



**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

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

Aline Machado de Oliveira

PPGQVS

Porto Alegre, RS, Brasil

2008

**CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DO  
ENSINO MÉDIO SOBRE ÁCIDOS E BASES: UM ESTUDO DE  
CASO**

**por**

**Aline Machado de Oliveira**

**Orientador: João Batista Teixeira da Rocha**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde – Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

**MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

PPGQVS

Porto Alegre, RS, Brasil

2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS : QUÍMICA  
DA VIDA E SAÚDE**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado  
**CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE  
ÁCIDOS E BASES: UM ESTUDO DE CASO**

**Elaborada por Aline Machado de Oliveira como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências.**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Diogo O.G. Souza (Relator - UFRGS)

---

Prof. Dr. Guilherme Carlos Correa (UFSM)

---

Prof. Dr. Vanderlei Folmer (UNIPAMPA)

**Porto Alegre, Abril de 2008.**

## SUMÁRIO

Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tabelas.....	iii
<b>1 RESUMO .....</b>	<b>v</b>
<b>2 ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
4.1 Histórico das teorias ácido-base .....	2
4.2 a análise dos livros didáticos.....	4
4.3 Concepções alternativas .....	7
4.4 Concepções Alternativas sobre ácidos e bases.....	9
<b>5 A PROCURA DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.....</b>	<b>13</b>
5.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE .....	14
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>15</b>
6.1 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 1 .....	41
6.2 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 2 .....	44
6.3 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 3 .....	46
6.4 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 4 .....	50
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**Figura 1** – Explicações dos alunos sobre o que entendem por ácidos.....41

**Figura 2** - Explicações dos alunos sobre o que entendem por bases .....44

**Figura 3** – Explicações dos alunos sobre o que ácidos tem a ver com suas vidas ..48

**Figura 4** – Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 1ºanos.....46

**Figure 5** - Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 3ºanos .....49

**Figure 6** - Explicações dos alunos sobre o que bases tem a ver com suas vidas ....51

**ÍNDICE DE TABELAS**

**Tabela 1.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P1 (25 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases .....15

**Tabela 2.** Alimentos e medicamentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma P1.....16

**Tabela 3.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P2 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e base.....17

**Tabela 4.** Alimentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma P2.....18

**Tabela 5.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P3 (24 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....19

**Tabela 6.** Alimentos e medicamentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma P3.....21

**Tabela 7.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P4 (11 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....22

**Tabela 8.** Tipo de sabor e alimentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma

P4.....	24
<b>Tabela 9.</b> Respostas dos alunos de 1ºano turma P5 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	25
<b>Tabela 10.</b> Substância presente na digestão e alimentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma P5.....	27
<b>Tabela 11.</b> Respostas dos alunos de 1ºano turma P6 (15 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	28
<b>Tabela 12.</b> Alimentos citados na respostas dos alunos de 1ºano turma P6.....	29
<b>Tabela 13.</b> Respostas dos alunos de 3ºano turma T1 (24 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	30
<b>Tabela 14.</b> Alimentos citados nas respostas dos alunos de 3ºano turma T1.....	32
<b>Tabela 15.</b> Respostas dos alunos de 1ºano turma T2 (27 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	33
<b>Tabela 16.</b> Substâncias, alimentos e sabores citados na respostas dos alunos de 3ºano turma T2.....	35
<b>Tabela 17.</b> Respostas dos alunos de 3ºano turma T3 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	36
<b>Tabela 18.</b> Substâncias e alimentos citados na respostas dos alunos de 3ºano turma T3.....	37
<b>Tabela 19.</b> Respostas dos alunos de 3ºano turma T4 (23 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases.....	38
<b>Tabela 20.</b> Alimentos citados na respostas dos alunos de 3ºano turma T4.....	41
<b>Tabela 21.</b> Respostas encontradas na categoria “outras respostas” .....	47
<b>Tabela 22.</b> Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 1ºanos.....	48
<b>Tabela 23.</b> Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 3ºanos.....	49
<b>Tabela 25.</b> Alimentos básicos citados nas respostas dos alunos .....	53

# 1 RESUMO

Esta pesquisa procura identificar as concepções alternativas dos alunos sobre ácidos e bases. A pesquisa foi realizada envolvendo 203 alunos do Ensino Médio, dos quais 111 alunos da 1ª série e 92 alunos da 3ª série. O instrumento utilizado para a obtenção de dados foi essencialmente constituído por questões abertas onde os alunos descreveram seus conceitos sobre ácidos e base. Os resultados desse estudo mostraram um índice significativo de respostas que relacionavam o termo ácido a algo corrosivo, que queima e que é prejudicial à saúde. Além disso, em geral, quando abordavam a questão pela via da definição, se referiam apenas ao modelo de Arrhenius. O estudo mostra ainda, que os estudantes do ensino médio apresentam apenas um aprendizado superficial sobre o que são ácidos e bases o que relata uma triste realidade do ensino de ciências no país. Ensinam-se coisas complexas demais para os estudantes que, deste modo, não conseguem se apropriar dos saberes em questão. São sugeridas algumas alternativas de aulas que poderiam tornar os conceitos de ácidos e bases mais concretos para os estudantes. Entretanto, as mudanças propostas serviriam para melhorar o ensino de ciências, mas principalmente para as classes alta e média não atingindo a maioria da população. Conclui-se que o ensino tem função de exclusão social e não visa formar um cidadão crítico.

*Palavras Chave:* Ácidos, Bases, Concepções Alternativas, Ensino de Ciências

## 2 ABSTRACT

This research aims to identify the students' alternative conceptions of acids and bases. The study was done with 203 high school students, of which 111 were on the first year and 92 were on the third year of high school. Open questions were used to acquire the information needed, for these, the students wrote their concepts on acid and base. The results of the study show a significant index of answers that related to the term acid, as something corrosive that burns and hazardous to our health. Furthermore, in general, when they dealt with the questions by way of definition, the students referred only to the Arrhenius model. In addition, the study shows that high school students show a very superficial knowledge about what are acids and bases. And that is a sad reality of the science education in our country. Schools teach complex information not allowing students to learn the important features of the subject. Through out the study, alternative class plans are suggested in order to turn the concepts of acid and base more approachable to the students. Although this suggested changes would only improve the learning process in the higher classes of society, not reaching the majority of the poorer population. In conclusion, education has the bases for exclusion not aiming to form critic citizens.

*Keywords:* Acids, Bases, alternative conceptions, science education



### 3 INTRODUÇÃO

O conhecimento das concepções alternativas dos alunos é fato de grande importância para o planejamento das atividades pedagógicas, uma vez que as idéias dos estudantes sobre vários conceitos fundamentais de química, incluindo o de ácidos e bases, muitas vezes não coincidem com o contexto cientificamente aceito (BASTOS, 1991). O objetivo principal deste trabalho incluiu a aplicação de um questionário com questões abertas, onde os alunos descreveram seus conceitos sobre ácidos e bases, com o intuito de identificar fatores que possam contribuir na proposição de novas estratégias pedagógicas para ensino e aprendizagem destes assuntos. A identificação de possíveis barreiras conceituais, por meio de um relato de caso, também é objetivo deste trabalho.

As pesquisas em educação têm se preocupado com a análise das concepções alternativas dos alunos, uma vez que a aprendizagem escolar, ou na maioria dos casos, a ausência de apropriação de um dado conhecimento por parte dos estudantes pode ser influenciada pelo o que eles já sabem:

*“... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”*  
(AUSUBEL, 1968, 78, 80).

E principalmente, pelo fato das concepções alternativas não coincidirem com o cientificamente aceito (SIMPSON; ARNOLD, 1982). Todavia, embora seja importante se ter noções sobre a concepção dos estudantes, na prática, esta nunca ou raramente é considerada.

Diante deste ponto de vista, decidiu-se, por meio de um relato de caso, tentar diagnosticar as concepções alternativas sobre ácidos e bases dos estudantes de 1º e 3º série de uma escola pública do interior do estado do Rio Grande do Sul, visando detectar possíveis dificuldades que os alunos apresentam sobre estes tópicos.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 HISTÓRICO DAS TEORIAS ÁCIDO-BASE

A história do desenvolvimento científico dos ácidos e bases foi descrito e explicado como se segue (OVERSBY 2000):

#### 1- Modelos Antigos

Os alquimistas definiam ácidos e bases pelo respectivo gosto. Em 1663, Robert Boyle explicou ácidos como substâncias com capacidade de dar cor vermelha a planta *Heliotropium tricoccum*, chamada em inglês de “litmus” e em francês “tournesol”. Ácidos também foram conhecidos por reagir com não-metais preciosos e carbonatos. Os opostos de ácidos foram Alcalis, reconhecidos por seus efeitos como sabão e por sua capacidade de neutralizar ácidos. Eles também foram capazes de dar cor azul para “litmus”. Reações entre ácidos e bases resultaram em sais que não possuíam as características dos reagentes. Este modelo antigo ainda está em uso e como um modelo ele tem algum poder prognóstico, por exemplo, de acordo com este modelo, fenol é um ácido, que reage com a base de hidróxido de sódio para formar um sal. Entre as limitações deste modelo conclui-se que:

- ácidos devem estar solvatados em água para validar as descrições,
- não explica as características de certos ácidos,
- não indica a limitação em função da força (fenol não reage com carbonato de sódio)

#### 2- Modelo de Lavoisier

A. Lavoisier, em 1789, afirmava que "*o oxigênio é o princípio acidificante*". Em outras palavras, dizia que todo ácido deveria ter oxigênio. Entretanto, já nesta época, C. Berthollet (1787), e depois H. Davy (1810), descreveram vários ácidos que não apresentavam o oxigênio: HCN, H<sub>2</sub>S, HCl etc.

#### 3- Modelo de Arrhenius

Em 1887, Arrhenius introduziu a teoria de dissociação eletrolítica, com a qual foi ganhador do Prêmio Nobel em 1903 (Arrhenius, 1903). Ele relacionou as propriedades ácidas com o íon hidrogênio (H<sup>+</sup>); quanto maior a concentração de íons H<sup>+</sup>, mais ácida a solução. Ácidos foram definidos como substâncias que poderiam produzir íons H<sup>+</sup> em solução aquosa. Bases foram definidas analogamente como substâncias que poderiam produzir íons hidróxido (OH<sup>-</sup>) em solução aquosa. Em uma reação de neutralização entre um ácido e uma base, íons hidrogênio do ácido

reagem com íons hidróxido da base formando água. Arrhenius escreveu a equação da seguinte forma (1903):



A equação pode ser simplificada:

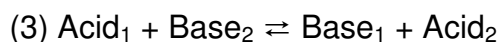


O modelo de Arrhenius remete por um lado para substâncias (nível fenomenológico), equação (1), e por outro lado a partículas (nível de partículas), equação (2).

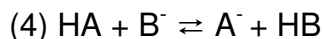
Este modelo descreve ácidos fortes e fracos em termos de sua constante de dissociação. O modelo também explica a mudança de condutividade quando ácidos são diluídos. A escala de pH foi introduzida. As limitações são que ácidos e bases ainda são considerados como substâncias e o modelo é limitado a água como solvente.

#### 4- Modelo de Brønsted-Lowry

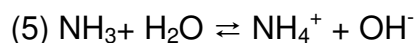
Em 1923, Brønsted (e por volta do mesmo tempo, Lowry) sugeriu uma definição de ácido-base mais geral. De acordo com Brønsted, ácidos e bases são partículas, ou seja, moléculas ou íons. Ácidos foram definidos como partículas que doam prótons enquanto bases foram definidas como partículas que aceitam prótons. Quando um ácido doa um próton ele torna-se uma base. Um ácido e uma base conectados desta maneira formam o denominado par conjugado ácido-base. Se, por exemplo, o ácido HA doa um próton, resta a base A<sup>-</sup>. Se a base B<sup>-</sup> aceita um próton, o ácido HB é formado. A transferência de um próton de acordo com Brønsted pode ser escrita em termos geral como:



Ou como uma equação iônica:



Uma vez que uma substância deva conter um próton para ser qualificada como um ácido de Brønsted, todos os ácidos de Arrhenius são também ácidos de Brønsted. Isto não se aplica as bases de Arrhenius. Amônia, por exemplo, não contém hidróxido e, portanto, não pode ser rotulada como uma base de Arrhenius. A equação (5) mostra, porém, que moléculas de NH<sub>3</sub> aceitam prótons.



$\text{NH}_3$  é, portanto, uma base de Brønsted. A equação (5) mostra que a formação de água ou de sal não é necessariamente um pré-requisito para uma reação ácido-base de Brønsted.

Além disso, o modelo Brønsted não se limita a água como solvente. A neutralização em água é escrita como:



Neutralização em amônia líquida seria:



#### 5- Modelo de Lewis

A transferência do próton no modelo de Brønsted pode ser vista como um caso especial da definição de Lewis onde ácido é definido como toda espécie química capaz de receber um par eletrônico e base toda espécie química capaz de doar um par eletrônico. O foco está no conjunto de ligações do que na transferência de partículas o que dá ao conceito ácido-base uma nova dimensão, uma vez que este modelo agora explica mais reações. A limitação é, porém, que o conceito ácido-base perde seu significado pois quase todas as reações podem ser vistas como reações ácido-base. Hoje este modelo é essencialmente utilizado na química orgânica (descrevendo, explicando e predizendo as propriedades básicas das aminas).

#### 6-Modelo de Usanovich

Em 1939 M. Usanovich apresentou uma teoria muito geral através da qual pretendia generalizar todas as teorias existentes. Definia ácido como a espécie que reage com base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons, e base como a espécie que reage com ácidos para formar sais doando ânions ou elétrons, ou combinando com cátions. Apesar de constar por algum tempo em vários textos, e ser eventualmente mencionada, praticamente não gerou nenhuma linha de pesquisa.

## 4.2 A ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Discutir o entendimento dos estudantes acerca de ácidos e bases implica necessariamente em analisar os livros didáticos. Tal análise certamente conduzirá à observação de que os conteúdos abordados nestes, se encontram desvinculados da

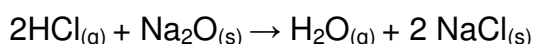
realidade dos alunos, em desacordo por vezes, com o seu desenvolvimento cognitivo, compartimentalizados em capítulos estanques que reforçam a aprendizagem memorística e apresentam vários obstáculos à aprendizagem.

Conforme análise de Nardim o livro didático do autor Feltre (1999, p. 191) e de outros como Geraldo Camargo de Carvalho (1995, p. 175), constatou-se que definem função química como um conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes. É preciso considerar, conforme Campos e Silva (1999, p. 19) que “a rigor ácidos e bases concebidos como conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes não existem. O que há é um modo de se comportar quimicamente: comportamento ácido e comportamento básico. Assim, diante do sódio metálico, a amônia comporta-se como ácido, formando íon amideto. Porém diante da água, a amônia comporta-se como base, formando íon amônio. Apenas aquelas espécies que apresentam comportamentos ácido ou base em grau muito acentuado se aproximam do conceito estabelecido para função”.

De acordo com a análise que Campos e Silva (1999, p. 20) faz, uma das regras mais famosas nos textos que tratam das funções da química inorgânica, é a reação: Ácido + base → sal + água. Ele coloca que é preciso considerar dois casos: se a reação ocorre em meio aquoso ou anidro e que os autores não levam em conta essa distinção vital. Constatou-se essa afirmação de Campos e Silva no livro didático do autor Feltre (1999, p. 221, 275).

Campos e Silva em seu texto, argumenta (1999, p. 20):

- Inicialmente considerando o meio anidro. Reagindo cloreto de hidrogênio com óxido de sódio. O íon óxido aceita o próton, formando a água, conforme a regra:



- Agora considerando o meio aquoso. Ora, nesse meio o ácido já reagiu com o solvente e originou íons hidroxônio, e a base da outra solução também não existe mais, tendo sido substituída por quantidades equivalentes de íons hidroxila, de tal modo que, ao serem misturadas as duas soluções, a reação que se passa é entre o ácido e a base conjugada do solvente, nada mais é produto da reação. Diante disso é inquestionável não considerar que a regra deve estar inadequada. Ela só funciona para ácidos protonados reagindo com óxidos ou hidróxidos iônicos em meio anidro. Em meio aquoso ela não funciona. Porém isso não é esclarecido ao aluno. O que os autores deveriam esclarecer é que se forma uma solução aquosa de cloreto de sódio, isto é, íons cloreto e íons sódio que não reagiram. A evaporação do solvente é que produz o aparecimento do sólido iônico branco de cloreto de sódio.

De acordo com Campos e Silva (1999, p. 21) há afirmações nos livros didáticos sem nenhuma conexão com os fatos do cotidiano do aluno. O sal tipo  $\text{NaHSO}_4$  ou  $\text{NaHCO}_3$  são chamados de sais ácidos, quando se usa o bicarbonato de sódio para combater a acidez estomacal. O Feltre chama de sal neutro o carbonato de cálcio, e sabe-se que o calcário combate a acidez dos solos. Constatou-se esta estratégia de classificação de sais no livro didático do autor Feltre (1999, p. 276 ). Essa classificação é inadequada, pois pode levar o aluno a erros de interpretação.

O grande erro de muitos livros didáticos, conforme Lopes em sua análise comenta (1995) e confirma-se ao analisar o livro didático de Feltre (1999, p. 124) é, o de expressar as reações de neutralização de ácido por base, considerar como reação de dupla troca, em solução aquosa, quando deveria ser considerada como síntese da água a partir de  $\text{H}^+$  e  $(\text{OH})^-$ . Isso porque a solução aquosa de  $\text{NaOH}$  é uma solução contendo íons  $\text{Na}^+$  e  $(\text{OH})^-$  dissociados e a solução aquosa de  $\text{HCl}$  é uma solução contendo íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Assim sendo a reação se dá apenas entre  $\text{H}^+$  e  $(\text{OH})^-$ . Os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  permanecem dissociados. Isto é, não há trocas quando se trata de íons dissociados em solução aquosa.

Estas limitações de abordagem do conhecimento químico ao nível conceitual também se configuram como obstáculos Epistemológicos a construção de tal conhecimento. Por exemplo, o autor Feltre relata que a reação entre  $\text{HCl}$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , de acordo com as teorias de Brønsted-Lowry, é descrita como transferência de  $\text{H}^+$  do ácido para a água como “entrega” de  $\text{H}^+$ . Na reação inversa o  $\text{H}_3\text{O}^+$  “devolve” o  $\text{H}^+$  ao  $\text{Cl}^-$  (Feltre, 2005, p. 626).

Tem-se como exemplo de obstáculo substancialista, o erro comum na aprendizagem inicial da química: “Se a presença do próton ( $\text{H}^+$ ) garante acidez, então quanto mais hidrogênio houver na substância, maior será a acidez” (Lopes, 1992, p. 9). Com essa análise pode-se dizer que o  $\text{H}_3\text{PO}_4$  aquoso é mais ácido que o  $\text{HCl}$ , o que não é verdadeiro. Outro exemplo relaciona as propriedades ácidas e básicas como intrínsecas ao  $\text{H}^+$  e ao  $(\text{OH})^-$  encerradas na molécula (teoria de Arrhenius), enquanto que pelas teorias de Brønsted-Lowry e Lewis, fazem perder este restrito conceito de ácidos e bases de Arrhenius, os livros didáticos mantêm até hoje o mesmo tratamento para o tema.

Estes problemas apontados na apresentação do conhecimento químico nos livros didáticos, embora sejam pertinentes do ponto de vista conceitual, não levam em consideração a complexidade do assunto para os estudantes. Adota-se uma postura de crítica conteudista e se mantém a mentalidade do “saber sábio” no ensino

médio (GIORDAN, 1996). Este “saber superior” seria aquele da academia (universidades ou ensino superior), moderno e capaz de ser dominado apenas por especialistas. Assim, criam-se vários problemas que são de difícil solução, pois como pode um estudante do ensino médio dominar ou se apropriar de todos os “saberes sábios” da química, biologia, física, língua portuguesa, história, matemática, geografia, etc.?

Podemos acreditar que um professor do ensino médio seja capaz de se apropriar e ter um conhecimento tão profundo de assuntos tão vastos? De fato, nas universidades, o ensino da química é fragmentado e ministrado por professores que são especialistas em apenas uma parte da química (geralmente orgânica, inorgânica, analítica, físico-química) e nos centros onde a pesquisa é intensa, se tem ainda subdivisões adicionais, por exemplo, dentro da orgânica um professor pode ministrar apenas “mecanismos de reações orgânicas”. Assim, como um professor do ensino poderá dominar ou se apropriar de toda a química? Isto é impossível, mas é o que se exige dos estudantes do ensino médio (começando já na antiga oitava série).

### **4.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS**

Os dois grandes teóricos Piaget e Ausubel, segundo Santos (1998), são considerados precursores do Movimento das Concepções Alternativas (MCA). Embora precursores, possuem alguns pontos comuns e outros divergentes. Ambos defendem que é o sujeito, com suas ações, que irá determinar a organização e estruturação de seu conhecimento. O sujeito é parte ativa do processo de desenvolvimento da estrutura que determinará a organização e estruturação de seu conhecimento e é parte ativa do processo de desenvolvimento da estrutura cognitiva. Ele é parte atuante e essencial no processo de construção do conhecimento. Portanto, deve-se 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 transmissão de conhecimentos que se apresentam desvinculados da realidade.

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

são 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.

Para caracterizar as concepções que os alunos constroem, e transformá-las em preceitos científicos em sala de aula, são utilizadas diferentes conotações na visão de vários autores, como: idéias intuitivas (DRIVER, 1986), pré-concepções (GIL PÉREZ, 1986; FREITAS; DUARTE, 1990), idéias 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). Neste trabalho adotaremos o termo concepções alternativas descrito por Santos (1998), pois assim como a autora, este termo indica a forma como os teóricos e investigadores do Movimento das Concepções Alternativas apontam Piaget e Ausubel como precursores desta linha de investigação.

Estes termos acima citados refletem posições epistemológicas diferentes, mas com algo em comum: cada aluno leva para a sala de aula estrutura cognitiva própria, elaborada a partir de suas experiências diárias que servem para explicar e prever o que ocorre a sua volta. Portanto, consideramos o termo “concepções alternativas” o mais adequado a ser utilizado dentre os trabalhos dos autores consultados nesta pesquisa.

Mortimer (2000) acredita que o ensino efetivo em sala de aula depende também de um elemento facilitador representado pelo professor. Neste caso o professor propicia aos alunos situações sobre o conteúdo que possam utilizar suas concepções alternativas.

Embora a investigação por parte dos estudiosos e dos professores sobre concepções alternativas representem uma avanço ao que se refere a ensino tradicional, na essência o que se observa é que estas investigações dentro da sala de aula são usadas apenas para “sondar os erros” dos estudantes em relação ao “saber sábio” para posteriormente “forçá-los a apropriarem-se deste saber universitário. Como comentando anteriormente, acreditamos ser impossível um



adolescente conseguir apropriar-se de todo um saber universitário complexo. Deste modo, embora seja importante a realização de um levantamento dos saberes alternativos dos estudantes sobre um dado tema por permitir a possível identificação de obstáculos comum a todos, na prática ele é usado apenas para redirecionar os erros conceituais para o que se considera correto. Do ponto de vista do conhecimento científico isto é interessante, mas no que se refere ao desenvolvimento das habilidades cognitivas o que observa-se é uma retomada do método tradicional onde todos devem saber a mesma coisa. Devemos considerar a avaliação das concepções alternativas como uma maneira de dar liberdade ao estudante para reformular seus conceitos sem obrigação de atingir o saber sábio.

#### 4.4 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ÁCIDOS E BASES

Conforme a tradução de Barker por Azeredo, pesquisadores incluindo Hand e Treagust(1988), Nakhleh(1992), Ross e Munby(1991) e Cros et al (1986, 1988) têm estudado os conceitos dos alunos sobre a natureza dos ácidos e das bases. Hand e Treagust (1988) identificaram cinco conceitos chaves sobre ácidos e bases entre sessenta alunos com 16 anos de idade. São eles:

*“(1) Um ácido é algo que pode corroer um material, ou que pode queimar você;*

*(2) A neutralização é um rompimento de um ácido ou de algo que está se transformando a partir de um ácido;*

*(3) A diferença entre um ácido forte e um fraco é que o ácido forte consome o material mais rápido do que o ácido fraco; e*

*(4) A base é algo que compõe um ácido.”(p.55)*

Nenhuma idéia sobre partícula é usada aqui. Os alunos dão declarações descritivas, enfatizando um modelo contínuo, modelo não particulado para ácidos e bases, sendo que alguns alunos incluem idéias ativas, antropomórficas como, por exemplo, “consumir”.

Conforme concluiu Nakhleh (1992), essa visão de modelo não particulado

persiste para uma minoria dos alunos. Em seu estudo, quando perguntados como um ácido ou uma base “apareceria em uma poderosa lente de aumento” (p.192), 20% dos estudantes de química de 17 anos de idade criaram imagens consistentes com um modelo de não-partículas de um ácido. Isso implica que, apesar dos alunos saberem medir o pH e saberem das qualidades corrosivas dos ácidos e bases, alguns acham difícil de associar propriedades com partículas presentes.

No estudo longitudinal de Baker (1995), os alunos foram submetidos a uma pergunta, em duas fases, que envolvia ácido clorídrico. Na primeira fase, pediu-se aos alunos que desenharem 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 idéia 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 idéias 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 “contêm 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/metalo 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. Essas conclusões têm implicações no ensino sobre potenciais de eletrodos, bem como em um trabalho mais detalhado sobre equilíbrio de ácidos e bases.

Algumas evidências suportam a idéia de que as definições “ácido” e “base”, incluindo suas mudanças também são idéias difíceis para os alunos. Hand (1988). Nessa fase posterior, alguns alunos haviam aprendido idéias muito mais sofisticadas em um curso de química apurado, enquanto outros haviam estudado em cursos de biologia ou em cursos de ciências um pouco mais amplos. Um teste baseado nas cinco concepções espontâneas originais foi aplicado nos alunos. Os resultados indicaram que somente os alunos que estudavam química conseguiam responder corretamente perguntas básicas, enquanto aqueles alunos que estudavam biologia se saíram melhor no total. O autor concluiu que os biólogos se saíram melhor porque “eles não estavam tendo nenhum tipo de interferência de novas definições”(p.142) Carr (1984) concorda com essa idéia dizendo que as dificuldades dos alunos com ácidos e bases são:

*“Mais utilmente percebidas em termos de confusão sobre os modelos usados para ensinar o conceito do que como um conflito entre pré-concepções e a visão científica.” (p.97)*

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) suporta essa afirmação, dizendo:

*“É intrínseco da natureza humana aceitar as primeiras coisas que nos dizem, sendo difícil renunciar ou mudar essas idéias.”(p. 543)*

Alunos que estudam Química após 16 anos talvez continuem a usar conceitos aprendidos anteriormente e talvez não vejam razão para mudar esses conceitos.

Cros et al (1986, 1988) pesquisaram conceitos de estudantes de ciências de universidades francesas sobre ácidos e bases, chegando à conclusão de que o conceito de bases era muito menos desenvolvido do que o conceito de ácidos. Muitos alunos usaram a definição de bases de Arrhenius, sendo  $\text{OH}^-$  o doador. Os

alunos não conseguiam nomear as bases tão facilmente quanto os ácidos, dando como resposta somente: amônia e sódio ou hidróxido de potássio. Nesses aspectos, os alunos do segundo ano não mostram nenhum progresso referente ao primeiro ano.

## 5 A PROCURA DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

As pesquisas sobre concepções alternativas têm sido interpretadas e valorizadas num paradigma construtivista de aprendizado no qual os estudantes constroem ativamente novos significados usando seu próprio quadro conceitual para interpretar novas informações no intento de dar sentido a elas. Sendo assim, o conhecimento dessas concepções torna-se importante para os que querem fazer Educação através da Química.

Através da nossa revisão bibliográfica, conhecemos as concepções alternativas dos estudantes, resultantes das pesquisas. Elaboramos um questionário para termos registros das respostas que revelam o pensamento dos alunos e partimos para a coleta de dados, através da análise das informações geradas pelo nosso questionário. O conteúdo das questões trata do entendimento dos alunos sobre conceitos de ácidos e bases.

A pesquisa foi realizada numa escola Estadual do município de Palmeira das Missões. O questionário envolveu 203 alunos do período da manhã; 111 alunos, compreendendo seis turmas de 1º ano do ensino médio, cujas idades variavam entre 14 e 18 anos, e 92 alunos de quatro turmas de 3º ano do ensino médio, cujas idades variavam entre 16 e 18 anos. A escola conta com dois professores de química para o turno da manhã, um trabalhando apenas com 1º e 2º anos e outro apenas com 3º ano, o que acarreta um mesmo professor para todas as turmas do mesmo ano. Nas seis turmas de 1º ano o professor havia realizado experiência de condutividade descrita no Anexo 02.

A aplicação do instrumento de pesquisa foi feita pelo professor que conduzia a sala de aula na presença da autora da dissertação que participou apenas como ouvinte. Evitamos utilizar os períodos de química como forma de evitar possíveis intervenções explicativas por parte dos professores. Os alunos só souberam da aplicação das questões, quando o professor solicitou colaboração e explicou sobre a importância de que respondessem, com suas próprias palavras, aquilo que soubessem, pois assim estariam colaborando com uma pesquisa em ensino de Ciências. Os alunos, em sua grande maioria responderam a todas as questões.

## 5.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE

Em nossa análise, buscamos primeiramente a organização dos dados extraídos das respostas dos estudantes e assim lemos e relemos várias vezes os questionários até chegarmos a uma primeira noção de respostas semelhantes procurando-se compreender e dar sentido às explicações dos alunos. Para nós foi fundamental levar em consideração todas as informações passadas pelos estudantes, sem classificá-las como certas ou erradas, pois dessa maneira deixou-se de classificar como erro uma resposta que não estivesse de acordo com a visão cientificamente aceita. Se a resposta fosse classificada como erro, a típica maneira de pensar dos alunos deixava de ser considerada, não servindo assim para ser estudada, a partir do momento em que as categorias iniciais começaram a serem utilizadas, recuperou-se o significado das respostas dos alunos.

Assim sendo, para a análise desse material, utilizou-se a metodologia de Análise de Conteúdo, das respostas escritas, muito utilizada em pesquisas com dados qualitativos (LÜDKE, 1983). A análise qualitativa dos dados obtidos das expressões dos estudantes foi feita por intermédio da classificação e interpretação das informações com a construção de categorias significativas (PACCA E VILLANI, 1990). 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 nossas hipóteses interpretativas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Veremos a seguir, tabelas 1 a 20, os primeiros elementos extraídos das respostas dos estudantes com relação ao questionário aplicado. Comentaremos as respostas que mais apareceram em cada questão e tentaremos agrupar de maneira que justifiquem categorias de pensamento apresentadas nas figuras 1, 2, 3 e 4. Os alunos serão designados por turma, por exemplo, aluno 3-P1 (aluno 3 da turma P1). As seis turmas de 1ºano serão denominadas por P1 a P6 e as 4 turmas de 3ºano por T1 a T4.

**Tabela 1.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P1 (25 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem $H^+$	25
O que você entende por base?	Substâncias que possuem $OH^-$	25
O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	22
	Substâncias que fazem bem a saúde	4
	Conduzem energia elétrica	2
	Medicamentos	3
O que as bases têm a ver com sua vida?	Alimentação	21
	Soda Cáustica	4
	Material de limpeza	2

**Tabela 2.** Alimentos e medicamentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>a</sup>ano turma P1

		Indicações
Alimentos ácidos	Frutas	6
	Limão	12
	Laranja	16
	Abacaxi	3
	Bebidas	5
	Vinho	1
	Refrigerante	1
Alimentos básicos	Açúcar	16
	Sal	21
Medicamento ácido	Sal de frutas	1



**Tabela 3.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P2 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e base

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem H <sup>+</sup> com exceção da H <sub>2</sub> O	3
	Substâncias que possuem H <sup>+</sup>	12
	Substâncias encontradas nas frutas	1
	Substâncias químicas	2
	Reações químicas	1
	Derretem algo	1
O que você entende por base?	Substâncias que possuem OH <sup>-</sup>	8
	Neutralizam ácidos	1
	Alimento	1
	Não sabem	4
	Não responderam	2
	Base da vida, exército ou esmalte	3
O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	14
	Soda	3
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária mas não exemplificam	2
	Sabão	3
	Ácido de bateria	1
	Estômago	1
	Higiene bucal	1
	Não sabem	2

Continuação da tabela 3 (página 18).

O que as bases têm a ver com sua vida?	Alimentação	6
	Soda	1
	Produtos industrializados	1
	Tintura de cabelo amônia	2
	Leite de magnésia	1
	Esmalte	1
	Base de rosto	1
	Material de limpeza	2
	Não responderam	4
	Não aprenderam	2
	Não sabe	1
Reconhece que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplifica	1	

**Tabela 4.** Alimentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>a</sup> ano turma P2

		Indicações
Alimentos ácidos	Frutas	4
	Limão	3
	Laranja	1
	Tempero	1
	Coca-cola	1
Alimentos básicos	Açúcar	1
	Sal	1
	Tempero	1

**Tabela 5.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P3 (24 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem $H^+$ com algumas exceções	1
	Substâncias que possuem $H^+$	8
	Substâncias que possuem hidrogênio no início da fórmula exceto na $H_2O$	8
	Substâncias corrosivas	1
	Composto dissolvido em água que origina $H^+$	5
	Conduz energia elétrica	2
	Possui oxigênio	1
	Ácido é ácido	1
O que você entende por base?	Possuem OH no final da substância	16
	Possuem OH no final da substância com exceção da $NH_3$	7
	Possuem oxigênio	6
	Neutralizam ácidos	1
	Dissolvidos em $H_2O$ originam hidrogênio	3

Continuação da tabela 5 (página 20).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	20
	Acido de bateria $H_2SO_4$	3
	Conduzem eletricidade	4
	Medicamentos	3
	Material de limpeza	2
	Higiene pessoal	2
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam	1
	Não responderam	1
O que as bases têm a ver com sua vida?	Medicamento	3
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária mas não exemplificam	1
	Higiene pessoal	2
	Função inorgânica	2
	Oxigênio utilizado na respiração	3
	Conduzem eletricidade	3
	Não responderam	4
	Não lembra	1
	Nada	1
	Amônia	2
	Representam experiências no laboratório	1
	Sinônimo de estrutura noção	1
	Sinônimo de origem	1

**Tabela 6.** Alimentos e medicamentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>a</sup>ano turma P3

		Indicações
Alimentos ácidos	Frutas	4
	Limão	6
	Laranja	4
	Abacaxi	1
	Sal	1
	Bebidas	1
	Coca-cola	2
Medicamentos básicos	Mg(OH) <sub>2</sub> (antiácido)	2

**Tabela 7.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P4 (11 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem Hidrogênio no início da fórmula	7
	Substância que digere alimentos	1
	Substâncias que possuem Hidrogênio	1
	Substância corrosiva	6
	Substância tóxica	1
	Substância com gosto	10
	Substância composta	1
	Conduz energia elétrica	1
O que você entende por base?	Possuem OH	3
	Possuem OH no final da substância	3
	Possuem OH no final da substância com exceção da NH <sub>3</sub>	2
	Conduzem eletricidade	1
	Neutralizam ácidos	2
	Elementos usados diariamente	1
	Substância corrosiva	1
	Substância pura	1
	Substância sólida	1

Continuação da tabela 7 (página 23).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	9
	Substâncias químicas	1
	Suco gástrico	2
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam	1
O que as bases têm a ver com sua vida?	medicamento	2
	Não respondeu	1
	Base para rosto e unhas	1
	Alimentos	1
	Creme dental	1
	$\text{NH}_3$	1
	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	1
	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	1
	Removem manchas	1
	Sinônimo de estrutura familiar	1
	Sabão	2
	Material de limpeza	2

**Tabela 8.** Tipo de sabor e alimentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>o</sup> ano turma

P4

		Indicações
Sabor ácido	Gosto Forte	3
	Gosto Amargo	3
	Gosto Azedo	4
Alimentos ácidos	Frutas	2
	Limão	4
	Vinagre	1
	Refrigerante	1



**Tabela 9.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P5 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem H	3
	Substâncias que possuem H no início da fórmula	10
	Substâncias que possuem H no início da fórmula com exceção da água	2
	Elementos químicos	3
	Substâncias ácidas	1
	Substância amarga	1
	Diluem substâncias	1
	Diluem alimentos no estômago	3
	Função inorgânica forte	2
O que você entende por base?	Substâncias que possuem OH	9
	Substâncias que possuem OH no final da fórmula	4
	Substâncias que possuem OH ligado a não metal	1
	Substâncias que possuem metal	5
	Compostos iônicos	4
	Substâncias que puras não conduzem eletricidade exceto quando misturadas em água	1
	Neutralizam ácidos	2
	Conduz eletricidade	1

Continuação da tabela 9 (página 26).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	2
	Estuda-se em química na escola	1
	Nada	1
	Não sabem	1
	Digestão	12
	Diluição das substâncias	1
	Ácido de bateria	2
O que as bases têm a ver com sua vida?	$Pb(OH)_2$	1
	Combate a azia	1
	Soda Caustica na produção do sabão	2
	Sabão	2
	Nada	1
	Não sabem	2
	Não respondeu	1
	Material de limpeza	1
	Cortam efeito do ácido	3
	NaOH usado na higiene bucal	3
	Base para rosto e unhas	4
	Alimentação	5
	Sinônimo de estrutura	1
	Estuda-se em química na escola	1

**Tabela 10.** Substância presente na digestão e alimentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>a</sup>ano turma P5

		Indicações
Alimentos ácidos	Limão	1
	Laranja	1
Alimentos básicos	Açúcar	2
	Sal	2
	Nescau (achocolatado)	1
Substância ácida utilizada na digestão	HCl	7

**Tabela 11.** Respostas dos alunos de 1ºano turma P6 (15 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem $H^+$ no início da fórmula	6
	Produto químico que arde	1
	Produto químico	1
	Conduzem eletricidade	3
	Conduzem eletricidade devido aos íons sobrando	2
	Conduzem eletricidade devido aos íons livres positivos e negativos	2
	Gosto azedo	2
	Ácido de bateria	2
O que você entende por base?	Substâncias que não são ácidas	1
	Substâncias Puras	1
	Substâncias que possuem OH no final exceto $NH_3$	1
	Substâncias que possuem OH	3
	Não conduz eletricidade	2
	Não possui íons sobrando	2
	Íons positivos e negativos	1
	Não respondeu	1
	Sal	1
	Sinônimo de estrutura	1

Continuação da tabela 11 (página 28).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	15
	HCl	3
O que as bases têm a ver com sua vida?	Alimentação	15
	Soda cáustica	6
	Combate a azia	1
	Neutralizam ácidos	2
	Não respondeu	1
	Não sabem	2
	Fe(OH) <sub>3</sub>	1
	NH <sub>3</sub> utilizada em produtos de beleza	1

**Tabela 12.** Alimentos citados na respostas dos alunos de 1<sup>a</sup> ano turma P6

		Indicações
Alimentos ácidos	Limão	13
	Laranja	12
	Abacaxi	2
	Sucos	1
	Coca-cola	3
Alimentos básicos	Açúcar	6
	Sal	8

**Tabela 13.** Respostas dos alunos de 3ºano turma T1 (24 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Ligação com OH	2
	Compostos com o grupo funcional -COOH	11
	Compostos orgânicos	4
	Substância que contém Hidrogênio	1
	Substância corrosiva	6
	Substância que agride o estômago	5
O que você entende por base?	Substâncias que possuem OH	2
	Bases nitrogenadas (Biologia)	7
	Reagem com ácidos para formar compostos	6
	Não estão estudando no momento	1
	Reagente para misturar com outros compostos	4
	Local onde ficam os soldados	2
	Composto químico	1
	Não entende	1
	Substância a partir das quais são formados outros elementos, substâncias.	5
	Estrutura, início	2
	Não sabem	4

Continuação da tabela 13 (página 31).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Fabricação de medicamentos	2
	Alimentação	16
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária mas não exemplificam	5
	Não responderam	3
	Substância presente no estômago	1
	Lixo caseiro	1
	Substância utilizada p diminuir a oleosidade do cabelo	1
O que as bases têm a ver com sua vida?	Formação de novas substâncias	3
	Parte integrante de um composto	4
	Estrutura familiar	4
	Medicamentos	3
	Alimentação	3
	Base de unha	2
	Cosméticos	1
	Estrutura inicial necessária para atingir objetivos	4
	Não sabem	2
	Não responderam	6

**Tabela 14.** Alimentos citados nas respostas dos alunos de 3<sup>a</sup> ano turma T1

		Indicações
Alimentos ácidos	Frutas	1
	Limão	6
	Laranja	3
	Vinagre	8
	Saladas	1
Alimentos básicos	Sal	21



**Tabela 15.** Respostas dos alunos de 1ºano turma T2 (27 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias presentes na vida diária	1
	Substâncias que possuem acidez	4
	Possuem hidrogênio	10
	Quando ionizadas liberam OH <sup>-</sup>	1
	Substância corrosiva	4
	Substância forte	4
	Algo que queima	2
	Substâncias presentes no organismo	2
	Possuem gosto	2
	Alimentação	2
	Não lembram	4
O que você entende por base?	Possuem OH	8
	Possuem OH no final	2
	Neutralizam ácidos	4
	Adstringentes	1
	Quando ionizados liberam OH	1
	Substâncias presentes em nossas vidas	1
	Não sabem	8
	Não lembram	4

Continuação da tabela 15 (página 34).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Medicamentos	1
	Alimentação	18
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam	6
	Substância presente no organismo	1
	Utilizará na faculdade	1
	Digestão	1
	Substância presente no cotidiano	3
	Sabor ácido	3
	Não lembra	2
	Importante em dose moderada, pois pode causar gastrite	1
	Não sabe	1
O que as bases têm a ver com sua vida?	Alimentação	5
	Produtos de beleza	1
	Pasta de dente	1
	Sabão	1
	Sais minerais	1
	Medicamento	2
	Não respondeu	1
	Não sabem	9
	Não lembram	5
	Nada	1
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam	4

**Tabela 16.** Substâncias, alimentos e sabores citados na respostas dos alunos de 3<sup>a</sup>ano turmaT2

		Indicações
Sabor ácido	Gosto Amargo	2
	Gosto Azedo	1
Alimentos ácidos	Frutas	4
	Laranja	2
	Abacaxi	4
	Limão	4
	Vinagre	3
	Bebidas com gás	2
	Refrigerante	1
	Suco de limão	1
Substâncias ácidas	Ácido fosfórico	1
	Ácido Sulfúrico	1
	Formol	1
	Ácido de Bateria	1
	Éter	1
Alimentos básicos	Sal	4

**Tabela 17.** Respostas dos alunos de 3ºano turma T3 (18 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Possuem OH	5
	Possuem -COOH	4
	Substâncias químicas	4
	Compostos orgânicos	2
	Sofre ionização em água	1
	Gosto azedo	1
	Substâncias corrosivas	7
O que você entende por base?	Base nitrogenada	1
	Composto neutro	2
	Reagem com ácidos para formar compostos orgânicos	4
	Parte integrante das substâncias	2
	Composto químico que perdeu um cátion	1
	Liberam íons	1
	A partir das bases novos elementos, substâncias são formadas.	4
	Não responderam	4
	Exemplo de vida	1

Continuação da tabela 17 (página 37).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	12
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam.	3
	Substância presente no organismo	1
	Originam outros elementos	1
	Material de limpeza	3
	Saúde do corpo	1
	Substâncias químicas	3
O que as bases têm a ver com sua vida?	Estrutura familiar	3
	Formadores dos compostos orgânicos	1
	Nutrientes	1
	Meio ambiente	1
	Não sabem	6
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária, mas não exemplificam	3

**Tabela 18.** Substâncias e alimentos citados na respostas dos alunos de 3<sup>a</sup>ano turma

T3

		Indicações
Alimentos ácidos	Limão	2
	Laranja	2
	Abacaxi	1
	Vinagre	2
Substâncias ácidas	Gás carbônico	1
	Ácido Carboxílico	1
	Ácido de bateria	1

**Tabela 19.** Respostas dos alunos de 3ºano turma T4 (23 alunos) aos questionamentos feitos sobre ácidos e bases

Pergunta	Respostas	Indicações
O que você entende por ácido?	Substâncias que possuem acidez	3
	Substâncias presentes nos alimentos	1
	Necessitam de uma base para serem obtidos	1
	Possuem -COOH	4
	Existem nas reações químicas	1
	pH baixo	1
	Substâncias cítricas	2
	Gosto amargo	2
	Substâncias com pH maior que 7	1
	Compostos orgânicos	2
	Substância química que reage de acordo com a temperatura Ex.: HCl, HF e ácido carboxílico	2
	Queima ao ser tocado	1
	Composto que na presença de água sofre ionização na forma de cátion	
	Substâncias químicas	3
	São usados para diluir compostos orgânicos	1

Continuação da tabela 19 (página 39).

O que você entende por base?	Bases nitrogenadas na forma de ânion	2
	Possui OH	2
	Composto solúvel em água	1
	Mistura de dois componentes solúvel em água	2
	Estrutura constituinte	1
	Substância necessária para, junto com outro elemento, criar novas substâncias	1
	Substâncias formadoras dos ácidos	3
	Primeira parte da reação química	1
	Originam outros compostos	1
	Reagem com ácidos formando outros compostos	1
	Parte necessária para em uma reação obter-se ácido	1
	pH alto	1
	pH equilibrado, baixo	1
	Não sabe	1
	Não respondeu	1
Composto que na presença de água sofre ionização	1	
Gosto mais fraco que o ácido	1	

Continuação da tabela 19 (página 39).

O que os ácidos têm a ver com sua vida?	Alimentação	15
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária mas não exemplificam	2
	Não responderam	4
	Produtos feitos em laboratório	1
	Substância presente no organismo	3
	Responsável pela digestão (suco gástrico)	3
	Produtos de beleza	1
	Material de limpeza	1
	Medicamentos	4
	Sinônimo de pessoa má	1
	Creme dental com flúor	1
	Água com flúor	1
	Carbono no ar atmosférico	1
O que as bases têm a ver com sua vida?	Detergente	1
	Sinônimo de boa pessoa	1
	Início da reação	1
	Sinônimo de noção, conhecimento básico	1
	Nutrientes	2
	Alimentos	1
	Não sabem	2
	Não responderam	3
	carbono	1
	Reconhecem que estão presentes em sua vida diária mas não exemplificam	8
	Geram outras substâncias	1

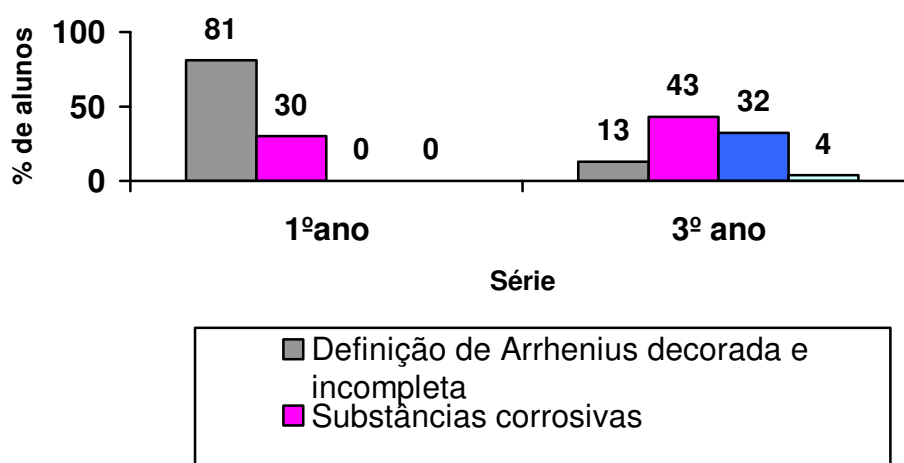


**Tabela 20.** Alimentos citados na respostas dos alunos de 3<sup>a</sup>ano turma T4

		Indicações
Alimentos ácidos	Frutas	3
	Limão	3
	Laranja	3
	Abacaxi	2
	Vinagre	1

## 6.1 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 1

Em relação às respostas dos alunos ao que entendem por ácidos elaboramos as seguintes categorias: definição de Arrhenius decorada e incompleta, substâncias corrosivas, função orgânica e 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, por ser complexa é de difícil compreensão até mesmo para o professor, acaba sendo entendida pelos alunos da maneira apresentada nos exemplos a seguir:

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

*“São compostos que apresentam o átomo de 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<sup>+</sup>, que estão presentes em refrigerantes, produtos de limpeza, frutos, corpo humano. Dependendo da quantidade de H, muda o nome.. Ex.: nitroso” (aluno 19-T3)*

Os alunos pensam o conceito de ácido como se fossem palavras: conter hidrogênio. Fato de particular importância no que diz respeito à falência do ensino de Química no ensino médio, e que pode ser aplicado a outras disciplinas, pois aparentemente não relacionam estas palavras escritas com as partículas que formam os ácidos e tampouco relacionam H<sup>+</sup> com –COOH. 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 considerar ácido toda substância que contenha o grupo –COOH. 47% dos alunos de 3ºano e 0% dos alunos de 1ºano situam-se nesta categoria. É importante salientar que embora 47% dos alunos de 3ºano conceituem ácidos pela presença da carboxila, como os exemplos abaixo, 14% destes alunos conservam suas idéias com base na teoria de Arrhenius memorizada no 1ºano.

*“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 1ºano e 47% dos alunos de 3ºano 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).*

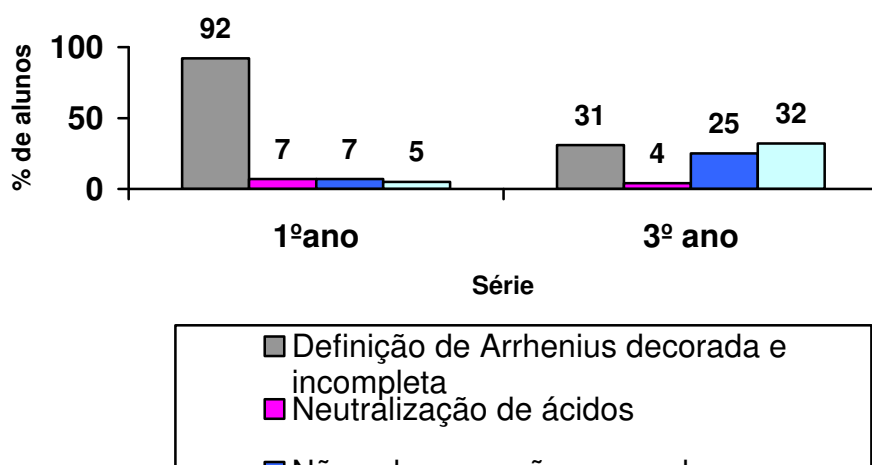
*“Ácido são todos os compostos que possuem ácidos, ou seja são amargos, cítricos.” (aluno 6-T4)*

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 social superficial. Fica difícil acreditar que os estudantes tenham vivenciado com seus órgãos do sentido o efeito corrosivo dos ácidos, particularmente, em metais. 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 experimento. Poderia também, para o mesmo experimento, 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.

4% dos alunos de 3ºano e 0% dos alunos de 1ºano não responderam ou não sabiam responder.

## 6.2 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 2

Em relação às respostas dos alunos ao que entendem por bases elaboramos as seguintes categorias: definição de Arrhenius decorada e incompleta, neutralização de ácidos, não sabem ou não responderam e sustentação (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 retoma-se aqui a mesma discussão aplicada para o entendimento sobre ácidos, o uso de respostas onde a compreensão é apenas ao nível da narrativa discursiva, 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: NH<sub>3</sub>.”*(aluno 2-P4)

*“Eu acho que soa 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 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. Embora esta questão não seja central para o presente trabalho, este estudo serviria para reforçar nosso questionamento sobre quais as razões pelas quais os estudantes de ensino médio são obrigados a “saber todo o conteúdo da Química, Matemática, Língua Portuguesa, etc” enquanto os próprios professores não sabem. A única explicação é que o objetivo principal do ensino como todo e, principalmente no ensino médio, é o de proporcionar a exclusão social e não o de tentar fazer com que os alunos entendam um pouco de ciências e outros assuntos. De fato, as “matérias” que abordam assuntos não cobrados no vestibular são consideradas perda de tempo por parte dos alunos que pensam possuir chances reais de ingresso na universidade pública.

Na categoria “Neutralização de ácidos” classificamos todas as respostas consideradas concepções alternativas. 6% dos alunos de 1ºano e 4% dos alunos de 3ºano 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)*

6% dos alunos de 1ºano e 27% de alunos do 3ºano 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)*

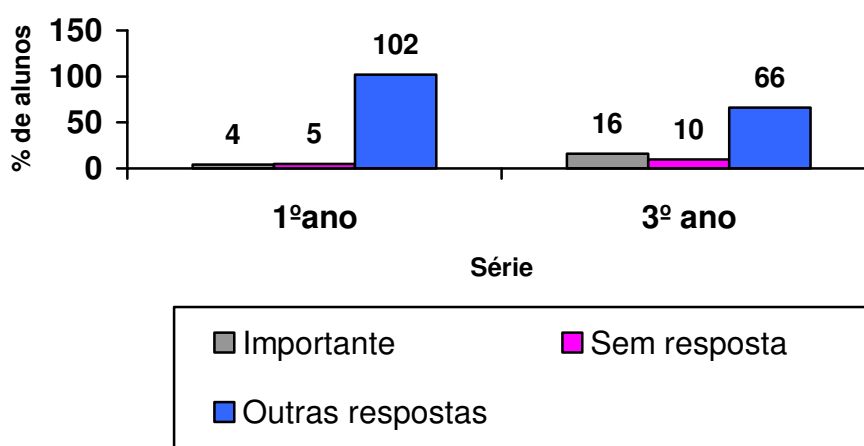
*“Que para gente ser uma boa pessoa, ser alguma coisa na vida precisamos de uma base, como uma família boa e etc.” (aluno 10-P4)*

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

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

### 6.3 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 3

Em relação às respostas dos alunos sobre o que ácidos tem 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 tem 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)*

4% dos alunos de 1ºano 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. 4% dos alunos de 1ºano e 11% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria.

Na categoria denominada “outras respostas” agrupamos as respostas mais citadas em grupos conforme a tabela 21. Estas citações correspondem a 92 % das respostas dos alunos de 1ºano e 72% das respostas dos alunos de 3º ano.

**Tabela 21.** Respostas encontradas na categoria “outras respostas”

	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

Verificamos que a maior parte dos alunos relaciona ácidos com alimentação. Fato que não nos 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)*

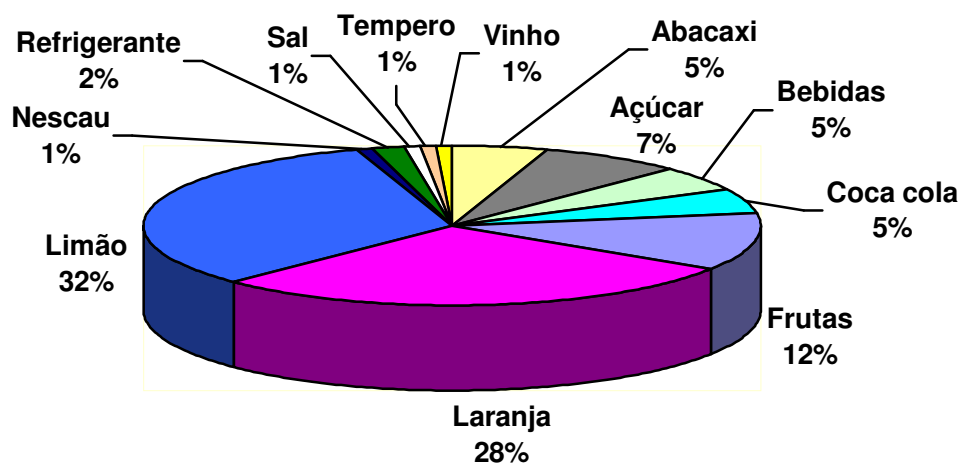
Concepções alternativas de que ácidos são azedos, amargos e que fazem mal também podem justificar respostas que utilizam alimentos como limão, abacaxi, laranja.

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

Alguns alimentos presente nas respostas são apresentados nas tabelas 22 e 23 e nas figuras 4 e 5.

**Tabela 22.** Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 1ºanos

Alimentos ácidos	Indicações	Porcentagem
Abacaxi	6	5
Açúcar	9	7
Bebidas	6	5
Coca cola	6	5
Frutas	14	12
Laranja	34	28
Limão	39	32
Nescau	1	1
Refrigerante	2	2
Sal	1	1
Tempero	1	1
Vinho	1	1
Total	120	100

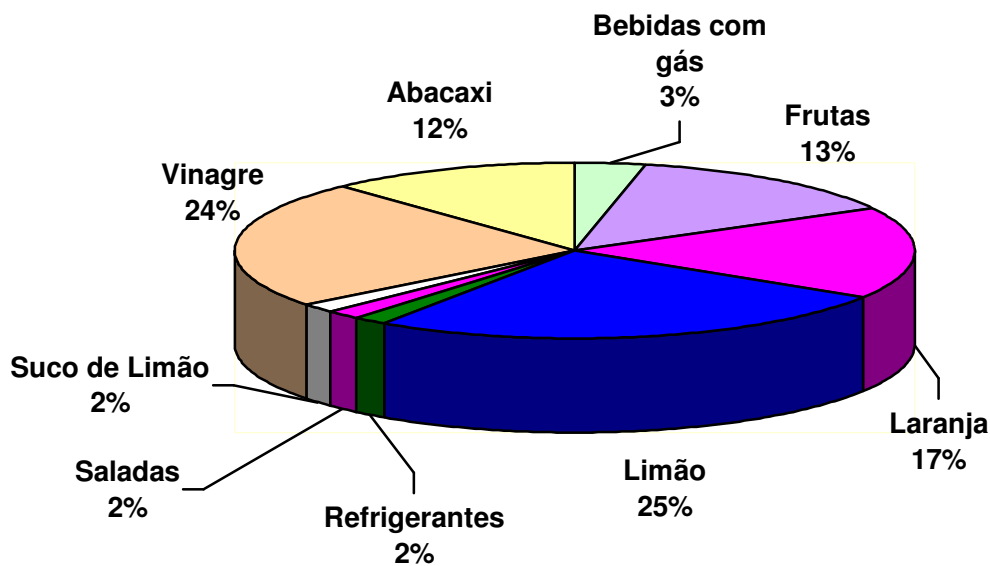


**Figura 4.** Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 1ºanos



**Tabela 23.** Alimentos ácidos citados nas respostas dos alunos de 3ºanos

Alimentos ácidos	Indicações	Porcentagem
Abacaxi	7	12
Bebidas com gás	2	3
Frutas	8	13
Laranja	10	17
Limão	15	25
Refrigerantes	1	2
Saladas	1	2
Suco de limão	1	2
Vinagre	14	24
Total	59	100



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

No grupo de respostas “condução de eletricidade”, seis alunos de turmas do 1<sup>a</sup> ano relacionaram ácidos a substâncias que conduzem eletricidade, entretanto vamos considerar uma proporção maior em função de que deixamos para discutir aqui as respostas da questão 1 que também apresentaram tal relação.

Na questão 1 as 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 (anexo 2) 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 com 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)*

*“ 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.” (aluno 9-P2)*

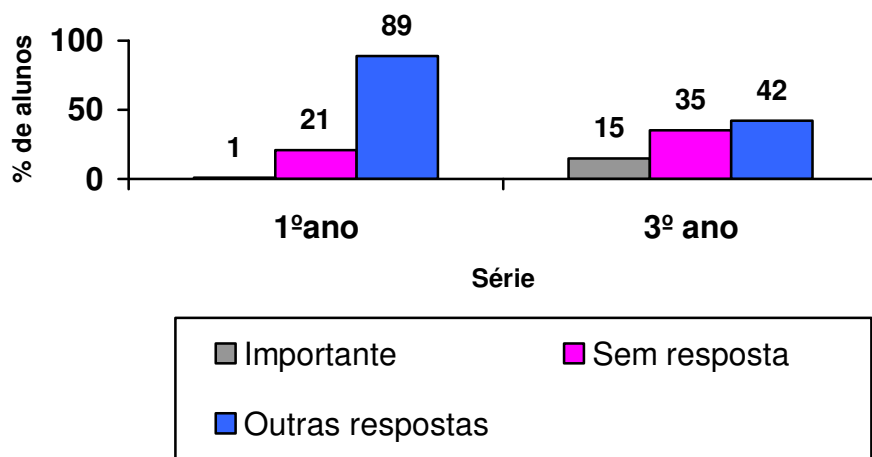
No grupo de respostas “digestão”, classificamos as respostas dos alunos que relacionaram ácidos como responsáveis pela digestão.

*“Encontramos substâncias ácidas no suco gástrico do estomago por exemplo. É importante para o processo de digestão dos alimentos.”*

(aluno 22-T5)

#### **6.4 DISCUSSÃO E RESULTADOS QUESTÃO 4**

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



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

Na categoria de respostas denominada “importante” utilizaremos a mesma discussão apresentada para ácidos. 1% dos alunos de 1ºano 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. 19% dos alunos de 1ºano e 38% dos alunos de 3º ano responderam conforme esta categoria. Uma maior porcentagem para os alunos de 3ºano 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 1ºano responderem uma vez que, como já nos referimos anteriormente, 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 24. Estas citações correspondem a 80 % das respostas dos alunos de 1ºano e 46% das respostas dos alunos de 3º ano.

**Tabela 24.** Respostas encontradas na categoria “outras respostas”

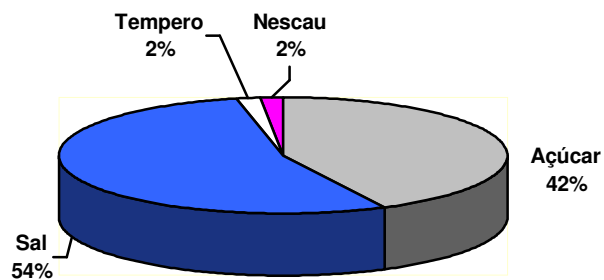
	Indicações 1ºanos	Porcentagem 1ºanos	Indicações 3ºanos	Porcentagem 3ºanos	Porcentagem total
Alimentos	48	44	9	19	36
Condução de eletricidade	3	3	0	0	2
Sinônimo de sustentação, origem.	4	4	21	45	16
Neutralizam ácidos	4	4	0	0	2
Substâncias Citadas como básicas	51	45	17	36	44
Total	110	100	47	100	100

Assim como foi observado em ácidos, constatamos também aqui um número significativo de respostas dos alunos citando alimentos como bases. Aqui devemos 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. Assim, não podemos afirmar que ao citar açúcar, sal ou nescau que os estudantes estão relacionando estes alimentos com a estrutura ou com as partículas que os formam. Um aspecto que chama a atenção é a alta incidência de sal como alimento básico. Aqui 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.

Os alimentos citados pelos alunos como exemplos básicos estão representados conforme tabela 25 e figura 7.

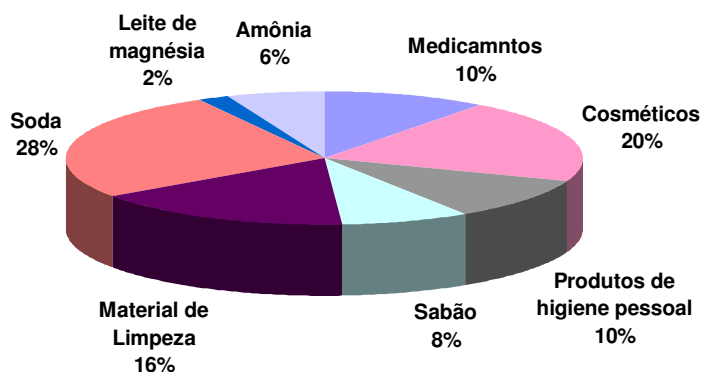
**Tabela 25.** Alimentos básicos citados nas respostas dos alunos

Série	Alimentos básicos	Indicações	Porcentagem
1º anos	Açúcar	25	42
	Sal	32	54
	Tempero	1	2
	Nescau	1	2
	Total		100
3ºanos	Sal	25	100
	Total	25	100

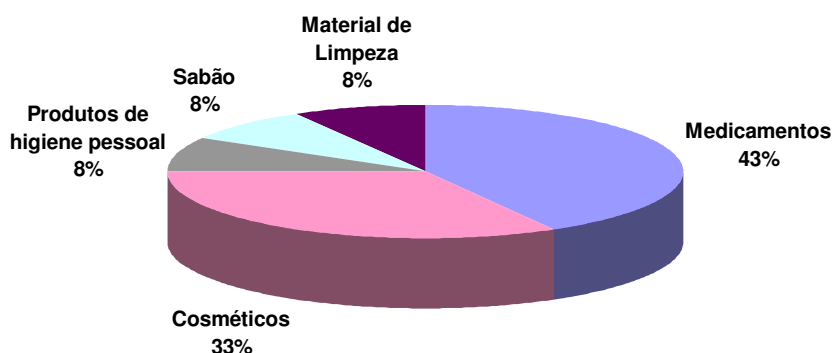


**Figura 7.** Alimentos básicos citados nas respostas dos alunos de 1ºanos

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”.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma análise criteriosa das concepções alternativas dos alunos nos permite fazer uma crítica à falta de coerência interna que ocorre na maioria das abordagens do ensino de química. Essa falta de harmonia traz certas dificuldades para o entendimento do conteúdo químico como um todo. Na maioria das vezes ao se dar ênfase as 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. Dessa maneira, devido a complexidade e da maneira que o assunto é abordado o aluno atônito se prende a regras desarticuladas, fazendo com que a Química se apresente como uma disciplina de difícil assimilação por parte dos estudantes, voltada para um aprendizado incompatível com a própria natureza do conhecimento científico. Diante deste quadro o aluno tem dificuldade em perceber casos em que fogem a tais regras, como quando ácidos não corroem metais ou não apresentam  $H^+$ .

Ao estudante resta deter-se em características constitucionais para tentar efetuar alguns procedimentos corriqueiros, que resultarão na “aprendizagem” de um conhecimento ritual, ou seja, um conhecimento com base na memorização de discursos sem significado e que serão esquecidos com o tempo especialmente ao passar de uma série para outra.

A rigor é preciso considerar que, devido a relatividade dos comportamentos das substâncias, os ácidos e bases, concebidos como um conjunto de espécies com propriedades químicas semelhantes, não existem. O que há é um modo de comportar-se quimicamente: o comportamento ácido e o comportamento básico.

Na maioria das concepções dos alunos — “ácidos tem sabor azedo”, “ácidos são corrosivos”, “ácidos têm hidrogênio” — verificamos que os aspectos constitucionais e empíricos assumem lugar dos aspectos relacionais. Além disso, ao se perguntar ao estudante quais ácidos e bases ele conhece, alguns responderam com os protótipos ácido sulfúrico e soda cáustica. Apesar disto, a frequência com que estes compostos formam citados foi muito baixa, indicando que a maioria dos estudantes não associa conceitos de ácido e base com substâncias reais. Não há, em princípio, nenhum problema em reconhecer que certos ácidos e bases são considerados “melhores exemplos” dessas categorias do que outros. O problema é o

ensino não conseguir ultrapassar ou, ao contrário, até reforçar essas visões realistas, substancialistas, empiristas ou constitucionais e dissociadas da realidade motivacional e cognitiva do estudante.

Esta forma de apresentação do conhecimento científico não resulta em uma nova estrutura organizacional e o aluno a percebe como uma série de afirmações desconectadas, completamente distanciadas do mundo em que ele vive. A complexidade dos assuntos e a falta de relação do ensino em ciências com a realidade vivenciada pelos alunos faz com que tenham um menor engajamento neste processo de aprendizagem, para o qual não vêem muito significado.

Assim, como conclusão poderíamos dizer que, como já citado anteriormente, o ensino de química, incluindo a maioria das outras disciplinas, não objetiva aprendizagem e sim exclusão social. Isto é, a maioria dos alunos mais desfavorecidos desistirá do estudo da ciências e de outras disciplinas prematuramente, em relação ao estudantes da classe média e alta, pelo fato da entrada na universidade ser utópica e improvável. Quanto aos estudantes de classe média e alta o ingresso na universidade é real e com maior probabilidade o que motiva estes a não desistirem. Mas isto não significa que mesmo estes estudantes mais privilegiados do ponto de vista social estejam aprendendo a essência básica da química, biologia e etc. É possível que estes tenham um melhor entendimento da natureza e da linguagem o que entretanto é muito mais fragmentado do que poderia ser se o ensino fosse abordado de uma maneira mais simples e, realmente voltado ao “ensino” e não para a exclusão. A questão aqui se torna complexa, é difícil identificar em que momento as classes dominantes “decidiram” seja conscientemente ou “sutilmente” tornar o ensino fator de exclusão social e não de promoção de crescimento individual e coletivo da sociedade. É difícil acreditar que mudanças simples poderão acarretar mudanças reais no sistema educacional.

Passando para uma análise simplória, onde assumamos que o ensino de ciências possa ser desvinculado das relações de dominação dentro da sociedade capitalista, poderíamos apontar para a necessidade de se tornar o ensino de Química mais simples retomando uma abordagem histórica do desenvolvimento dos conceitos. Esta proposição vem ao encontro de um construtivismo bem comportado, onde atividades práticas e teóricas seriam voltadas para construção do conhecimento que visa chegar ao “saber sábio”. No caso dos ácidos e bases, por exemplo, atividades similares às feitas com indicadores poderiam ser utilizadas. Estas atividades onde se observa a mudança de cor de indicadores de modos



distintos serviriam de introdução ao estudo de ácidos e bases. Ácidos e bases não seriam estudados como estruturas que possuem  $H^+$  ou  $OH^-$ , e que para um jovem adolescente de 12 a 16 anos representa letras sem sentido, mas sim como coisas reais e que “se comportam” de modos distintos aos nossos órgãos do sentido. Seria possível acreditar que aqui uma tentativa de abstração e uma possível formulação de modelos que levem em conta a estrutura particulada da matéria, tornem-se mais plausíveis para os “perdidos” adolescentes. Evidentemente que, embora os conceitos dos alunos devam estar contaminados com o ensino escolar tradicional, o uso das concepções sobre ácidos como substâncias corrosivas também possa ser incluído nestas atividades. Dissemos isto por que aqui observamos uma alta percentagem de respostas em que os ácidos são corrosivos.

Uma infinidade de atividades podem ser utilizadas sendo voltadas a trabalhar, de modo mais concreto, conceitos relacionados a comportamento dos ácidos e bases, incluindo não somente os ácidos e bases clássicos como ácido muriático, clorídrico ou sulfúrico e bases como hidróxido de sódio e soda cáustica, mas também ácidos do dia-a-dia como vinagre, sucos de laranja, limão e etc. Como dito anteriormente, estas atividades seriam muito simples de serem bem estruturadas dentro de um construtivismo bem comportado e de fácil aplicação na maioria das escolas. Em relação aos ácidos e bases fortes, haveria o cuidado em trabalhar com soluções diluídas e ocasionalmente trabalhar com soluções concentradas.

Todavia, sobre a tentativa de formar sujeitos mais criativos e com capacidade de questionar os “saberes sábios” poderíamos sugerir, embora devamos considerar uma utopia do ponto de vista de toda estrutura educacional, a inclusão de atividades mais próximas a um construtivismo radical ou “mal comportado”, onde as atividades seriam bastante caóticas e sem objetivos. A falta de objetivo aqui diz respeito ao fato de não termos que formular as atividades para chegar ao “saber sábio”, uma vez que estas atividades seriam apenas uma estratégia para deixar os sujeitos com a “mente mais a vontade”. Assim, talvez pudéssemos criar sujeitos capazes de negarem o método e a estrutura da presente sociedade, não apenas do ponto de vista de um exercício filosófico como o realizado por Feyerabend (1989), mas como atitudes que foram efetivamente incorporadas à estrutura cognitiva dos sujeitos.

Assim sendo, no ponto de vista do ensino de ciências, existem diversas atividades que podem ser facilmente incluídas nas escolas, entretanto atingirão apenas uma parcela pequena da população e continuarão a ser fator de exclusão social da maior parte da sociedade brasileira.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. 1. ed. Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968. 685p.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2. ed. Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1980. 733p.
- \_\_\_\_\_. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p.96-133.
- BASTOS, F. *O conceito de célula viva entre os estudantes de segundo grau*. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- BARKER, v.; *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*, Department of Educational Studies, University of York, 1995, traduzido por Susana de Azeredo
- CAMPOS, R. C. & SILVA, R. C. *Funções da Química Inorgânica... funcionam?* Química Nova na Escola, n. 9, p.18-22, maio 1999.
- CARR, M. Model confusion in chemistry. *Science Education*, v. 14, n. 1, p. 97-103, 1984.
- CARVALHO, G. C. *Química de olho no mundo do trabalho. Volume único*. São Paulo: Scipione, 2005.
- CROS, D., MAURIN, M., AMOUROUX, R., LEBER, J., FAYOL, M. 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, 1986.
- 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. 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*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1997, vol. uni. ----- . *Química geral*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 1999, v.1.
- FEYERABEND, P. *Contra o método*. 3ª edição, Livraria Francisco Alves Editora AS, Rio de Janeiro, RJ, 1989.
- 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.
- GILBERT & C.J. BOULTER (Eds.), *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 227-251
- GIL PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 1, 1983.
- \_\_\_\_\_. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, v.4, p.111-121, 1986.
- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre, Artes médicas, 1996.
- HAND, B.M. Students' understanding of acids and bases: A two year study *Science Education*, v. 19, n. 1, p. 133-144, 1989.
- WAWKES, S.J. Arrhenius confuses students . *Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 7, p. 542-543, 1992.
- LINKE, R. D.; VENZ, M. I. Misconceptions in physical science among non-science

- background students. *Science Education*, v. 9, p. 103-109, 1979.
- LOPES, A.R.C.. *Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado de química*. 6º Encontro Nacional de Ensino de Química. 10º Encontro Sudeste de Ensino de Química. São Paulo: USP, jul. 1992, 11p.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. SP : Ed. Pedagógica e Universitária Ltda, 1986. 99p.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 383 p.
- NAKLEH, M. Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, v 69, n.3, p.191-196, 1992.
- NARDIN, C; *Uma Abordagem Metodológica de base científica num contexto tecnológico: um estudo de caso no ensino de reações entre compostos da química inorgânica*. Resumo da dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria
- NOVAK, J. *Theory of education*. Ithaca: Cornell University Press, 1977.
- OVERSBY J. Models in explanations of chemistry: *The case of acidity*. In J.K..
- 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.
- 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. 262 p.

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

## ANEXOS

### **Anexo 01: Questionário Utilizado na Pesquisa de Concepções Alternativas**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Série:

Turma:

Idade:

1-O que você entende por ácidos?

2- O que você entende por bases?

3- O que os ácidos têm a ver com a sua vida?

4- O que as bases têm a ver com a sua vida?

## **Anexo 02: Experimento Sobre Condutividade**

Materiais e reagentes:

Copos de plástico

Aparelho p demonstrar a passagem de corrente em líquidos (lâmpada acoplada a fios elétricos)

Bateria de 9 v

Açúcar comum

Coca-cola

Vinagre

Sal de cozinha

Suco de Limão

Álcool comercial