácidos e bases mais concreto para os estudantes.

Metodologia

O trabalho de campo foi realizado em uma turma de nono ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Santa Maria. Em um primeiro momento foi aplicado um questionário semi-estruturado com as seguintes questões: a) O que você entende por ácidos? b) O que você entende por bases? c) O que os ácidos têm a ver com sua vida? d) O que as bases têm a ver com sua vida? A partir da análise dos dados obtidos foi proposta uma atividade experimental, na qual os alunos fariam a identificação de ácidos e bases com indicadores naturais, como o extrato de feijão, e também com fenolftaleína.

Resultados e Discussão

Quadro 1. Algumas conclusões dos alunos.

Os vermelhos são ácidos e os verdes são bases.
Os ácidos ficam vermelhos quando adicionados o feijão, e não mudam de cor quando adicionados fenolftaleína.
Quando um ácido for misturado com fenolftaleína a cor não se altera e quando misturados com feijão a cor fica vermelha.

Mais problemático do ponto de vista do ensino de ciências, é o fato que os alunos não conseguem fazer uma conclusão simples do tipo: “quando colocamos ácido clorídrico, o corante (indicador) obtido do feijão fica vermelho e com hidróxido de sódio fica verde. Logo, podemos concluir que o limão é um ácido e que substâncias que mudaram a cor para verde são bases.”. A partir deste fato fica evidente a necessidade de se melhorar o ensino para que nossos alunos apreendam uma forma mais científica de pensar, analisando resultados e prevendo hipóteses para sua interpretação.

Conclusões

A realização deste trabalho nos mostrou que a utilização de atividades experimentais simples pode tornar as aulas de Química mais envolventes e estimulantes. A análise dos dados obtidos permitiu-nos concluir que os alunos não conseguem formular suas próprias hipóteses na tentativa de explicar um fenômeno observado. Percebe-se que fica cada vez mais difícil se desvencilhar da facilidade de receber respostas prontas, tendo apenas o trabalho de decorá-las para posteriormente transcrevê-las em uma avaliação.

Agradecimentos

CNPq, Capes.

¹ Vasconcelos, A. L. S.; Costa, C. H. C.; Santana, J. R. e Ceccato, V. M. *Importância da abordagem prática no ensino de biologia para a formação de professores (licenciatura plena em Ciências/habilitação em biologia/química-UECE) em Limoeiro do Norte-CE.*

² Lunetta, V. N. *Atividades práticas no ensino da Ciência.* Revista Portuguesa de Educação, v. 2, nº 1, 1991. (81-90).

4.2. Atividade 2: Elaboração de jogos didáticos

Outra atividade desenvolvida foi a proposição de jogos didáticos para o ensino das funções inorgânicas, mais especificamente ácidos e bases. O manuscrito contendo os jogos propostos foi enviado para a Revista Química Nova na Escola, cujo comprovante de recebimento do manuscrito encontra-se em anexo. A seguir, apresenta-se o manuscrito na íntegra:

BRINCANDO COM AS FUNÇÕES INORGÂNICAS

Angela Carine Moura Figueira (PG)*; Kelli Anne Santos Azzolin (PG); João Batista Teixeira da Rocha (PQ). *qmcfigueira@gmail.com

Centro de Ciências Naturais e Exatas – PPG Em Ensino Em Ciências: Química da Vida e Saúde

BRINCANDO COM AS FUNÇÕES INORGÂNICAS

Playing with the inorganic functions

Resumo: Trata-se de uma proposta para o ensino de funções inorgânicas no Ensino Fundamental visando a utilização de atividades lúdicas. Propõe-se o uso de uma atividade prática envolvendo substâncias inorgânicas e suas ações sobre os indicadores ácido base. Posteriormente, apresentamos alguns jogos como dominó, caça palavras, palavras cruzadas e jogo da memória. Tais atividades instigam a curiosidade do aluno além de tornar o ensino de ciências um pouco menos teórico.

Palavras - chave: Atividades lúdicas, ácidos e bases.

Abstract: This is a proposal for the teaching of inorganic functions in elementary school in order to use play activities. It is proposed the use of a practical activity involving inorganic substances and their actions on the acid-base indicators. Subsequently, we present some games like dominoes, word searches, crossword puzzles and memory game. These activities incite the curiosity of students as well as making science education a little less theoretical.

Key words: ludic, acids and bases.

Introdução

Uma das grandes dificuldades no ensino de ciências é a falta de motivação durante as aulas, esta desmotivação por parte de alguns alunos e professores é um problema que vem instigando pesquisadores em ciências a desenvolver novas atividades e metodologias de ensino. A desmotivação em sala de aula também é um fato na disciplina de química, o que para nós, professores, é lamentável, pois entendemos a forte presença da química em nosso cotidiano e sua enorme importância para a sociedade em todos os tempos. Na tentativa de melhorar este quadro é que inúmeros trabalhos em educação tem sido feitos, embora muitos profissionais ainda façam uso das metodologias tradicionais onde o aluno é um mero receptor de conhecimentos. Dos inúmeros conteúdos de química (ou ciências, no ensino fundamental) considerados “difíceis” pelos alunos estão as funções inorgânicas (ácido, base, sal e óxido), que são o foco deste nosso trabalho por considerarmos que tais conhecimentos tem importância prática no cotidiano do aluno e não devem ser apenas memorizados para resolução de provas, o que é um problema muito comum nas escolas, chamado por Paulo Freire de “educação bancária” onde o professor exerce a função de depositante de conhecimentos e os alunos a de arquivos, copiando o que é dito pelo professor, sendo indivíduos secundários em sala de aula. Ramos e Ferreira (2004) destacam que “a curiosidade, a vontade de manusear e o interesse podem ser despertados através de um trabalho voltado para o ensino de ciências, tornando-o acessível e, se possível, agradável para as pessoas de diferentes faixas etárias”. Sendo assim, atividades práticas, tanto as experimentais quanto as lúdicas são de grande valia para o ensino de ciências. Na concepção piagetiana, os jogos consistem numa simples assimilação funcional, num exercício das ações individuais já aprendidas gerando, ainda, um sentimento de prazer pela ação lúdica em si e pelo domínio sobre as ações. Portanto, os jogos têm dupla função: consolidar os esquemas já formados e dar

prazer ou equilíbrio emocional à criança (Faria, 1995). Segundo Vygotsky, o lúdico influencia enormemente o desenvolvimento da criança. É através do jogo que a criança aprende a agir, sua curiosidade é estimulada, adquire iniciativa e autoconfiança, proporciona o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração (Vygotsky, 1989).

Atividades propostas

Visando a utilização do lúdico para o ensino das funções inorgânicas, buscamos fazer uma adaptação de jogos já existentes para o ensino de tal conteúdo. O primeiro passo foi pensar em jogos já conhecidos pelos estudantes e tentar introduzi-los no ensino. Pensamos então no jogo da memória, dominó, caça palavras e palavras cruzadas. Também buscamos trabalhar com atividades experimentais de baixo custo e que pudessem ser facilmente trabalhados em sala de aula.

As atividades foram aplicadas durante um projeto extraclasse com 20 alunos de Ensino Fundamental de uma escola do interior do Rio Grande do Sul. A primeira atividade foi baseada no uso de indicadores e sua ação sobre as substâncias inorgânicas, para tanto, os alunos receberam amostras das seguintes substâncias: água, cloreto de sódio, ácido clorídrico (0.01 M) e hidróxido de sódio (0.01 M) bem como os indicadores: fenolftaleína, papel tornassol e extrato de feijão preto (um indicador natural). O objetivo era que os alunos reconhecessem a ação dos indicadores usados sobre ácidos e bases, percebendo que os mesmo não tem ação sobre sais e óxidos. Ao término da atividade, foi feita uma revisão sobre as funções inorgânicas, para posteriormente passarmos à aplicação dos jogos que havíamos desenvolvido.

Jogo da memória:

Como o próprio nome diz, auxilia na memorização e reconhecimento de fórmulas químicas e sua associação com substâncias reais. Esse jogo é composto por 16 peças, oito delas apresentam a fórmula molecular de uma determinada substância e as demais peças complementam as anteriores apresentando uma utilização cotidiana para tais fórmulas moleculares. O jogo é para no mínimo dois jogadores que devem a cada rodada desvirar duas peças que devem ser correspondentes. Por exemplo: *Ácido do estômago* e *Ácido Clorídrico*. Ganha o jogo aquele que encontrar mais peças correspondentes. A seguir Mostra-se um modelo para a confecção do jogo.

HCl	NaOH	CH₃COOH
H₂SO₄	HCOOH	HF
NH₄OH	Mg(OH)₂	Presente no estômago
Solução de baterias de automóveis	Ácido das formigas	Corrói vidros
Vinagre	Laxante	Agente de limpeza
Usado para fazer sabão		

Figura 1: Modelo para elaboração do jogo da memória

Caça-palavras: As palavras a serem encontradas aqui estão relacionadas ao experimento feito anteriormente.

C	R	P	G	F	J	K	L	A	V
R	O	H	F	B	A	S	E	S	K
T	O	R	N	A	S	S	O	L	C
F	P	W	F	X	H	J	K	E	L
I	A	V	E	R	M	E	L	H	O
L	C	V	N	O	E	D	I	J	R
K	I	P	O	C	I	A	M	V	I
G	D	B	L	Z	A	B	A	B	D
B	O	V	F	F	F	H	O	A	R
E	S	X	T	A	I	O	L	U	I
C	N	O	A	S	O	R	R	O	C
S	I	J	L	C	Z	X	B	N	O
F	O	H	E	F	E	J	S	R	A
R	F	C	I	T	R	I	C	O	L
O	E	B	N	X	Z	V	N	M	T
P	T	A	A	C	R	U	I	O	G

Figura 2: Modelo para confecção do caça-palavras.

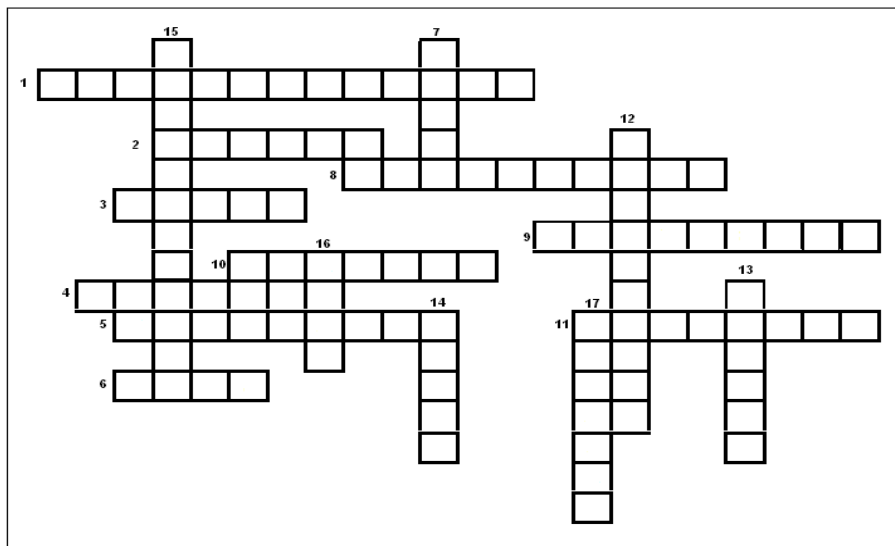
Dominó:

Este jogo também prioriza a associação de fórmulas químicas com substâncias reais, bem como o reconhecimento da função química a que cada fórmula pertence. O jogo contém 24 peças, cada jogador fica com cinco peças em mãos, as demais ficam separadas para serem pegadas no decorrer do jogo. Cada peça contém duas fórmulas moleculares de substâncias inorgânicas, uma de cada lado da peça. Um jogador coloca uma peça e o próximo jogador deve colocar uma peça que contenha a mesma função inorgânica da peça anterior, do mesmo modo que se joga o dominó comum.

HNO₃	H₃PO₄	HBr	NaCl
Ca(OH)₂	NaOH	SO₂	CO
CuO	Zn(OH)₂	CO₂	NH₄OH
NaOH	CuCl	NaNO₃	HCl
HI	H₂CO₃	KOH	CuCl
KOH	CuCl	NaCl	CO
CH₃COOH	HNO₃	SiO₂	HNO₃
CaO	Ca(OH)₂	Na₂O	NH₄OH
CO	H₂O	Mg(OH)₂	
H₂O	NaCl	CaCO₃	
HNO₃	H₃PO₄	HBr	NaCl
Ca(OH)₂	NaOH	SO₂	CO
CuO	Zn(OH)₂	CO₂	NH₄OH
NaOH	CuCl	NaNO₃	HCl
HI	H₂CO₃	KOH	CuCl
KOH	CuCl	NaCl	CO
CH₃COOH	HNO₃	SiO₂	HNO₃
CaO	Ca(OH)₂	Na₂O	NH₄OH
CO	H₂O	Mg(OH)₂	
H₂O	NaCl	CaCO₃	

Figura 3: Modelo para confecção do dominó

Palavras cruzadas:



Respostas:

1. Fenolftaleína/ 2. Ácidos/ 3. Bases/ 4. Cítrico/ 5. Hidroxila/ 6. Sais/
7. Limão/ 8. Cítrico/ 9. Tornassol/ 10. Fôrnico/ 11. Roxa/
12. Hidrogênio/ 13. Neutra/ 14. Azedo/ 15. Soda cáustica/
16. Vermelha/ 17. Vinagre.

1. É um indicador, fica vermelho em meio básico
2. Como são chamadas as substâncias com pH menor do que 7
3. Como são chamadas as substâncias com pH maior do que 7
4. Ácido presente nas frutas cítricas
5. O ânion das bases
6. Formados na reação entre ácidos e bases
7. Exemplo de fruta cítrica
8. Ácido presente no estômago
9. Papel usado como indicador ácido base
10. Ácido presente nas formigas
11. Cor do indicador de feijão em meio ácido
12. O cátion dos ácidos
13. A solução com pH 7
14. O sabor de substâncias ácidas como limão e vinagre
15. Base usada para fazer sabão
16. Cor do indicador de repolho-roxo em pH 7
17. Substância ácida usada para temperar saladas

Considerações finais

Ao apresentarmos atividades simples e de fácil execução, percebemos que os alunos ficam receptivos, participando das atividades sem temer o erro, o que facilita seu entendimento sobre o conteúdo. Tais atividades também servem para aproximar o aluno do

método científico, através da observação e interpretação de resultados para elaboração de possíveis hipóteses.

Referências Bibliográficas

RAMOS, E.M. de F. e FERREIRA, N.C. Brinquedos e jogos no ensino de Física. In: Roberto Nardi. (Org.). Pesquisa em Ensino de Física. Educação para a ciência. São Paulo: Escrituras, 1998, cap. 10. - (Ramos e Ferreira, 1998).

FARIA, A.R. de. O. Desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget. 3ª ed. Editora Ática, 1995. – (Faria, 1995).

VYGOTSKY, L.S. A Formação Social da Mente. São Paulo: Martins Fontes, 1989. – (Vygotsky, 1989).

4.2.1. Manuscrito: Concepções alternativas de estudantes de ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso

O manuscrito a seguir foi submetido à REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, onde fizemos uma investigação das concepções de alunos do ensino médio (1º, 2º e 3º ano) sobre ácidos e bases. Os comprovantes de envio e recebimento do artigo encontram-se em anexo. A seguir apresenta-se o manuscrito na íntegra:

Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio sobre Ácidos e Bases: um estudo de caso

Angela Carine Moura Figueira, Aline Machado de Oliveira, Lilian Fenalti Salla e João Batista Teixeira Rocha

Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. E-mails: gmcfigueira@gmail.com; alinemachadodeoliveira@yahoo.com.br; lisa2000@terra.com.br; jbtrocha@yahoo.com.br;

Resumo: Relata-se um estudo de caso que investiga as concepções de 203 estudantes de Ensino Médio sobre ácidos e bases pelo uso de um questionário. Os estudantes apresentaram uma idéia superficial e “decorada” destes conceitos e não correlacionam estes conteúdos com suas vidas. A análise deixa a impressão de que H^+ , OH^- etc são símbolos sem significado. A maioria dos estudantes de primeiro ano aponta os conceitos de Arrhenius (mas sem um claro entendimento do mesmo) e os de terceiro ano raramente os citam. Poucos estudantes citaram ácidos carboxílicos, mas nunca relacionaram com o conceito de Arrhenius. Concluindo, estes resultados mostram que as respostas foram influenciadas pelo conteúdo que estava ou tinha sido visto recentemente. Os dados do terceiro ano, onde houve poucas citações sobre ácidos e bases de Arrhenius, reforçam que o aprendizado destes conceitos dentro da realidade escolar é superficial sem que haja uma real apropriação dos saberes ensinados. Estes dados indicam que as concepções dos estudantes sobre ácidos e bases estão muito distantes dos conceitos científicos, indicando a importância da avaliação das concepções prévias dos estudantes para que se proponha alternativas para melhorar o ensino de química.

Palavras chave: concepções alternativas, ensino de ácidos e bases.

Title: Alternative conceptions of High School students about Acids and Bases: A Case Report.

Abstract: Here we have investigated the conceptions about acids and bases of 203 high-school students by using a questionnaire. Student's conceptions about acids and bases were superficial and known by heart and they were not able to link the them to their lives. The analysis gave the impression that H^+ , OH^- , etc are symbols without meanings. The majority of the students of the first grade mentioned the Arrhenius' concepts (but without a clear understanding of them), and those from the third grade rarely mention them. In conclusion, the students' responses were influenced by the content that was or had been covered recently. Data from the third grade, where Arrhenius' concepts were rarely cited, indicated that the learning of these concepts in the real school world was superficial without a real appropriation of the knowledge of these subjects the were taught in the classroom. Data also indicated that the students' conceptions about acids and bases are distant from the scientific concepts, which reinforces the importance of investigating students' previous concepts about

central themes in chemistry in order to suggest alternative strategies to teach chemistry more efficiently.

Key words: alternative conceptions, teaching acids and bases.

Introdução

As pesquisas em Educação têm se preocupado com a questão das concepções alternativas, uma vez que o sucesso da aprendizagem escolar está inexoravelmente na dependência daquilo que o aluno já sabe a respeito de um assunto (Ausubel, 1980). De acordo com Oliveira (2000), as pesquisas sobre concepções alternativas são constituídas por levantamentos de idéias, pensamentos e expressões espontâneas apresentadas por estudantes com relação aos fenômenos ou conceitos científicos. O Ensino em Ciências é uma área do conhecimento onde as concepções prévias fazem-se relevantes, pois estas balizam a construção da estrutura cognitiva e podem nortear a abordagem didático-pedagógica, permitindo assim uma otimização do aprender. Silva et al (2008), em seu trabalho realizado com calouros do curso de Química, destaca a permanência das concepções alternativas de alguns estudantes, mesmo após ter cursado a disciplina de química geral, confirmando o que aponta a literatura sobre as dificuldades quanto à mudanças conceituais. A caracterização e a origem das concepções alternativas podem fornecer elementos importantes para os professores pensarem estratégias de ensino e de aprendizagem que visem a superação de deficiências na elaboração conceitual em química. Nesse sentido, faz-se importante um olhar sobre concepções alternativas dos alunos em química para o planejamento das atividades em sala de aula, uma vez que as idéias dos estudantes sobre vários conceitos fundamentais, como o de ácidos e bases, muitas vezes não coincidem com os conceitos validados cientificamente. (Simpson; Arnold, 1982).

Embora seja importante se ter noções sobre as concepções prévias dos estudantes, na prática, isto raramente ocorre. O objetivo geral deste estudo foi identificar as concepções prévias de alunos de ensino médio sobre ácidos e bases com o intuito de identificar fatores que possam vir a contribuir na proposição de novas estratégias pedagógicas para o Ensino em Ciências. Particularmente, visou-se identificar saberes d o senso comum com a intenção de utilizá-los como ponto de partida para a elaboração de ferramentas e estratégias didáticas que venham auxiliar os professores de Química na promoção de um aprendizado mais significativo para o aluno.

Metodologia da pesquisa

No presente estudo optou-se trabalhar com a metodologia qualitativa uma vez que esta é indicada quando se quer apreender concepções e representações (Bardin, 1977). O trabalho de campo foi realizado numa escola Estadual do interior do Rio Grande de Sul, envolvendo 203 alunos ao total; 111 alunos compreendendo seis turmas de 1º ano, cujas idades variavam entre 14 e 18 anos, e 92 alunos de quatro turmas de 3º ano, cujas idades variavam entre 16 e 18 anos. O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi o questionário semi-estruturado sendo que uma ampla revisão bibliográfica sobre os conceitos de ácidos e bases nortearam a elaboração do mesmo, cujas questões foram as seguintes:

- a) *O que você entende por ácidos?*
- b) *O que você entende por bases?*
- c) *O que os ácidos têm a ver com sua vida?*
- d) *O que as bases têm a ver com sua vida?*

Após a coleta dos dados, partiu-se para a análise dos mesmos utilizando-se a técnica da Análise de Conteúdo (Bardin, 1977). Na análise, buscou-se primeiramente a organização dos dados extraídos das respostas dos alunos, agrupando-os em categorias emergentes significativas (Pacca & Villani, 1990). Todas as informações passadas pelos estudantes foram consideradas sem classificá-las como certas ou erradas. (Lüdke, 1983). Com o estabelecimento das relações entre os dados coletados e organizados em categorias, buscaram-se subsídios para identificar os conceitos. Portanto, as categorias foram criadas próximas aos dados brutos e aproximadas sucessivamente às hipóteses interpretativas.

Resultados e Discussão

Utilizamos, para análise dos resultados, a designação dos alunos por turma, por exemplo, aluno 3-P1 (aluno três da turma P1). As seis turmas de 1º ano serão denominadas por P1 a P6 e as quatro turmas de 3º ano por T1 a T4.

Discussão e resultados - questão 1: O que você entende por ácido?

Em relação às respostas dos alunos ao que entendem por ácidos elaboraram-se as seguintes categorias: a) definição de Arrhenius decorada e incompleta; b) substâncias corrosivas; c) função orgânica e d) sem resposta (figura 1).

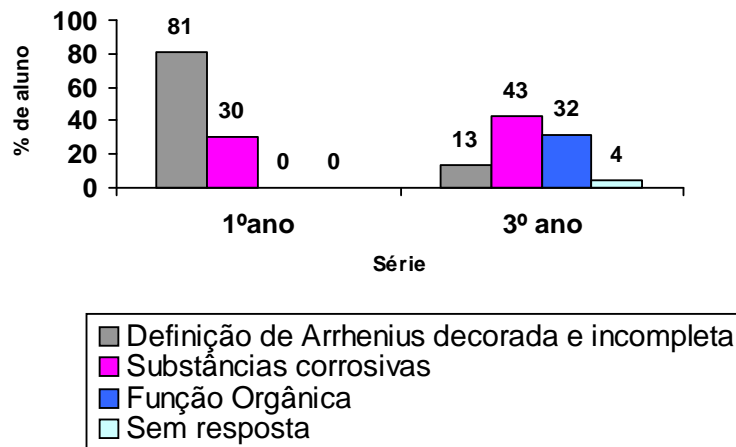


Figura 1. Explicações dos alunos sobre o que entendem por ácidos.

Na categoria de respostas denominada "Definição de Arrhenius decorada e incompleta" foram consideradas todas as respostas relacionadas com a Teoria de

Arrhenius. Essa teoria é de difícil compreensão e acaba sendo entendida pela maioria dos alunos da maneira apresentada nos exemplos a seguir:

“Ácido é todo composto que contém hidrogênio” (aluno 1 – P1)

“São compostos que apresentam o hidrogênio como o primeiro elemento, exceto a água” (aluno 4 – P2)

“Agente sabe que o elemento é ácido, quando por ex.: HCl - ácido clorídrico (H no início).” (aluno 1-P6)

“São substâncias com H⁺, que estão presentes em refrigerantes, produtos de limpeza, frutos, corpo humano. Dependendo da quantidade de H, muda o nome. Ex: nitroso” (aluno 19-T3)

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

Assim sendo, 73% dos alunos de 1ºano e 14% dos alunos de 3ºano responderam conforme esta categoria. Uma vez que ácidos e bases (conforme a teoria de Arrhenius) são estudados no 1ºano, podemos entender a maior percentagem de respostas para estas turmas do que para as de 3ºano. A maioria dos alunos dos terceiros anos se referem ao hidrogênio e não mencionam o próton. De fato, é alarmante o quanto os estudantes “esquecem” os conceitos aparentemente corretos do ponto de vista de Arrhenius e do “saber sábio”.

Na categoria de respostas “Funções Orgânicas”, observamos a mesma problemática da categoria anterior, o uso de uma palavra para conceituar ácido. Utilizamos essa categoria para exemplificar os alunos do 3º ano que relacionam ácido com o grupo carboxila. Estes alunos que estudaram ácidos carboxílicos como função orgânica, passam a considerar ácido toda substância que contenha o grupo –COOH. Quarenta e sete por cento dos alunos de 3º ano e 0% dos alunos de 1º ano situam-se nesta categoria. É importante salientar que embora 47% dos alunos de 3º ano conceituem ácidos pela presença da carboxila (mas nenhum representou a dissociação da carboxila), como os exemplos abaixo, 14% destes alunos conservam suas idéias com base na teoria de Arrhenius memorizada no 1º ano.

“São compostos orgânicos que apresentam –COOH” (aluno 15-T4)

“São compostos químicos que apresentam o grupo funcional –COOH na sua cadeia carbônica” (aluno 8-T1)

Na categoria “Substâncias corrosivas” classificamos todas as respostas consideradas concepções alternativas (27% dos alunos de 1º ano e 47% dos alunos de 3º ano fazem parte desta categoria). Observamos conceitos que coincidem com os existentes na literatura, pois relacionam o termo ácido a algo corrosivo, que queima e que é prejudicial à saúde. São exemplos de concepções alternativas:

“É um composto corrosivo e também está presente em alguns alimentos” (aluno3-P1)

“Ácidos são azedos, amargos, eles corroem algumas coisas”. (aluno 11-P4)
 “É uma substância forte, corrosiva. Está presente em nosso organismo” (aluno 2-T2).

“Ácido são todos os compostos que possuem ácidos, ou seja são amargos, cítricos.” (aluno 6-T4)

De qualquer modo o quanto o corrosivo se relaciona com as partículas não fica aparente e, provavelmente, aqui novamente temos apenas um discurso baseado no conhecimento sincrético. Fica difícil acreditar que os estudantes tenham vivenciado com seus órgãos do sentido o efeito corrosivo dos ácidos, particularmente em metais ou na pele. Apesar disto, o fato destas respostas apresentarem uma incidência razoável indica que esta propriedade dos ácidos poderia ser utilizada em atividades práticas simples. Aqui, a colocação de um prego em solução de ácido muriático (ácido clorídrico), seguida de um questionamento sobre o que estaria ocorrendo, poderia ser utilizado como experiência prática para tentar introduzir aos estudantes de modo mais concreto o comportamento corrosivo dos ácidos. Poderia também, para o mesmo tipo de experiência, se fazer a comparação entre a utilização de vinagre e de uma solução de ácido acético. Poderia se deixar o prego no vinagre por muitos dias com posterior discussão do resultado entre os estudantes. Enfim, deste conceito podemos formular várias atividades simples com o objetivo de tentar motivar os estudantes de química em relação ao estudo de ácidos e bases.

Discussão e resultados - questão 2: O que você entende por base?

Em relação às respostas dos alunos ao que entendem por bases elaboramos as seguintes categorias: a) definição de Arrhenius decorada e incompleta; b) neutralização de ácidos; c) não sabem ou não responderam e d) sustentação (incluindo aqui tanto a base familiar, alimentação e sustentação mecânica; figura 2).

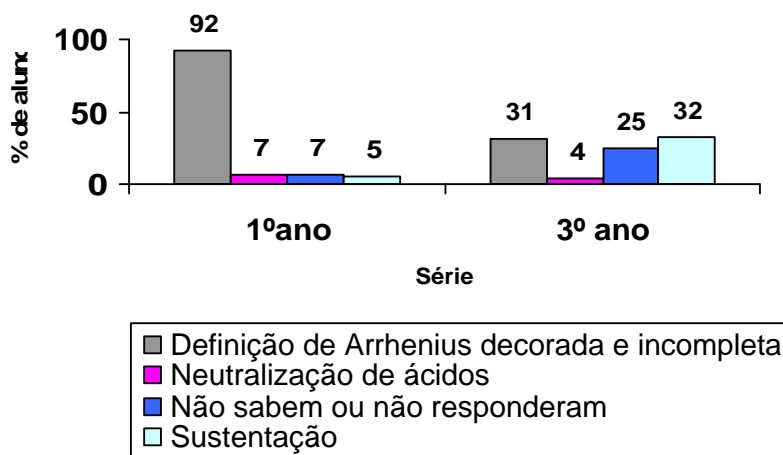


Figura 2. Explicações dos alunos sobre o que entendem por bases.

Na categoria de respostas denominada “Definição de Arrhenius decorada e incompleta”, assim como na dos ácidos, foram consideradas todas as respostas relacionadas com a Teoria de Arrhenius (83% dos alunos de 1º ano e 34% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria).

Dos 34% das respostas dos alunos de 3º ano, 23% referiram-se a bases nitrogenadas. Estas bases são estudadas em genética no 3º ano, fator este que justifica o aparecimento desse tipo de resposta. Optamos por incluir estas definições juntamente com as de Arrhenius por considerar que se retoma aqui a mesma discussão aplicada para o entendimento sobre ácidos, o uso de respostas onde a compreensão é apenas ao nível da narrativa discursiva decorada, isto é, não envolve uma abstração para o nível de partículas e muito menos para o comportamento destas substâncias. Se nos ácidos o hidrogênio foi substituído pela palavra carboxila, nas bases a hidroxila foi substituída pelas palavras bases nitrogenadas. Abaixo alguns exemplos de respostas dos alunos:

“São todos os compostos que possuem o íon OH (hidróxido) no final da substância”. (aluno 7-P3)

“Compostos com átomos (OH). Possuem um metal. São geralmente iônicas. Ex: NH₃”. (aluno 2-P4)

“Eu acho que são substâncias que também estão muito presentes em nossas vidas. Normalmente as bases apresentam OH” (aluno 25-T2)

“Entendo que bases são as bases nitrogenadas”. (aluno 18-T3)

“Eu só estudei bases nitrogenadas (biologia), em química, estudamos cetonas... só química orgânica” (aluno 1-T1).

De fato, fica difícil acreditar que os estudantes lembrem-se da estrutura complexa das bases nitrogenadas e, mais ainda, que consigam identificar nestas moléculas onde estão os grupos funcionais que lhes conferem caráter básico. Inclusive, seria interessante a realização de uma pesquisa com professores de Biologia e Química sobre este assunto. Questionar sobre o porquê das bases nitrogenadas serem consideradas bases certamente revelaria que todos ou a grande maioria dos professores de biologia e, provavelmente, uma considerável percentagem de professores de química, não saberiam identificar os grupos que possuem elétrons livres. Na categoria “Neutralização de ácidos” classificamos todas as respostas consideradas concepções alternativas. Seis por cento dos alunos de 1º ano e 4% dos alunos de 3º ano fazem parte desta categoria. Abaixo alguns exemplos de concepções alternativas nas respostas dos alunos:

“São substâncias ao contrário dos ácidos servem para “anular” os efeitos dos ácidos” (aluno 7-T2)

“Bases neutralizam os ácidos” (aluno 3-P3)

Seis por cento dos alunos de 1º ano e 27% de alunos do 3º ano não sabem ou não responderam.

Na categoria “sustentação” classificamos todas as respostas dos alunos que consideram o conceito de bases no sentido de início, suporte, estrutura constituinte ou estrutura familiar. Abaixo exemplificaremos algumas das respostas que traduzem melhor o sentido desta categoria.

“Base é a primeira parte de uma reação química”.(aluno 22-P4)

“As bases tem a função de dar origem há um composto”.(aluno 17-P4)

“Sem as bases os compostos orgânicos não podem se formar. Então não teríamos muitas coisas e o ser humano não poderia ter evoluído” (aluno 2-P3)

“ Que para gente ser uma boa pessoa, ser alguma coisa na vida precisamos de uma base, como uma família boa e etc.” (aluno 10-P4)

“Tudo deve ter uma base, nada pode ser feito sem ter um objetivo, sem saber por onde começar” (aluno 6-T1).

Fazem parte desta categoria 5% dos alunos de 1º ano e 35% dos alunos de 3º ano.

Discussão e resultados - questão 3: O que os ácidos tem a ver com sua vida?

Em relação às respostas dos alunos sobre o que ácidos têm a ver com suas vidas identificamos as seguintes categorias: importante, sem resposta e outras respostas (figura 3).

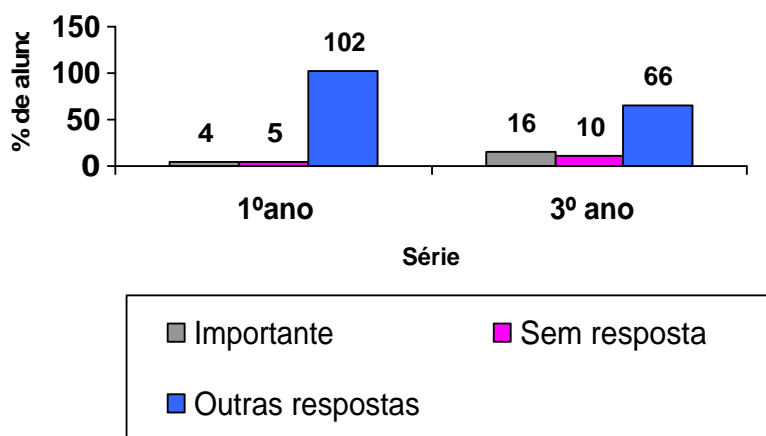


Figura 3. Explicações dos alunos sobre o que ácidos têm a ver com suas vidas.

Na categoria de respostas denominada “importante” foram consideradas todas as respostas dos alunos que consideram ácidos como “algo” importante para suas vidas, mas que não exemplificam tal importância. A falta de exemplos e ou a forma vaga como esta “importância” aparece, reforçam nosso entendimento de que os alunos “aprendem” conceitos sem significado algum para suas vidas.

Em alguns casos, identificam conceitos químicos como importantes, pois são conteúdos necessários para “passar de ano”.

“Devem ser importantes, como tudo na química” (aluno 3-T2)

“Eu estudo em química. Tem haver com a escola” (aluno 10-T7)

Quatro por cento dos alunos de 1º ano e 17% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria.

Na categoria denominada “sem resposta” estão presentes as respostas dos alunos que não entenderam, não sabem ou não responderam. Quatro por cento dos alunos de 1º ano e 11% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria.

Na categoria denominada “outras respostas” agrupamos as respostas mais citadas, conforme a tabela 1. Estas citações correspondem a 92 % das respostas dos alunos de 1º ano e 72% das respostas dos alunos de 3º ano.

	Indicações 1ºanos	Porcentagem 1ºanos	Indicações 3ºanos	Porcentagem 3ºanos	Porcentagem total
Alimentos	84	78	61	87	81
Condução de eletricidade	6	5	0	0	3
Digestão	18	17	9	13	16
Total	108	100	70	100	100

Tabela 1. Respostas encontradas na categoria “outras respostas”

Verificou-se que a maior parte dos alunos relaciona ácidos com alimentação. Fato que não causa surpresa, uma vez que grande parte dos exemplos de ácidos nos livros didáticos e que conseqüentemente influenciam as explicações dos professores na sala de aula utilizam a mesma relação.

“Os ácidos estão presentes nos nossos alimentos, sucos, substancias etc, em casos eles favorecem o organismo. Ex: limão, abacaxi”. (aluno 10-P6)

Concepções alternativas de que ácidos são azedos, amargos e que fazem mal também podem justificar respostas que utilizam alimentos como limão, abacaxi, laranja.

“Nas comidas. Há ácidos, abacaxi... Que em excesso fazem mal!” (aluno 3-T2)

Alguns alimentos presentes nas respostas são apresentados nas figuras 4 e 5.

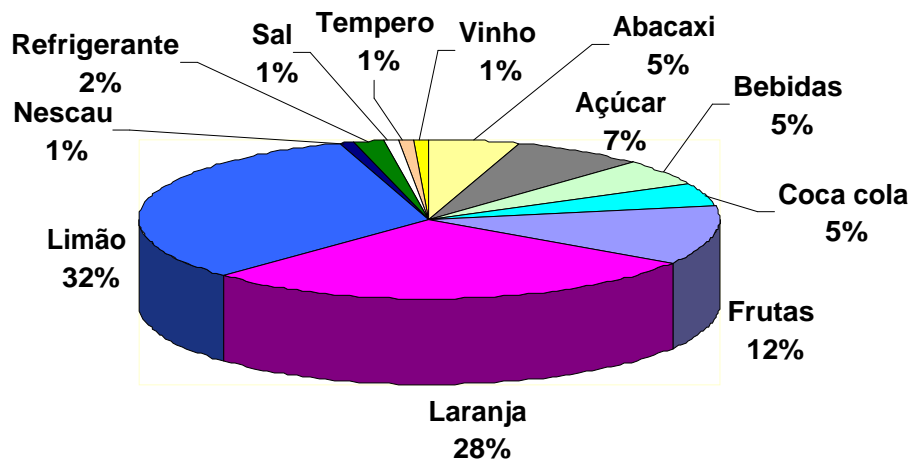


Figura 4. Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 1º ano.

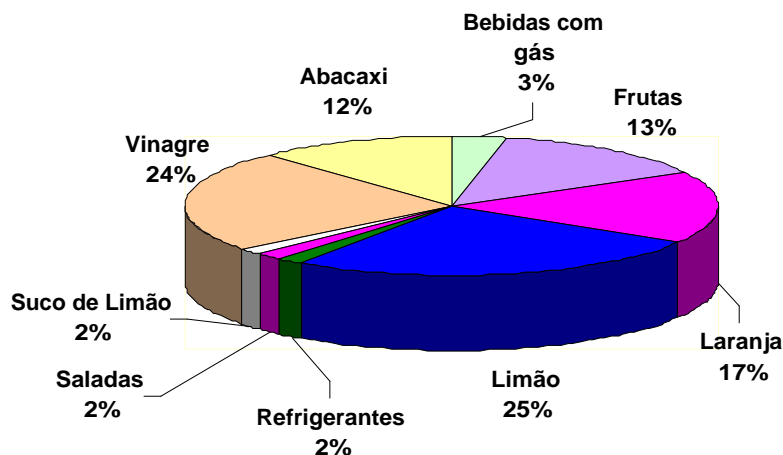


Figura 5. Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 3ºanos.

No grupo de respostas “condução de eletricidade”, seis alunos de turmas do 1ª ano relacionaram ácidos a substâncias que conduzem eletricidade, respostas com tal relação foram categorizadas como “definição de Arrhenius decorada e incompleta” o que não deixa de ser correto. Entretanto, a presença de respostas abordando corrente elétrica, íons e eletricidade está muito mais relacionada com a realização do experimento de condutividade pelos alunos, nas turmas de primeiro ano do que pela influência da definição de Arrhenius sobre ácidos e bases. Isto pode ser confirmado pela ausência desse tipo de respostas nas turmas de terceiro ano que não realizaram o experimento.

O experimento que teve como objetivo mostrar que certas soluções conduzem eletricidade e outras não acabou reforçando a memorização de conceitos equivocados e sem sentido para o aluno como os exemplificados abaixo:

“Eles têm muito a ver com minha vida, ou melhor, nossa vida muitas coisas que nós vemos ou consumimos, podem ser utilizados para termos uma corrente elétrica através de uma fruta como o limão.”(6 –P1)

“Ácidos é quando tem H no início, o ácido é encontrado no limão no vinagre e todo ácido conduz muita eletricidade”.(7- P2)

No grupo de respostas “digestão”, classificamos as respostas dos alunos que relacionaram ácidos como responsáveis pela digestão.

“Encontramos substâncias ácidas no suco gástrico do estômago por exemplo. É importante para o processo de digestão dos alimentos.” (aluno 22-T5)

Discussão e resultados - questão 4: O que as bases tem a ver com sua vida?

Em relação às respostas dos alunos sobre o que as bases têm a ver com suas vidas identificamos as seguintes categorias: a)importante; b)sem resposta e c)outras respostas (figura 6).

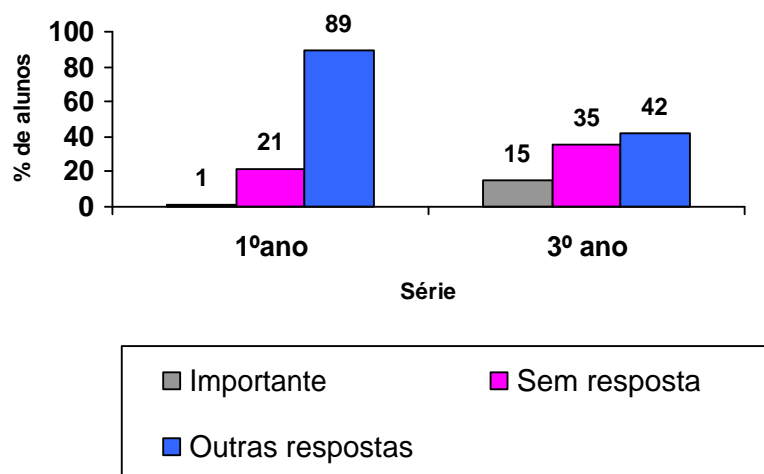


Figura 6. Explicações dos alunos sobre o que bases têm a ver com suas vidas.

Na categoria de respostas denominada “importante” utilizou-se a mesma discussão apresentada para ácidos. Um por cento dos alunos de 1º ano e 16% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria.

Na categoria denominada “sem resposta” estão presentes as respostas dos alunos que não entenderam, não sabem ou não responderam. Dezenove por cento dos alunos de 1º ano e 38% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria. Uma maior porcentagem para os alunos de 3º ano pode estar associada a nossa concepção de que os conteúdos são facilmente esquecidos pelos alunos ao longo das séries. Fica mais fácil para os alunos de 1º ano responder uma vez que o assunto ácidos e bases estava sendo trabalhado nesta série. Outro aspecto a ser discutido aqui é a confusão que os estudantes fazem com o uso “mais concreto” da palavra base, isto é, definições como sustentação ou suporte ou como cosmético. Isto mostra que, mesmo numa situação que podemos chamar de artificial (dentro da sala de aula e onde conceitos relacionados ao conteúdo em questão são tratados) os estudantes não conseguem conectar a palavra base com ácidos de forma clara.

Na categoria denominada “outras respostas” agrupamos as respostas mais citadas em grupos conforme a tabela 2. Estas citações correspondem a 80 % das respostas dos alunos de 1º ano e 46% das respostas dos alunos de 3º ano.

	Indicações 1ºano	Porcentagem 1ºano	Indicações 3ºano	Porcentagem 3ºano	Porcentagem total
Alimentos	48	44	9	19	36
Condução de eletricidade	3	3	0	0	2
Sinônimo de sustentação, origem.	4	4	21	45	16
Neutralizam ácidos	4	4	0	0	2
Substâncias Citadas como básicas	51	45	17	36	44
Total	110	100	47	100	100

Tabela 2. Respostas encontradas na categoria "outras respostas".

Assim como foi observado em ácidos, infere-se também aqui um número significativo de respostas dos alunos citando alimentos como bases. Deve-se ressaltar que existem evidências sugerindo que os estudantes citaram bases como alimentos no sentido de dar sustentação, isto é, o alimento que dá a base para vivermos. Um aspecto que chama a atenção é a alta incidência de sal como alimento básico. A explicação poderia ser de que "precisamos de comida de sal" para termos sustento ou base, ou ainda, pode indicar uma concepção alternativa onde o que não é ácido é obrigatoriamente uma base e vice-versa. Os alimentos citados pelos alunos como exemplos básicos estão representados conforme figura 7.

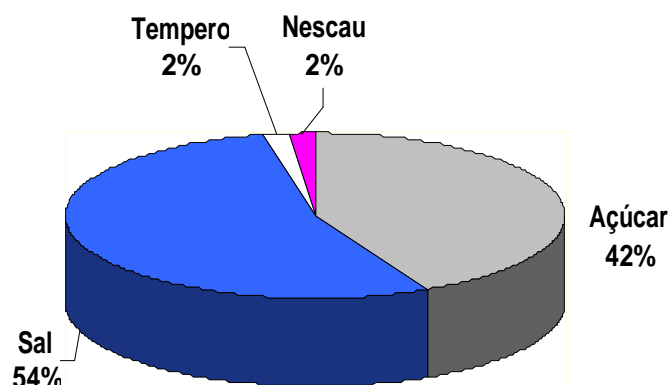


Figura 7. Alimentos básicos citados nas respostas dos alunos de 1º ano.

As substâncias citadas pelos alunos como exemplos básicos estão representados nas figuras 8 e 9.

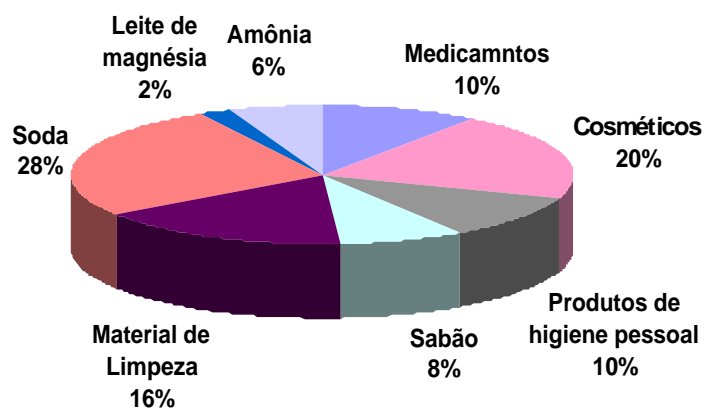


Figura 8. Substâncias citadas como básicas nas respostas dos alunos de 1ºanos.

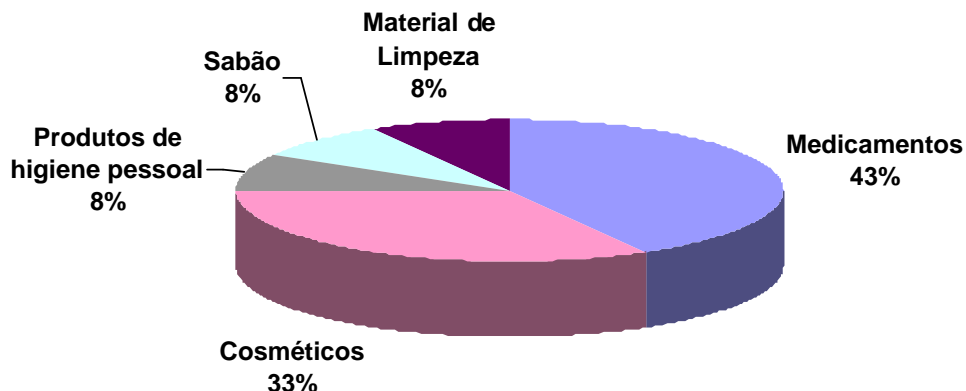


Figura 9. Substâncias citadas como básicas nas respostas dos alunos de 3ºanos.

Em relação às questões 3 e 4, embora do ponto de vista do “saber sábio” existam definições “corretas” de algumas bases ou substâncias básicas (hidróxido de magnésio, soda, sabão, pasta de dente, etc) assim como de ácidos ou substâncias ácidas, ficamos com a sensação de que estas respostas não são relacionadas com a estrutura química das substâncias citadas. Assim, elas são uma mera repetição não assimilada e menos ainda incorporada a estrutura cognitiva dos estudantes do ponto de vista do “saber sábio”.

Conclusão

A análise das Concepções Alternativas dos alunos neste estudo permite sublinhar uma série de considerações a respeito. Primeiramente, denota-se uma falta de coerência interna na abordagem do ensino de Química, o que resulta em dificuldades para o entendimento do conteúdo programático como um todo. Na maioria das vezes, ao se dar ênfase às teorias de ácido – base, os professores apresentam situações empíricas, tais como ácidos regem com metais produzindo hidrogênio, ora se manifestam constitucionalmente como ácidos são substâncias que apresentam H^+ e bases OH^- . Procedimentos esses que reforçam a idéia clássica de Lavoisier que o oxigênio é uma espécie geradora de ácidos.

Assim sendo, devido a maneira como o assunto é abordado, o aluno deixa de ser o agente da construção de seu conhecimento e passa a ser apenas o depositário da transmissão verticalizada do mesmo, perpetuando um paradigma pedagógico que não leva em consideração as concepções prévias. Este modelo pedagógico é herança da corrente positivista cuja visão absolutista da verdade preocupava-se apenas em transmitir conhecimentos para as “mentes vazias” dos alunos (Duarte, 1987). Sabe-se que a aprendizagem mecânica, arquitetada apenas na transmissão de conteúdos, não gera interações estáveis com a estrutura cognitiva; ao passo que a aprendizagem que relaciona o novo saber com a matriz cognitiva pré-existente gera uma Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1980). Caso contrário, a Química se apresenta como uma disciplina

enfadonha, complexa, de difícil assimilação e voltada para um aprendizado descontextualizado da própria vida.

Não obstante, depreendeu-se deste estudo aspectos relevantes no Ensino de Ciências. Espera-se que as considerações aqui tecidas possam suscitar outras investigações complementares no intuito de ampliar as abordagens pedagógicas e incluir nos projetos político-pedagógicos a questão das Concepções Alternativas enquanto uma condição *si ne qua non* nos processos da aprendizagem e do aprende a aprender.

Agradecimentos

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

Referências bibliográficas

Andersson, B. (1986) The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, v. 8, p.155-171.

Ausubel, D. P. (1968) *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York. Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1978) *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston.

Bastos, F.(1991) *O conceito de célula viva entre os estudantes de segundo grau*.Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

Bardin, L.(1977) *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Campos, R. C. & Silva, R. C. (1999) Funções da Química Inorgânica... funcionam? *Química Nova na Escola*, n. 9, p.18-22.

Carr, M.(1984) Model confusion in chemistry. *Science Education*, v. 14, n. 1, p. 97-10.

Carvalho, G. C. (2005) *Química de olho no mundo do trabalho*. Volume único. São Paulo: Scipione.

Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Leber, J., Fayol, M. (1986) Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, v. 8, n. 3, p. 305-313.

Cros, D., Fayol, M. Conceptions of second year university students of some fundamental notions. *Chemistry International Journal of Science Education*, v. 10, n. 3, p. 331-336, 1988.

Driver, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, f. 1, p. 3-15.

Driver, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, p. 109-120.

Duarte, M. C. (1987). *Idéias Alternativas e Aprendizagens de Conceitos – Um estudo sobre propriedades do ar em alunos do Ensino Preparatório*. Tese de Mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.

Feltre, R. (2005) *Fundamentos da Química*. 4. ed. Volume Único. São Paulo: Moderna.

Freitas, M.; Duarte, M. C. (1990) Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos. *Revista Internacional*, v. 3, n. 11/12, p.125-137.

Gil Pérez, D. (1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 1.

Hand, B. M.(1989) Students' understanding of acids and bases: A two year study *Science Education*, v. 19, n. 1, p. 133-144.

Wawkes, S. J. (1992) Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 7, p. 542-543.

Linke, R. D.; Venz, M. I. (1979) Misconceptions in physical science among non-science background students. *Science Education*, v. 9, p. 103-109.

Lüdke, M.; André, M. E. D. A. (1986) *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. SP: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda.

Mortimer, E. F. (2000) *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG.

Nakleh, M. Why (1992) Some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, v 69, n.3, p.191-196.

Novak, J. (1977) *Theory of education*. Ithaca: Cornell University Press.

Oliveira, R. R. (2000) *Temas de anatomia e fisiologia humana no ensino fundamental: proposta de uma metodologia alternativa envolvendo a construção de modelos*. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

Pacca, J. L. A; Villani (1990) "Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos". *Revista de Ensino de Física*. V.12, p.123-138.

Pozo, J. I. (1998) A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. *Os conteúdos na reforma*. Porto Alegre: Artes médicas, p. 17-71.

Ross, B.; Munby, H. (1991) Concept mapping and misconceptions: a study of highschool students' understandings of acids and bases *International Journal of Science Education*, v. 13, n.1, p. 11-23.

Santos, M. E. V. M. (1998) *Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado*. Lisboa: Livros Horizonte.

Simpson, M.; Arnold, B. (1982) The inappropriate use of sub-sumer in biology learning. *European Journal of Science Education*, v. 4, n. 2, p. 173-178.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos através da pesquisa com os estudantes de ensino fundamental ao superior corroboram com as pesquisas de Vienot (1979) no sentido de que muitas concepções de alunos de ensino fundamental se encontram presentes mesmo entre alunos do último semestre do curso de Química. Uma análise geral dos dados obtidos em nossa pesquisa permite-nos dizer que grande parte dos estudantes não apresenta uma progressão conceitual das teorias ácido base, muitos permanecem com a concepção advinda da teoria de Arrhenius, fato que causa sérias limitações no entendimento das demais teorias, com conceitos mais complexos e generalizadores. Portanto, podemos sugerir que nos ensinamentos fundamental e médio deveria haver uma simplificação dos conteúdos de química, no sentido de oferecer ao aluno algo mais concreto e baseado em experimentação simples. Na atividade sobre indicadores ácido base que realizamos com alunos de ensino fundamental, tentamos resgatar as habilidades relacionadas à observação e análise de resultados simples, mas percebemos que há uma necessidade de que as escolas propiciem ao aluno uma maior aproximação da ciência, com o que se ensina em sala de aula pois atualmente o aluno percebe as atividades não teóricas como um momento para recreação. Podemos afirmar claramente que o ensino das teorias de Lewis e Bronsted-Lowry geram uma grande confusão quando ensinadas precocemente, portanto, deveriam ficar restritas ao ensino superior. Dessa forma a teoria de Arrhenius, que é considerada mais simples, deveria possibilitar que os estudantes aprendessem de forma concreta que ácidos fazem alguns indicadores mudar a cor para um padrão definido e que as bases fazem os mesmos indicadores mudar para outra cor. Isto é, tentar ligar a teoria de Arrhenius com o *comportamento* ácido e básico. Para finalizar, acreditamos que o ensino de ácidos e bases baseando-se no comportamento destas substâncias frente a determinadas situações seja a forma mais adequada de se trabalhar o assunto, evitando, talvez, que a simples memorização de que ácidos contém H e bases OH continue a se repetir, o que acaba se transformando em um conhecimento ritual e um tormento para os estudantes.

6. PERSPECTIVAS

Durante esta pesquisa fizemos amplo uso dos livros didáticos de Ciências e Química, alguns fatos relevantes foram citados durante esta dissertação, porém pretendemos ampliar estas pesquisas no sentido de analisar como o conteúdo ácidos e bases é abordado nos três níveis de ensino (fundamental, médio e superior) e de que forma o estudante é influenciado por esta ferramenta de ensino.

7. REFERÊNCIAS

ANDERSSON, B. **The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science.** *European Journal of Science Education*, v. 8, p.155-171, 1986.

BARDIN, L.(1977) **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70.

CACHAPUZ, Antonio F. **Formação de Professores Ciências - Perspectivas de Ensino.** Porto: Porto Editora, 2000.

DRIVER, R. & EASLEY, J. (1978). **Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students.** *Studies in Science Education*, 12: 7-15.

DRIVER, R. **Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos.***Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, f. 1, p. 3-15, 1986.

DRIVER, R. **Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias.***Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, p. 109-120, 1988.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química.** 4. ed. Volume Único. São Paulo: Moderna, 2005

FREITAS, M.; DUARTE, M. C. **Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos.** *Revista Internacional*, v. 3, n. 11/12, p.125-137,1990.

GIL PÉREZ, D. **La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas.** *Enseñanza de las Ciencias*, v.4, p.111-121, 1986.

HAND, B.M. **Students' understanding of acids and bases: A two year study** *Science Education*, v. 19, n. 1, p. 133-144, 1989.

LINKE, R. D.; VENZ, M. I. **Misconceptions in physical science among non-science background students.** *Science Education*, v. 9, p. 103 109, 1979.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas .** SP : Ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 1986.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. **Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências.** Ensaio, v. 6, n. 2, p. 145-166, 2005.

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

PACCA, J.L.A; VILLANI, “**A. Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos**”. *Revista de Ensino de Física*. v.12, 1990, p.123-138.

Peruzzo, Francisco Miragaia (Tito); Canto, Eduardo Leito Do. (2002) **Química: na abordagem do cotidiano, volume único**. 2ª Edição São Paulo: Moderna

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERZOG, W. A. (1982) **Accommodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change**. *Science Education*, 66(2), 211-227.

POZO, J. I. **A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos**. In: COLL, C. et al. *Os conteúdos na reforma*. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

ROSS, B. ; MUNBY, H. **Concept mapping and misconceptions: a study of highschool students' understandings of acids and bases** *International Journal of Science Education*, v. 13, n.1, p. 11-23, 1991

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado**. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

Toulmin, S.(1972) **Human understanding**. Princeton: Princeton University Press.

VIENNOT, L. (1979). **Spontaneous Reasoning in elementary dynamics**. *European Journal of Science Education* 1(2): 205-221.

VIENNOT, L. **Spontaneous reasoning in elementary dynamics**. *European Journal of Science Education*, v. 1, n. 2, p. 205-222, 1979.

WATTS, D.; ZYLBERSZTAJN, A. **A survey of some children's ideas about force**. *Physics Education*, v. 16, n. 6, p. 360-365, 1981.

WAWKES,S.J. **Arrhenius confuses students** . *Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 7, p. 542-543, 1992.

8. ANEXOS