

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Uliane Macuglia

FUNÇÕES INORGÂNICAS E DIGESTÃO:  
UMA UEPS CONSTRUÍDA NAS PREMISSAS DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA  
APRENDIZAGEM COOPERATIVA

Passo Fundo

2018

Uliane Macuglia

**FUNÇÕES INORGÂNICAS E DIGESTÃO:  
UMA UEPS CONSTRUÍDA NAS PREMISSAS DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA  
APRENDIZAGEM COOPERATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

M175f Macuglia, Uliane  
Funções inorgânicas e digestão: uma UEPS constituída nas premissas da aprendizagem significativa e da aprendizagem cooperativa / Uliane Macuglia. – 2018.  
109 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –  
Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Química – Métodos de ensino. 2. Aprendizagem. 3. Química –  
Estudo e ensino. I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.854

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Uliane Macuglia

**FUNÇÕES INORGÂNICAS E DIGESTÃO:  
UMA UEPS CONSTRUÍDA NAS PREMISSAS DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DA  
APRENDIZAGEM COOPERATIVA**

A Banca Examinadora APROVA em 10 de maio de 2018, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Professora. Dra. Aline Locatelli - Orientadora  
Universidade de Passo Fundo

Professora. Dra. Aline Machado  
Instituto Federal Farroupilha

Professora. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo

Professora. Dra. Janaína Fischer  
Universidade de Passo Fundo

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos e esposo que sempre me apoiaram e incentivaram para que esse sonho se realizasse, e em especial a minha filha, que é a razão do meu viver e minha maior motivação para sempre seguir em frente, sem nunca desistir.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente à Deus, por ter me concedido saúde, força, calma e disposição durante toda essa jornada, o que permitiu a conclusão desta pesquisa.

Agradeço a meus pais Célio e Clarice, que são meus melhores exemplos de vida, meu porto seguro, e que me fizeram crer que tudo é possível.

Ao meu marido e filha, que sempre apoiaram e incentivaram, compreendendo as horas de ausência e cansaço.

Aos professores do PPGECEM da UPF, em especial a minha orientadora Dra. Aline Locatelli, por seus conhecimentos, conselhos e orientações imprescindíveis para esta pesquisa.

A todos meus alunos, passados e presentes que colaboraram significativamente para formação do meu “ser professor”, na qual todas as experiências vivenciadas contribuíram para os rumos desta pesquisa.

“[...] aquele que ensina está sempre a aprender, é quotidianamente 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”.

Leticia Parente

## RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem de Química no ensino médio tem se mostrado um desafio para professores e alunos. O uso de novas metodologias, assim como de materiais didáticos contextualizados com a realidade local, revelam-se uma alternativa ao modelo tradicional das aulas, auxiliando a transposição entre os conceitos químicos e o cotidiano dos alunos. O presente trabalho constitui-se na elaboração, aplicação e análise de um produto educacional desenvolvido durante o mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, vinculado à linha de pesquisa Fundamentos Teórico-Metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática. O estudo objetiva averiguar se a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, contextualizada com o tema relacionado à digestão, que foi organizada de maneira a atender as premissas da aprendizagem significativa concebida por David Ausubel e da aprendizagem cooperativa desenvolvida pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson favorece a aprendizagem do conteúdo das funções inorgânicas de maneira mais significativa para os alunos. Para atender ao objetivo, o estudo caracteriza-se como de natureza qualitativa, utilizando para coleta e análise dos dados três instrumentos: diário de campo, questionário pré e pós intervenção e produção de cartazes pelos alunos. Para isso, foi desenvolvido o produto educacional intitulado: “Funções Inorgânicas: Vamos digerir?” Como material de apoio para professores e alunos, que compreende textos de contextualização, atividades experimentais e a conceituação das funções inorgânicas ácidos, bases, sais e óxidos. A UEPS, desenvolvida nesta dissertação, foi aplicada em uma turma com 25 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola da rede estadual no município de Panambi/RS ao longo de 10 encontros. A análise dos dados coletados permitiu apontar para a viabilidade da proposta metodológica como indícios de para uma aprendizagem significativa, evidenciada pela ampla participação dos alunos durante as aulas, conforme descrito no diário de campo, nos resultados satisfatórios apontados nos questionários pré e pós-intervenção e no trabalho cooperativo entre os alunos para a confecção dos cartazes, embora nestes últimos, ressaltou a dificuldade na descrição das reações químicas envolvidas. A dissertação, acompanhada de um produto educacional destinado a professores de ensino médio, foi desenvolvido a partir das discussões teóricas que subsidiaram esta dissertação e busca ser uma alternativa para o ensino de química por propiciar mudanças de comportamento de alunos e professor durante as aulas. Esse produto encontra-se disponível no endereço <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206986>.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem significativa. Aprendizagem Cooperativa. UEPS. Funções Inorgânicas. Digestão.



## ABSTRACT

The teaching-learning process of Chemistry in high school has been a challenge for teachers and students. The use of new methodologies, as well as of didactic materials contextualized with the local reality, are an alternative to the traditional model of the classes, helping to transpose between the chemical concepts and the daily life of the students. The present work constitutes the elaboration, application and analysis of an educational product developed during the professional master's degree program of the Teaching of Sciences and Mathematics of the University of Passo Fundo, linked to the research line Theoretical-Methodological Foundations for the Teaching Science and Mathematics. The objective of the study was to investigate whether the use of a Potentially Significant Teaching Unit, contextualized with the theme related to digestion, was organized in such a way as to meet the premises of meaningful learning conceived by David Ausubel and the cooperative learning developed by the brothers David Johnson and Roger Johnson favors learning the content of inorganic functions in a more meaningful way for students. In order to meet the objective, the study is characterized as qualitative, using three instruments for data collection and analysis: field diary, pre and post intervention questionnaire and poster production by students. For this, the educational product entitled "Inorganic Functions: Let's Digest?" Was developed as a support material for teachers and students, which includes contextualization texts, experimental activities and the conception of inorganic functions acids, bases, salts and oxides. The Potentially Significant Teaching Unit, developed in this dissertation, was applied in a class with 25 first year high school students from a state school in the municipality of Panambi/RS over 10 meetings. The analysis of the collected data allowed to point to the viability of the methodological proposal as evidence of a significant learning, evidenced by the wide participation of the students during the classes, as described in the field diary, in the satisfactory results pointed out in the pre and post intervention questionnaires and in the cooperative work among the students to make the posters, although in the latter, stressed the difficulty in describing the chemical reactions involved. The dissertation, accompanied by an educational product intended for high school teachers, was developed from the theoretical discussions that subsidized this dissertation and seeks to be an alternative to the teaching of chemistry by propitiating changes in student and teacher behavior during classes. This product is available at <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206986>.

**Keywords:** Significant Learning. Cooperative Learning. Potentially Significant Teaching Unit. Inorganic Functions. Digestion.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de formação de pequenos grupos de discussão pelo método jigsaw. ....	24
Figura 2 - Ácido e base de Lewis .....	32
Figura 3 - Atividade experimental Acidez e Alcalinidade dos alimentos.....	51
Figura 4 - Atividade experimental acidez e alcalinidade dos alimentos.....	51
Figura 5 - Discussão nos grupos bases.....	56
Figura 6 - Discussão nos grupos de especialistas .....	56
Figura 7 - Cartazes produzidos pelos alunos.....	57
Figura 8 - Questão 1 do Questionário Avaliação do Conhecimento dos Alunos .....	59
Figura 9 - Questão 2 do Questionário Avaliação do Conhecimento dos Alunos .....	61
Figura 10 - Descrição de azia e má digestão nos cartazes .....	65
Figura 11 - Hidróxido de magnésio nos cartazes.....	67
Figura 12 - Hidróxido de alumínio nos cartazes.....	68
Figura 13 - Carbonato de cálcio nos cartazes.....	69
Figura 14 - Bicarbonato de sódio nos cartazes .....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos selecionados nos bancos de dados pesquisados.....	38
Tabela 2 - Descrição dos momentos da UEPS .....	46
Tabela 3 - Resultados da questão 1 – Questionário pré-intervenção.....	60
Tabela 4 - Resultados da questão 1 – Questionário pós-intervenção .....	60
Tabela 5 - Resultados da questão 2 – ÁCIDO.....	62
Tabela 6 - Resultados da questão 2 – BASE .....	63
Tabela 7 - Resultados da questão 2 – ÓXIDO .....	63
Tabela 8 - Resultados da questão 2 – SAL.....	64
Tabela 9 - Descrição de azia e má digestão nos cartazes .....	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade

MEC: Ministério da Educação e Cultura

PNLD: Programa Nacional do Livro Didático

TAS: Teoria da Aprendizagem Significativa

UEPS: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>APORTES TEÓRICOS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Cooperativa</b> .....	<b>21</b>
2.2.1	<i>Método Cooperativo Jigsaw</i> .....	23
<b>2.3</b>	<b>Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS</b> .....	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>FUNÇÕES INORGÂNICAS</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Aspectos históricos</b> .....	<b>28</b>
3.1.1	<i>Teorias Ácido-base</i> .....	29
3.1.1.1	Teoria de Arrhenius.....	29
3.1.1.2	Teoria de Brønsted-Lowry.....	30
3.1.1.3	Teoria de Lewis.....	31
3.1.2	<i>Sais</i> .....	32
3.1.3	<i>Óxidos</i> .....	33
<b>3.2</b>	<b>Funções inorgânicas nos livros didáticos</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>Produções acadêmicas</b> .....	<b>37</b>
3.3.1	<i>Periódicos Nacionais</i> .....	39
3.3.2	<i>Teses e dissertações de mestrado</i> .....	40
3.3.3	<i>Publicações no Google Acadêmico</i> .....	42
<b>4</b>	<b>PROPOSTA PEDAGÓGICA</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>O Produto Educacional e o locus de aplicação</b> .....	<b>45</b>
4.1.1	<i>Lócus da prática e público alvo</i> .....	47
<b>5</b>	<b>A PESQUISA</b> .....	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Metodologia</b> .....	<b>48</b>
5.1.1	<i>Pesquisa qualitativa</i> .....	48
5.1.2	<i>Coleta de dados</i> .....	48
<b>5.2</b>	<b>Descrição dos encontros e análise dos resultados</b> .....	<b>49</b>
5.2.1	<i>Relato dos encontros</i> .....	50
5.2.1.1	Encontro 1.....	50
5.2.1.2	Encontro 2, 3 e 4 .....	52
5.2.1.3	Encontro 5.....	53
5.2.1.4	Encontro 6.....	54

5.2.1.5	Encontro 7.....	54
5.2.1.6	Encontro 8.....	55
5.2.1.7	Encontro 9.....	57
5.2.1.8	Encontro 10.....	58
5.2.2	<i>Questionário Pré e Pós-Intervenção</i> .....	59
5.2.2.1	Questão 1 .....	59
5.2.2.2	Questão 2 .....	61
5.2.3	<i>Cartazes confeccionados nos grupos focais</i> .....	64
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário pré e pós intervenção</b> .....	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE B - Texto Digestão</b> .....	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE C - Atividade experimental acidez e basicidade dos alimentos</b> .....	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE D - Atividade experimental da condutibilidade elétrica das soluções</b> .....	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE E - Conteúdo conceitual desenvolvido com os alunos</b> .....	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE F - Como funcionam os antiácidos</b> .....	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE G - Passo 10: pesquisa sobre a ação de substâncias antiácidas por meio do método cooperativo <i>Jigsaw</i></b> .....	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE H - Passo 11: confecção de cartazes</b> .....	<b>109</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para entender as razões que levaram a realização desta pesquisa, é preciso primeiro conhecer o pesquisador e suas motivações. Por isso, inicialmente é descrita uma breve biografia da pesquisadora<sup>1</sup>. Sou natural de Pejuçara, uma pequena cidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Filha de agricultores, estudei em escola pública. Embora meus pais não tenham formação acadêmica, sempre priorizaram a educação, acompanhando, incentivando e cobrando resultados. Meus professores foram muito exigentes em termos de conteúdos/conhecimento e de disciplina. Com facilidade para as disciplinas das ciências exatas e motivada pelas aulas de química do ensino médio, como curso superior escolhi Ciências Plenas – Habilitação: Ciências no Ensino Fundamental e Química no Ensino Médio, na UNIJUI – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, concluindo o mesmo em 2005.

As primeiras experiências como professora durante os estágios realizados na graduação. As diferenças entre as teorias e a prática pedagógica, foram vivenciadas diariamente de maneira angustiante, potencializadas por uma grande insegurança da prática docente: Será que vão me perguntar o que não sei? Será que meu planejamento é suficiente? Será que se brincar perco o domínio da turma, ou se for muito séria não conseguirei chegar até eles?

Aflita com as primeiras experiências, iniciei o curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Educação Interdisciplinar com o intuito de pesquisar, e aprofundar sobre as questões do ser professor. No decorrer das aulas entendi que o constituir-se professor era um processo contínuo, que as experiências vividas em sala de aula moldariam meu jeito de ser professor. Assim, escolhi o tema da minha monografia – Iniciação Docente: tempo de Aprendizagem e constituição do Ser Professor, concluindo o curso no 2º semestre de 2006.

Após esse entendimento<sup>1</sup>, senti-me confiante para assumir, em junho de 2007, a nomeação no concurso de docentes da Rede Estadual de Educação do Estado do Rio Grande do Sul e em março de 2009 da Rede Municipal de Educação em Panambi.

Os conteúdos a serem trabalhados em cada série/ano preocupavam-me, agora também tenho a compreensão de que a maneira como seriam trabalhados, contribuiria para se tornarem mais significativos aos alunos. Dessa forma, procurei<sup>1</sup> desenvolver projetos de ensino-aprendizagem interdisciplinares, que fizessem uma ponte entre o trabalho em sala de aula e o dia a dia dos alunos. Focada em manter o equilíbrio entre o respeito e a amizade na relação

---

<sup>1</sup> A fim de tomar o tom da escrita mais pessoal, opto, em algumas partes do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

professor-aluno, esforcei-me para desenvolver um planejamento dinâmico, que mantivesse a organização e a disciplina nas turmas.

O reconhecimento do trabalho desenvolvido em sala de aula impulsionou o convite para assumir a coordenação pedagógica, tanto na escola Municipal, quanto na escola Estadual em que atuava, e posteriormente, a fazer parte da Secretaria Municipal de Educação e Cultura de Panambi - SMEC, como Coordenadora Pedagógica, desempenhando funções relacionadas ao RH da SMEC e Central de Vagas.

Todas as experiências profissionais vividas engrandeceram minha visão sobre a educação, pois permitiram ter um olhar como aluna, como professora, como membro de equipe gestora das escolas e como integrante de Secretaria Municipal de Educação. A sensação que descreve a ansiedade e as incertezas ao voltar para sala de aula, após um período sem essa experiência direta com os alunos, foi o que motivou minha procura por uma Pós Graduação *stricto sensu*, optando pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, escolhendo a linha de pesquisa “Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática”, com o intuito de buscar as respostas para qualificar o trabalho com os alunos, transformando a Química em algo significativo e interessante.

A problemática realidade de muitas salas de aula é relatada pela parábola apresentada por Campos e Silva (1999):

Tendo ficado em sono profundo durante décadas, um homem acorda e percorre, espantado, o novo mundo que o cerca: as pessoas movem-se em máquinas que ele nunca vira antes. As casas são outras, de materiais que ele também desconhecia. Intrigado, encontra caixas de onde saem imagens e sons. As pessoas vestem-se de modo estranho. Assustado, refugia-se em um prédio onde, ao entrar em uma sala, depara com jovens sonolentos, fingindo prestar atenção em uma pessoa mais velha que lhes fala sobre algo que só a ela parece interessar. Uma suave sensação de alívio o envolve, aquela sensação de quem, numa terra estranha, encontra algo que conhece de longa data (p. 18).

A cena descrita nesta parábola, ainda é uma realidade presente em muitas escolas, e está diretamente relacionada aos fracassos da Educação nas últimas décadas, com os altos índices de não aprovação, de abandono escolar, e de distorção idade/série, principalmente no ensino médio. Dados do Censo Escolar 2016 apontam que a 1ª série do Ensino Médio é a que apresenta a maior taxa de insucesso (soma de reprovação e abandono), sendo esta de 25,4% (na 2ª série a taxa é de 16,4% e na 3ª série de 10,5%) (INEP, 2016).

A análise dos resultados da disciplina de Química confirma esse resultado. De acordo com levantamento realizado pelo AppProva (plataforma que auxilia alunos e escolas a se prepararem para o Enem), as disciplinas de Matemática, Física e Química são as que apresentam



a menor taxa de acertos entre os anos de 2009 e 2014. Apenas no exame de 2014, a taxa de acertos em Química foi de 27%, e em Matemática e Física, de 25% (PORTAL BRASIL). Entre as causas apontadas para tais resultados, podem ser citadas o processo de ensino-aprendizagem com base na fragmentação do conhecimento, na descontextualização e na aprendizagem mecânica.

Na maioria das vezes, o ensino da Química tem se resumido a mera transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo do mesmo, quase sempre, a pura memorização. Enfatizam-se ainda, e não menos importantes, muitos tipos de classificação, de reações, de soluções, fórmulas e nomenclaturas, que apesar de serem importantes, são trabalhadas de forma isolada, não representando aprendizagens significativas.

De acordo com Ausubel (2000), ao propor a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a transformação das informações e dos conceitos desenvolvidos durante as aulas em conhecimento significativo para o aluno ocorre através das vivências que os alunos tiveram fora da escola, as quais servirão de referência para a nova informação, a ponto de promover mudanças, transformando-se em uma aprendizagem significativa.

Dentro dessa perspectiva, observa-se que, o ensino das Funções Inorgânicas, no 1º (primeiro) ano do Ensino Médio é desenvolvido de maneira pouco significativa para os alunos, pois as situações criadas para contextualizar esse conteúdo são planejadas dentro de um contexto a ser estudado, criando uma ligação artificial entre o conhecimento químico e a realidade dos alunos, limitando-se a exemplos apresentados ao final de algum conteúdo, sendo que na maioria das vezes, esse conteúdo é exemplificado de maneira superficial com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), abordando questões ambientais como chuva ácida e efeito estufa.

Isso pode ser confirmado pelas propostas pedagógicas configuradas nos diferentes materiais didáticos mais utilizados nas escolas – apostilas, livros didáticos, etc. Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos (BRASIL, 2006, p. 101).

Tais contextualizações mencionadas no trecho acima, impostas, não contribuem para uma aprendizagem significativa, uma vez que nem sempre estão presentes no cotidiano, ou seja,

o aluno não é desafiado a responder, a solucionar um problema que é importante para ele naquele momento.

Essas falsas contextualizações foram experienciadas pela pesquisadora durante o Ensino Médio. Residindo em um pequeno município de aproximadamente 4.000 habitantes no interior do Rio Grande do Sul, as consequências da chuva ácida ou efeito estufa não exerciam influência direta sobre o dia a dia dos estudantes, mesmo assim, ao apresentar o conteúdo das Funções Inorgânicas, o livro adotado trazia no início e no final do capítulo textos que abordavam esses temas relacionados a CTS. Contudo, por não constituir uma problemática real, os textos retratados para contextualizar o conteúdo, tornaram-se, na verdade, mais um conteúdo específico e descontextualizado que deveria ser estudado e entendido (ou memorizado) pelos alunos.

É importante ressaltar a importância de estudar esses fenômenos ambientais, diante da realidade do planeta. Contudo, para alunos que não residem em grandes cidades ou em locais onde as consequências desses fenômenos não são vivenciadas de maneira direta, apesar da contextualização, a aprendizagem nem sempre se torna significativa.

De acordo com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, para o ensino da Química, deve-se considerar a vivência individual dos alunos – seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais.

Defende-se uma abordagem de temas sociais (do cotidiano) e uma experimentação que, não dissociadas da teoria, não sejam pretensos ou meros elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes. Para isso, é necessária a articulação na condição de proposta pedagógica, na qual situações reais tenham um papel essencial na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados (BRASIL, 2006, p. 117).

De acordo com a aprendizagem significativa, além de o conteúdo ser significativo, ter uma relação com as experiências e vivências, a metodologia utilizada é extremamente importante no processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, os pressupostos da aprendizagem cooperativa, desenvolvidos pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson, emergem como uma proposta para uma metodologia de ensino mais eficaz na construção de uma aprendizagem significativa (JOHNSON; JOHNSON, 1988). A aprendizagem cooperativa é um termo genérico que se refere a numerosas técnicas de organizar e conduzir as atividades em sala de aula. Consiste, principalmente, na utilização de pequenos grupos para desenvolver um trabalho, com objetivos comuns. Esse trabalho em conjunto propicia aos estudantes criarem formas de

interdependência, que os tornam responsáveis pelo sucesso de sua aprendizagem e também pela dos outros (VIEIRA, 2000).

As UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, propostas por Moreira (2012) representam uma alternativa que efetiva a união dos princípios da aprendizagem significativa e da aprendizagem cooperativa: “As UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2012, p. 3).

As UEPS são uma alternativa para a construção de materiais potencialmente significativos. Esses materiais podem agregar uma boa estrutura e desencadeamento lógico (coerência de argumentos), e ainda, fazer sentido ao grupo ao qual se pretende apresentar determinado conceito/conteúdo. Sendo assim, o material deve estar em consonância com os conhecimentos prévios dos estudantes, pois somente dessa forma será relacionável à estrutura cognitiva do sujeito que aprende e, possibilitará a construção de significados.

A necessidade de tornar o ensino das Funções Inorgânicas, atraente e significativo para os alunos, através do desenvolvimento de uma UEPS, propondo criar discussões a partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las, procurando solucioná-las, é o que move esta pesquisa.

Portanto, considerando as teorias e ideias expostas, este trabalho culmina com a seguinte pergunta: Como a utilização de uma UEPS, para a contextualização a partir das vivências dos estudantes, contribui para que o ensino das Funções Inorgânicas seja mais significativo?

De acordo com o problema levantado, o objetivo geral é averiguar se a utilização de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, contextualizada com o tema relacionado à digestão, que foi organizada de maneira a atender as premissas da aprendizagem significativa concebida por David Ausubel e da aprendizagem cooperativa desenvolvida pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson favorece a aprendizagem do conteúdo das funções inorgânicas de maneira mais significativa para os alunos. Para atender ao objetivo, o estudo caracteriza-se como de natureza qualitativa, os objetivos específicos dessa pesquisa consistem em:

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as Funções Inorgânicas de maneira que sirvam de ponto de ancoragem para uma aprendizagem significativa.
- Desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como produto educacional, usando-as como referência para as situações problemas, temas relacionados à má digestão e azia, bem como a utilização de algumas substâncias usadas para essas situações.

- Apresentar o conteúdo das Funções Inorgânicas (conceito, características, nomenclatura, exemplos) de maneira que os alunos reconheçam a presença dessas substâncias em seu dia a dia.
- Proporcionar trabalhos em grupo para o desenvolvimento de uma aprendizagem cooperativa através da utilização do método *Jigsaw*.
- Avaliar a metodologia da UEPS, através da aprendizagem cooperativa, se tal contribui na compreensão do conteúdo pelos alunos de maneira mais significativa.

Esta pesquisa está estruturada em seis capítulos. O primeiro introduz a pesquisa realizada, expondo o problema e os objetivos da mesma. O capítulo 2 traz uma abordagem sobre os aportes teóricos que fundamentam o trabalho: a Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel; a Teoria da Aprendizagem Cooperativa, criada pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson e a metodologia das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, idealizada por Marco Antônio Moreira.

O capítulo 3 refere-se às Funções Inorgânicas, abordando as principais teorias desenvolvidas ao longo dos anos para conceituar e explicar esse conteúdo, bem como uma análise da maneira abordada nos livros didáticos distribuídos nas escolas públicas brasileiras pelo PNLD – Programa Nacional do Livro Didático, e quais os rumos das pesquisas acadêmicas desenvolvidas no Brasil, relacionadas ao foco desta pesquisa.

O capítulo 4 consiste na proposta pedagógica a ser desenvolvida. Inicia com a descrição do produto educacional desenvolvido, as características do material produzido, bem como sua estruturação na forma de uma UEPS, além da caracterização do *locus* da pesquisa e o público-alvo com o qual será desenvolvida a pesquisa.

O capítulo 5 refere-se a pesquisa, abordando a metodologia e as características de pesquisa qualitativa desenvolvida, além de descrever a aplicação do produto educacional, bem como o relato dos encontros realizados através do registro no diário de campo e análise dos dados coletados com o uso de dois instrumentos: questionário pré e pós intervenção e confecção de cartazes.

No capítulo 6, são feitas as considerações finais discorrendo sobre a viabilidade da implantação da proposta desenvolvida, bem como se a mesma atendeu aos objetivos a que se propunha.

## 2 APORTES TEÓRICOS

### 2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

De acordo com o Dicionário Aurélio de Português, aprendizagem tem o seguinte significado: 1- ato ou efeito de aprender; 2 - Tempo durante o qual se aprende; 3 - Experiência que tem quem aprendeu. Como é se pode ver, o conceito de aprendizagem é complexo porque envolve a interação de diversos fatores e processos pelos quais compreendemos conceitos de termos específicos.

A aprendizagem consiste em uma mudança persistente no comportamento do indivíduo devido à experiência. Esta abordagem, portanto, enfatiza de modo particular a maneira como cada indivíduo interpreta e tenta entender o que acontece nas suas vivências. Ela ocorre, portanto, quando por meio de uma experiência, mudamos nosso conhecimento anterior a respeito de uma ideia, comportamento ou conceito. Moreira (1997) define-a como o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento.

O ser humano está em constante processo de aprendizagem e essa não ocorre de forma isolada, ocorre através da interação com o outro e com o meio em que vive.

As percepções cognitivistas da aprendizagem, na década de 60, serviram de pano de fundo para o psicólogo norte-americano David Paul Ausubel, o qual elaborou uma teoria focada na aprendizagem desenvolvida na sala de aula, chamada de Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

O principal diferencial dessa teoria é a valorização das experiências e conhecimentos adquiridos durante toda a vida pela interação com o meio social no qual se vive, e pela trajetória escolar. Para Lima (2011) essa teoria, ao priorizar o “fazer sentido”, permite que o aprendiz tenha noção do processo pelo qual está passando e conseqüentemente, que este se sinta atuante em seu aprendizado.

Para Ausubel (2000) “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”. Ainda, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) explicam que a Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva.

Moreira (1999) também afirma que a aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não- literal) à estrutura cognitiva do aprendiz.

Para que a aprendizagem ocorra, Ausubel defende a ideia de subsunçores, que podem ser definidos como aqueles conhecimentos, especificamente, relevantes à nova aprendizagem. Simplificando, podemos definir subsunçor como um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo, um pré conhecimento no qual possibilita que o novo conhecimento tenha significado, ou seja, o novo conhecimento deve ancorar-se a um conhecimento específico já existente – um subsunçor. De acordo com Moreira (2012):

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim, um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos (p. 4).

Contudo, nem sempre o aluno possuirá conhecimentos específicos sobre todos os conceitos a serem desenvolvidos. Nesse caso, Ausubel defende que o professor ative os organizadores prévios, aos quais Moreira (2012) propõe a seguinte definição:

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido (p. 11).

Nesses casos, quando o aluno não possui um subsunçor específico para ancorar o novo conhecimento, e o professor precisa apresentá-lo através de organizadores prévios, Ausubel (2000) salienta que a aprendizagem mecânica faz-se necessária, pois é através dela que o indivíduo desenvolve os subsunçores necessários para ancorar um novo conhecimento mais abrangente.

Segundo a teoria ausubeliana, a aprendizagem significativa só ocorre quando a tríade indivíduo, estrutura cognitiva e material (conteúdo, metodologia) estiverem em harmonia.

O indivíduo deve ter predisposição para a aprendizagem, deve querer aprender, para isso a estrutura cognitiva do indivíduo deve apresentar subsunçores específicos, para que estes se relacionem com o novo conhecimento. Ou seja, para a aprendizagem ser significativa o aprendiz deve querer relacionar o novo conteúdo àquilo que ele já sabe (conhecimento prévio), a fim de ampliá-lo.

Além da predisposição a aprender, o novo material (conteúdo) deve ser significativo, capaz de se relacionar com um conhecimento que o aprendiz já possua. Para isso, os meios no qual esse novo conteúdo será desenvolvido (livros, aulas, aplicativos, etc) deve ter um significado lógico, auxiliando o aprendiz a fazer as relações necessárias com uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) afirmam que,

A aprendizagem significativa [...] ocorre quando a tarefa da aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente, para assim proceder (p. 23).

Com esses dois marcos como referência (o material significativo e os subsunçores), as proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos prévios de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes.

A partir dessa especificação, a aprendizagem escolar passa a caracterizar-se globalmente como a assimilação entre esses subsunçores e os novos conhecimentos conceituais, selecionados socialmente como relevantes e organizados nas áreas de específicas.

De acordo com a aprendizagem significativa, além de o conteúdo ser significativo ter uma relação com as experiências e vivências, a metodologia utilizada é extremamente importante no processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, os pressupostos da aprendizagem cooperativa, desenvolvido pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson, revela-se como uma proposta para uma metodologia eficaz.

## **2.2 Teoria da Aprendizagem Cooperativa**

As pesquisas sobre aprendizagem cooperativa tornaram-se relevantes a partir do final dos anos 60 e início dos anos 70, principalmente nos EUA, devido às preocupações com os direitos civis e as relações inter-raciais, como aponta Santos (2011):

[...] aliado às preocupações da sociedade americana com os direitos civis e com as relações inter-raciais, nos anos sessenta, os pressupostos inerentes à Aprendizagem Cooperativa revigoraram-se. Nesse período, surgiram movimentos, em algumas universidades dos EUA, que conduziram ao reaparecimento de uma metodologia suportada por um conjunto de técnicas que valorizavam qualidades sociais, designadamente “ser capaz de negociar”, “partilhar responsabilidades” e “comunicar”, entre outras (p. 97).

Quanto ao emprego dos termos “aprendizagem colaborativa e cooperativa”, alguns pesquisadores entendem que, embora apresentem definições similares, diferenciam-se no que diz respeito às suas definições, enquanto outros utilizam-nos como se fossem sinônimos (TORRES; ALCANTARA; IRALA, 2004). Entretanto, salienta-se que na aprendizagem cooperativa são os sujeitos os responsáveis pelo grupo e vice-versa, sendo que o professor tem o papel de auxiliar o grupo a atingir os objetivos.

Grandes contribuições para a divulgação da aprendizagem cooperativa são atribuídas aos irmãos David Johnson e Roger Johnson (1988). Pois consideram que cooperar significa “trabalhar juntos para buscar objetivos comuns”, nas atividades cooperativas os indivíduos buscam resultados que tragam benefícios para si, e ao mesmo tempo para todos os outros integrantes do grupo.

A aprendizagem cooperativa é um termo genérico que se refere a numerosas técnicas de organizar e conduzir as atividades em sala de aula. Consiste, principalmente, na utilização de pequenos grupos para desenvolver um trabalho, com objetivos comuns. Esse trabalho em conjunto propicia aos estudantes criarem formas de interdependência, que os tornam responsáveis pelo sucesso de sua aprendizagem e também pela dos outros (VIEIRA, 2000).

Neste tipo de aprendizagem, os grupos de estudantes desenvolvem um trabalho com objetivos comuns. Tal trabalho deve ser organizado de forma a maximizar a aprendizagem de cada indivíduo do grupo, durante o processo de realização do mesmo (SANTOS, 2011). Existem vários modelos e diferentes formas de implementar a aprendizagem cooperativa, mas há um consenso da presença de cinco componentes a se considerar nesta abordagem pedagógica. São eles:

- *Interdependência positiva* – sentimento de trabalho em grupo para um objetivo comum, quando cada um se preocupa com a aprendizagem dos colegas;
- *Responsabilidade individual* – cada um é responsável pela própria aprendizagem e pela dos colegas;
- *Interação face a face* – oportunidade de interagir com os colegas de modo a explicar, elaborar e relacionar conteúdos;
- *Habilidades interpessoais* – desenvolvimento de habilidades de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito;
- *Processamento grupal* – balanços frequentes e sistêmicos do funcionamento do grupo e da progressão na aprendizagem.



A compreensão desses cinco elementos básicos deve refletir no trabalho do professor. O domínio e a aplicação dos referidos componentes permitem o planejamento e a organização das atividades cooperativas formais. Nessas atividades, os alunos trabalham juntos por um dia ou por várias semanas, realizando tarefas que podem implicar, por exemplo, na solução de um problema, redação de um relatório, leitura de um livro, realização de pesquisa, confecção de cartazes.

De acordo com Johnson, Johnson e Holubec (1999) cabe ao docente as atribuições de:

- Determinar os objetivos da atividade;
- Tomar decisões prévias a sua realização, como distribuir os estudantes em grupos de trabalho, escolher os materiais didáticos, determinar a disposição de carteiras a ser adotada na sala, etc;
- Explicar a atividade e os objetivos almejados com a sua realização;
- Colocar em funcionamento a atividade cooperativa propriamente dita;
- Controlar a efetividade do trabalho realizado nos grupos e fazer intervenções quando necessário;
- Avaliar a aprendizagem dos alunos, solicitando que o grupo faça uma avaliação sobre o seu desempenho, ou seja, o processamento grupal.

Várias técnicas que podem ser utilizadas na aprendizagem cooperativa vêm sendo desenvolvidas desde os anos 1960. Destacamos algumas delas:

- *Learning together* (Aprendendo juntos);
- *Students Team Achievement Divisions* – STAD (Divisão dos alunos por equipes de rendimento);
- *Teams-Games- Tournaments* – TGT – (Equipes de competição);
- *Groups investigations* (Grupos de investigação);
- Jigsaw;
- *Team-Assisted Individualization* – TAI (Equipes Assistidas de Ensino Individual);
- *The Structural Approach* (Abordagem Estrutural para a Aprendizagem Cooperativa).

Todas as técnicas do Método Cooperativo apresentam vantagens quanto à sua utilização, contudo, devido as suas peculiaridades e por atender às expectativas desta pesquisa, será detalhado apenas o método *Jigsaw*.

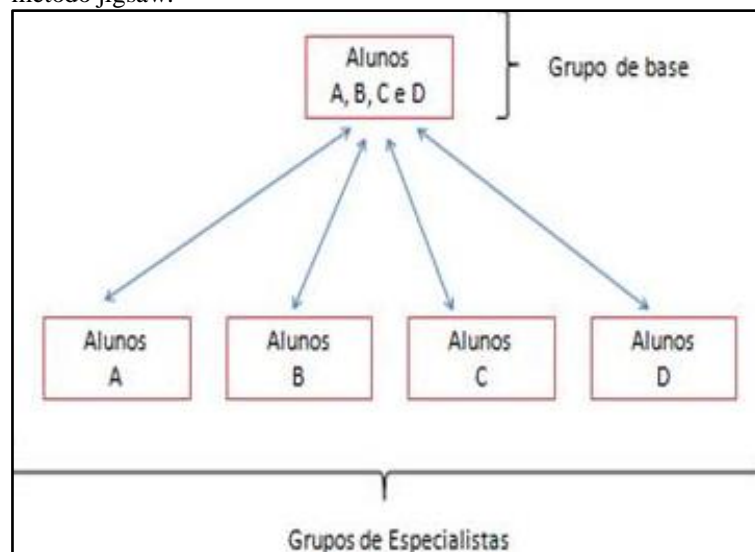
### 2.2.1 Método Cooperativo Jigsaw

O método Jigsaw foi desenvolvido por Aronson (1978), e pode ser definido como um conjunto de procedimentos específicos que se adéqua ao desenvolvimento de competências

cognitivas de nível superior e não se distancia dos princípios fundamentais considerados na Aprendizagem Cooperativa (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999).

Neste método, os alunos trabalham em grupos cooperativos, sendo que a tarefa realizada por cada aluno é essencial para a concretização do trabalho final do grupo, pois a sua organização de funcionamento assemelha-se a de um quebra-cabeça, daí a origem do nome *Jigsaw*, cujo trabalho somente está concluído quando todas as peças estão encaixadas. Um esquema da formação dos grupos encontra-se ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de formação de pequenos grupos de discussão pelo método *jigsaw*.



Fonte: autora, 2017; adaptado de Barbosa e Jófili, 2004.

Neste método, cada membro do grupo é ao mesmo tempo responsável e dependente dos demais; primeiro porque é incumbido por realizar a pesquisa ou efetivar uma parte específica do trabalho e compartilhá-la com os outros e dependente, pois, a aprendizagem de cada uma das partes fica subordinado à pesquisa e ao trabalho do outro.

Teodoro (2011) descreve cada uma das fases do Método *Jigsaw*:

Na primeira fase da atividade os alunos são divididos em grupos de base heterogêneos. O material acadêmico é dividido em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma parte. Na segunda fase da atividade, os alunos de grupos de bases diferentes, que foram designados a estudar a mesma parte do material didático, estudam e discutem seus materiais juntos, formando grupos de especialistas. Na terceira fase, depois da discussão nos grupos de especialistas, cada aluno retorna ao seu grupo de base e compartilha o aprendizado adquirido sobre sua parte com os outros membros do seu grupo (p. 50-51).

A aprendizagem cooperativa através do método *Jigsaw* propicia que cada aluno torne-se responsável não só por sua própria aprendizagem, como também pela aprendizagem dos

demais membros do seu grupo base, pois será ele, quem trará as informações adquiridas durante as discussões realizadas no grupo de especialistas. A partir do princípio de uma aprendizagem significativa e cooperativa, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) propostas por Moreira (2011, p. 02) representa um método que efetiva a união desses dois tipos de aprendizagem.

### **2.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS**

Planejar as aulas e desenvolver um material de ensino que realmente desenvolva uma aprendizagem significativa para os alunos e os estimule a desenvolver a aprendizagem cooperativa não é uma tarefa fácil para o professor. Nesse sentido, o professor Marco Antônio Moreira propõe o desenvolvimento de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

De acordo com Moreira (2012, p. 3) “as UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. Moreira (2011, p. 44) afirma que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos”.

A UEPS, proposta por Moreira (2011), é uma alternativa para a construção de materiais potencialmente significativos; materiais que carregam em si uma boa estrutura e desencadeamento lógico (coerência de argumentos), e ainda, que façam sentido para o grupo ao qual se pretende apresentar determinado conteúdo. Sendo assim, o material deve estar em consonância com os conhecimentos prévios dos estudantes. Somente dessa forma ele será relacionável à estrutura cognitiva do sujeito que aprende e, assim, possibilitará a construção de significados psicológicos, por parte do mesmo.

Para Moreira (2012), o princípio fundante dessa organização, é o que o aprendiz já sabe sendo que as situações-problemas funcionam como organizadores prévios, ou seja, uma forma de ligação entre o que o aprendiz já sabe e o novo conhecimento a ser apresentado. Nesse sentido, estabelece alguns passos para a elaboração das UEPS, a saber:

- *Situação inicial*: definir o assunto específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria em estudo.
- *Situações-problema*: proporcionar produções textuais, debates, discussões, questionários, mapas conceituais, mapas mentais e situações-problema que levem

o aluno a externalizar seus conhecimentos prévios, aceitos ou não no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do assunto em questão. Nessa etapa, é importante propor situações-problema, em nível inicial, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno, com o objetivo de prepará-lo para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar. As situações-problema podem funcionar como organizadores prévios, dando sentido aos novos conhecimentos. No entanto, o aluno deve percebê-las como problemas, sendo capaz de modelá-las mentalmente.

- *Revisão*: é importante retomar os tópicos que foram abordados nas aulas anteriores. Por isso, o professor deve iniciar a aula com uma revisão, ou seja, uma miniaula expositiva, sobre o que foi estudado até o momento, abrindo espaço para discussões e perguntas dos alunos.
- *O processo de ensino*: após serem trabalhadas as situações-problemas iniciais e a retomada dos tópicos abordados em aulas anteriores, deve-se apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em consideração a diferenciação progressiva: começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando e abordando aspectos específicos do assunto.
- *Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade*: dar continuidade às abordagens, porém em nível mais alto de complexidade em relação às primeiras apresentações. Nessa etapa, as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade e deve se dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativas às situações e aos exemplos já trabalhados, isto é, promover a reconciliação integradora. Após essa apresentação, é importante propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador.
- *Avaliação da aprendizagem na UEPS*: deve ocorrer ao longo do desenvolvimento da UEPS, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. É importante que haja uma avaliação somatória individual, após a sexta etapa, na qual deverão ser propostas situações que impliquem compreensão e que evidenciem captação de significados. A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas de forma colaborativa e registros do professor) como na avaliação somatória.

- *Encontro final integrador*: nesta etapa, conclui-se a unidade de ensino, dando continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa. O importante não é a estratégia em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade.
- *Avaliação da própria UEPS*: se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa como captação de significados, compreensão, capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema, então podemos dizer que a UEPS obteve êxito.

### 3 FUNÇÕES INORGÂNICAS

Abordaremos a seguir as Funções Inorgânicas em três momentos: Aspectos históricos; Funções inorgânicas nos livros didáticos; e Produções acadêmicas.

#### 3.1 Aspectos históricos

Desde os primórdios da humanidade, o homem interage com a natureza, a fim de compreender este complexo objeto de estudo. Ao longo dos tempos, nestas interações, uma série de substâncias foram descobertas ou sintetizadas por homens e mulheres envolvidos ou não em atividades científicas, gerando uma grande listagem de substâncias químicas, que haveriam de se tornar objeto de estudo da Ciência Química na modernidade. Entretanto, trabalhar com tantas substâncias gerou a necessidade de criar classificações que as agrupassem com base em suas características. Dessa forma, as substâncias químicas são classificadas em dois grandes grupos: orgânicas e inorgânicas.

Em cada um desses dois grupos, os compostos são organizados em classes, determinadas ao longo dos anos, através da análise de suas propriedades e da maneira como reagem com outros compostos. As classes dos compostos inorgânicos, foco do presente estudo, são chamadas de Funções Inorgânicas. Várias definições foram criadas ao longo da história para conceituar esses compostos, definidos em quatro classes ou funções: **ácidos, bases, sais e óxidos**.

No século XX houve o desenvolvimento das teorias ácido-base, que procuram definições de ácido e base, como reagem, além de outros aspectos que podem ser considerados secundários. Atualmente, segundo algumas teorias, grande parte das substâncias conhecidas apresenta este comportamento, o que torna o tema interessante e fundamental para o estudo da Química (CHAGAS, 2000).

Alguns termos usados hoje têm sua origem na antiguidade, como o ácido, sugerido por causa do sabor (do latim *acidus*, significando azedo, ácido), o álcali (do árabe *al qaly*, significando cinzas vegetais), o sal (do latim *salis*, significando sal marinho). O termo base é mais recente, e foi introduzido pelo francês Duhamel du Moneeau, em 1736 (CHAGAS, 2000).

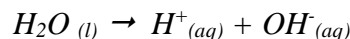
Existem várias teorias sobre acidez e basicidade. Contudo, não se trata realmente de teorias, mas simplesmente de diferentes definições para o que convencionalmente denominamos ácido e base. Abordaremos a seguir as teorias mais significativas de ácido e base, desenvolvidas no século XX: teoria de Arrhenius (1887), Brønsted-Lowry (1923) e de Lewis (1923).

### 3.1.1 Teorias Ácido-base

Entre a variedade enorme de teorias que tratam sobre a temática de ácido-base, a seguir descreveremos as Teorias de Arrhenius, de Brønsted-Lowry e de Lewis, eleitas para este estudo.

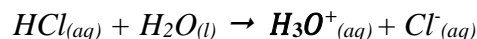
#### 3.1.1.1 Teoria de Arrhenius

Nos primórdios da Química, os ácidos eram identificados pelo seu gosto azedo ou “ácido” e pelos seus efeitos sobre certos pigmentos de plantas, por exemplo o tornassol. As bases, eram substâncias que reagiam com os ácidos formando sais. As soluções, quase que exclusivamente, eram efetuadas em água. Assim, em 1884, o químico, físico e matemático sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) sugeriu a teoria da dissolução eletrolítica e propôs a auto ionização da água, conforme representado a seguir:

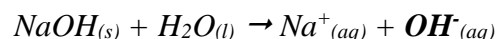


Os conceitos de ácido e base podem ser assim definidos:

- *Ácidos* são compostos em solução aquosa que ionizam, produzindo como íon positivo apenas o cátion hidrônio (ou hidroxônio)  $H_3O^+$ .



- *Bases ou hidróxidos* são compostos, que por dissociação iônica, liberam, como íon negativo, o ânion hidróxido  $OH^-$ , também chamado de hidroxila ou oxidrila.



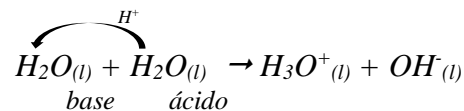
A teoria de Arrhenius é limitada, no sentido de que ela só trata a Química ácido-base em soluções aquosas, desprezando ou ignorando as que podem ocorrer em outras soluções. Com o passar o tempo e com o desenvolvimento de outros estudos por diferentes cientistas e pesquisadores, descobriu-se que reações semelhantes também podem ocorrer em solventes não aquosos, assim como entre moléculas no estado gasoso, como Lee (1999) explica:

Até o final do século 19 acreditava-se que a água seria o único solvente no qual poderiam ocorrer reações iônicas. Os estudos realizados por Cady, em 1897, e por Franklin e Kraus, em 1899, sobre reações em amônia líquida, e por Walden, em 1899, sobre reações em dióxido de enxofre líquido, revelaram muitas analogias com as reações efetuadas em água. Essas analogias sugeriram que os três meios estudados se comportavam como solventes ionizantes e poderiam ser utilizados em reações iônicas; e que ácidos, bases e sais eram comum aos três sistemas. [...] Embora a água ainda seja o solvente mais utilizado, o seu uso exclusivo limitou a química àqueles compostos que são estáveis a sua presença. Os solventes não-aquosos estão sendo cada vez mais utilizados na Química Inorgânica porque muitos compostos, inéditos e instáveis em água, podem ser preparados. [...] Os conceitos de ácido e base, definidos para soluções aquosas, devem ser ampliados para englobar também solvente não-aquosos (p. 132).

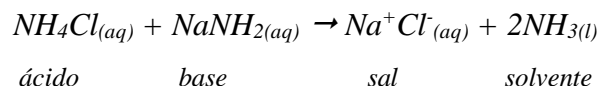
Como resultado das restrições que a Teoria de Arrhenius apresenta, outras teorias foram desenvolvidas para explicar o comportamento ácido básico em outros meios, conforme será abordado na sequência.

### 3.1.1.2 Teoria de Brønsted-Lowry

Em 1923, o dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) e o inglês Thomas Martin Lowry (1874-1936), independentemente, definiram ácidos como sendo doadores de prótons e bases como sendo receptores de prótons. O postulado por Brønsted e Lowry pode ser representado da seguinte forma:

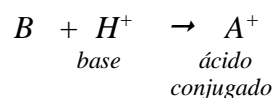
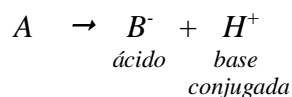


Em soluções aquosas, essa definição não difere apreciavelmente da Teoria de Arrhenius. Para Lee (1999), a teoria de Brønsted-Lowry (como ficou conhecida) é útil, porque estende a aplicabilidade da teoria de ácidos e bases a solventes diferentes da água, como amônia líquida, ácido de acordo com a Teoria de Brønsted-Lowry, bem como a todos os outros solventes contendo hidrogênio. Por exemplo em amônia líquida:

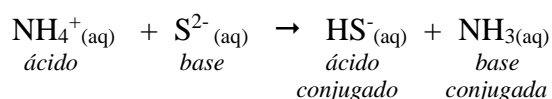
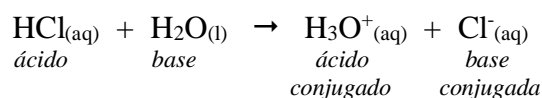


Espécies químicas que diferem na composição apenas por um próton são denominados “pares conjugados”. Portanto, cada ácido possui sua respectiva base conjugada, que se forma quando o ácido doa um próton. Analogamente, cada base possui um ácido conjugado correspondente.





Exemplificando:



Contudo, essa teoria também possui limitações, entre elas, está o fato de que necessita da presença do hidrogênio, por isso surgiu a teoria ácido-base.

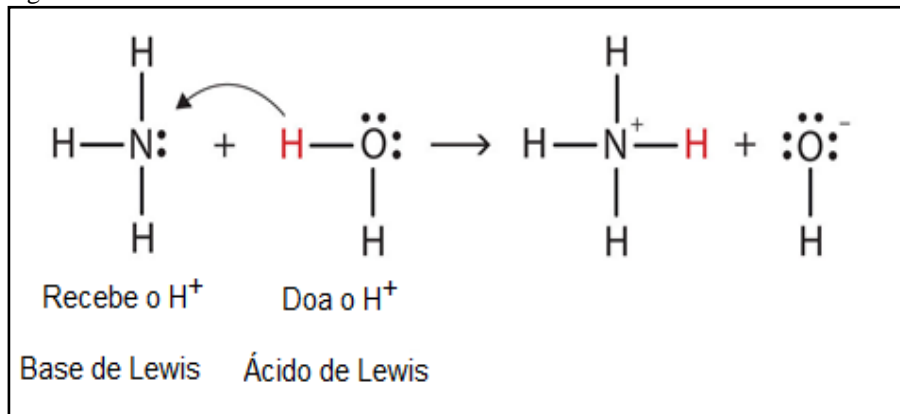
### 3.1.1.3 Teoria de Lewis

O conceito de comportamento ácido-base proposto por Brønsted-Lowry aplica-se bem em reações que envolvem a transferência de próton. Contudo, na década de 1930, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs uma teoria sobre ligações químicas, que também apresenta definições para ácidos e bases. Esses conceitos baseiam-se no compartilhamento de pares de elétrons entre ácido e base. Kotz, Treichel e Weaver (2012), explicam o conceito ácido-base de Lewis:

Um ácido de Lewis é uma substância capaz de aceitar um par de elétrons de outro átomo para formar uma nova ligação, e uma base de Lewis é uma substância capaz de doar um par de elétrons a outro átomo para formar uma nova ligação. Portanto, uma reação ácido-base ocorre, segundo o conceito de Lewis, quando uma molécula (ou íon) doa um par de elétrons para outra molécula (ou íon) (p. 730).

Para Lewis, uma reação ácido-base consiste na formação de uma ligação covalente coordenada mais estável. Assim, quando uma base de Lewis doa um par de elétrons para uma base de Lewis, ambos formam uma ligação covalente coordenada, em que ambos elétrons provêm de um dos átomos, como ocorre no exemplo ilustrativo da Figura 2, apresentado na sequência:

Figura 2 - Ácido e base de Lewis

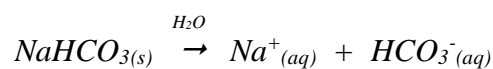
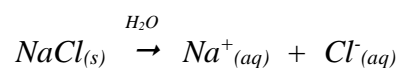


Fonte: Adaptado de <<https://bit.ly/2KiZe12>>.

Nesse caso, a amônia atua como a base de Lewis, pois ela doa o seu par de elétrons para o próton (hidrogênio), sendo, portanto, a receptora do próton. Além disso, formou-se uma ligação covalente entre o hidrogênio (o próton) e a amônia. Já, a água é o ácido de Lewis, pois ele doa o próton (hidrogênio) e recebe o par de elétrons.

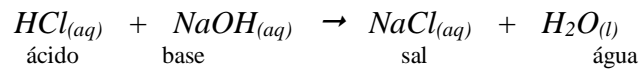
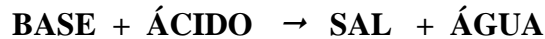
### 3.1.2 Sais

A definição para sais, de acordo com o conceito de eletrólitos da Teoria de Arrhenius é: “Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, dos quais pelo menos um cátion é diferente de  $H_3O^+$  e pelo menos um ânion diferente de  $OH^-$ ”. Ex:



É possível obter um sal por meio da reação química entre um ácido e uma base. Essa reação é chamada de neutralização. Segundo a teoria de Arrhenius, o ácido libera em meio aquoso, como único cátion, o hidrogênio ( $H^+$ ), enquanto a base libera como único ânion, a hidroxila ( $OH^-$ ); portanto, quando colocados para reagir, o  $H^+$  do ácido reage com o  $OH^-$  da base e esses íons neutralizam-se, formando a água, que possui pH 7 (meio neutro, se a neutralização for total).

Além disso, o cátion da base reage com o ânion do ácido, formando um sal, por isso, esse tipo de reação é também chamado de reação de salificação. Abaixo temos um exemplo genérico de reação de neutralização:



### 3.1.3 Óxidos

Praticamente, pode-se considerar que todos os elementos químicos ligam-se ao oxigênio formando óxidos.

**Óxidos** são compostos binários (formados por apenas dois elementos químicos), dos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

Exemplos:

$\text{CO}_{2(g)}$  - dióxido de carbono

$\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$  – óxido de sódio

$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  – monóxido de diidrogênio (água)

## 3.2 Funções inorgânicas nos livros didáticos

O livro didático ainda é, sem dúvida, o principal recurso didático usado na Educação Básica, sendo um norteador para que o professor possa planejar suas aulas e também como apoio no processo de ensino-aprendizagem. Freitas (2009) traz a seguinte definição para livro didático:

É um artefato impresso em papel, que veicula imagens e textos em formato linear e sequencial, planejado, organizado e produzido especificamente para uso em situações didáticas, envolvendo predominantemente aluno e professor, e que tem a função de transmitir saberes circunscritos a uma disciplina escolar (p. 14).

Dada sua importância no contexto da educação, o MEC - Ministério da Educação e Cultura - criou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no qual distribui gratuitamente livros didáticos a todos os alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio das escolas públicas do país. Para atender as exigências do PNLD, os livros vêm ganhando características mais problematizadoras, vinculadas aos princípios norteadores dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), além de apresentarem os conteúdos obrigatórios para cada nível de ensino.

Com relação à organização dos livros didáticos é importante que os mesmos, além de apresentarem os conceitos básicos da disciplina, apresentem outros temas atuais, que evidenciem a dinâmica da construção do conhecimento científico, possibilitando assim o desenvolvimento de atitudes e valores relacionados à formação de um cidadão crítico e participante na sociedade, na qual vive.

Como nas demais disciplinas, o ensino da Química tem sido centrado no uso do livro didático. Sendo assim, é importante a análise de como os conteúdos são apresentados e abordados nos livros didáticos, especificamente o conteúdo das Funções Inorgânicas, foco deste trabalho.

Para isso, serão analisados os livros que compõem as coleções aprovadas pelo PNLD, ano 2015, para a disciplina de química que abordam o conteúdo Funções Inorgânicas, sendo eles:

- ANTUNES, Murilo Tissoni. *Ser Protagonista Química 1*. São Paulo: Editora SM, 2013.
- FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química v. 1*, São Paulo: Ática, 2013.
- MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Química: ensino médio*. 2. ed. São Paulo: Scipione. 2013.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. (Coords.). *Química cidadã: volume 1: ensino médio*. São Paulo: AJS, 2013.

Para Antunes (2013), no livro da coleção “Ser Protagonista”, as substâncias são classificadas em orgânicas e inorgânicas. O livro define ainda que cada função química reúne substâncias que apresentam propriedades semelhantes. São apresentadas as principais propriedades dos ácidos e bases, como características para identificá-los. Os conceitos para essas substâncias são baseados apenas na Teoria ácido-base de Arrhenius, contudo, é feito um pequeno recorte para explicar o comportamento básico da amônia em uma reação com o ácido clorídrico, mencionando a teoria de Brønsted- Lowry. Os sais são definidos como produto da reação de neutralização entre ácidos e bases e os óxidos, como compostos binários em que o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

O autor traz classificações, nomenclatura e exemplos de cada função trabalhada. As contextualizações ocorrem por meio de textos estanques, em sessões definidas como *Saiba mais*: “A vitamina C e o escorbuto”, “A história do sabão”, “Antiácidos”, “Recifes e Corais”, “Vai chover hoje”, relacionado ao “galo” do tempo, “Envenenamento” de motores de automóveis” e “Água oxigenada”. No final dos capítulos, o livro traz uma seção chamada de *Ciência, tecnologia e sociedade*, no qual traz os seguintes textos: “Nova ameaça para os recifes de corais” e “Terra em alerta”.

Fonseca (2013) afirma que uma característica dos compostos inorgânicos é que eles são iônicos ou covalentes, capazes de formar íons. Explica ainda que:

Para efeito de estudo, dividimos os compostos inorgânicos em grupos, de acordo com sua constituição, sempre levando em consideração sua interação com a água, pois o comportamento químico dos compostos inorgânicos pode variar conforme a substância (ou o solvente) com a qual estiverem interagindo (p. 283).

Segundo Fonseca (2013), os ácidos e bases são conceituados apenas de acordo com a Teoria ácido-base de Arrhenius, que é usada também para explicar o conceito dos sais. Os óxidos são definidos como compostos binários, cujo oxigênio é o elemento mais eletronegativo. Também são desenvolvidas as principais regras de nomenclatura, bem como as classificações das substâncias de cada grupo, citando alguns exemplos dos mesmos, no decorrer das explicações, não dando ênfase a esse ponto.

O conteúdo é contextualizado com textos relacionados ao meio ambiente e ao processo industrial, como mineração, utilização do ácido sulfúrico nas indústrias, liberação de gases tóxicos na atmosfera.

Machado e Mortimer (2013), não apresentam o conteúdo das funções inorgânicas no volume 1, apenas no volume 2, no qual abordam os conceitos de ácido-base, quando desenvolvem o conteúdo de equilíbrio químico. Sem fazer nenhuma menção às funções inorgânicas, citam que “uma substância só é considerada ácida ou básica em função das possíveis interações com outras substâncias” (p. 176). Na explicação do equilíbrio ácido-básico usam a definição de Arrhenius para conceituá-las.

Os referidos autores contextualizam o conteúdo com exemplos de alimentos e produtos de limpeza, que apresentam características e ou comportamento ácido ou básico. Referenciam a Escala pH, propondo a realização de atividades experimentais de construção de escala pH. Contudo, não abordam a nomenclatura dos ácidos ou bases, e não fazem nenhuma menção aos sais e óxidos.

Santos e Mol (2013) afirmam que as substâncias são separadas em dois grupos: orgânicas e inorgânicas, sendo essas últimas separadas em subgrupos, de acordo com suas propriedades, ou por seu largo emprego nos processos químicos. Esses subgrupos são os ácidos, as bases, os sais e os óxidos. Trazem o conceito de ácidos e bases sob o enfoque de diferentes teorias: Teoria ácido-base de Arrhenius, a Teoria de Brønsted-Lowry e a Teoria de Lewis. A conceituação dos sais segue a premissa da Teoria ácido-base de Arrhenius. Os óxidos são conceituados como compostos binários, em que o átomo de oxigênio é o elemento mais

eletronegativo. Para os quatro grupos de substâncias são desenvolvidos as nomenclaturas e os exemplos das aplicações mais significativas.

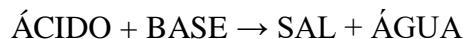
Para contextualizar o conteúdo, os autores trazem textos relacionados ao meio ambiente, como a formação de estalagmites e estalactites nas cavernas, chuva ácida e agricultura sustentável; além de textos relacionados com ciência e sociedade, como “Dureza da água” e “A química dos sabões e detergentes: exemplos de sais que limpam”.

Na análise geral, pode-se ver que, embora todos os livros referem-se a “compostos inorgânicos”, apenas o livro “Ser Protagonista”, faz a definição de função inorgânica como sendo aquela que reúne substâncias com propriedades semelhantes. Com relação a isso, Campos e Silva (1999) afirma que:

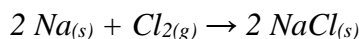
[...] essa forma de exposição pressupõe que tais categorias sejam excludentes, o que não é verdade. Há sais que são ácidos, há óxidos que são bases, há óxidos que são sais ou mesmo ácidos que são bases. Isso ocorre porque o comportamento das espécies químicas é sempre relativo (à outra espécie com que a interação é estabelecida) ou porque o próprio conceito inclui mais de uma das citadas categorias (p. 19).

Ao longo dos anos, várias teorias foram criadas para explicar o comportamento ácido-básico das substâncias, contudo, apenas Santos e Mol descrevem-nas, os demais autores utilizam-se apenas da teoria de Arrhenius, que apesar de ser a mais simples, de fácil entendimento, traz muitas limitações. É importante ressaltar que Antunes, faz uma breve citação da teoria de Brønsted-Lowry para explicar o comportamento da amônia, como se essa teoria fosse específica a ela.

Uma definição comum aos livros didáticos é que a reação entre um ácido e uma base tem como produto sal e água, conforme o seguinte esquema:



Com relação a esse ponto abordado, Campos e Silva (1999) afirmam que essa reação não pode ser considerada regra absoluta, pois é preciso considerar o meio em que a reação ocorre: se for em meio anidro, os produtos serão sal e água; se a reação ocorrer em meio aquoso, haverá a formação apenas de água, pois com a dissociação das substâncias, há formação dos íons hidrônio e hidroxila, já que a reação entre o ácido e base conjugada, formam apenas água. Outra situação que os autores citam para exemplificar o erro nessa definição é a reação entre o sódio sólido e o cloro gasoso, na qual há a formação de sal (cloreto de sódio), porém não há formação de água.



Ao analisar os textos para contextualizar o conteúdo, é possível perceber que na grande maioria são relacionados à proposta CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), alguns deles muito distantes da realidade da maioria dos alunos, mesmo assim, poderiam contribuir para uma aprendizagem significativa, desmitificando a química como uma ciência puramente teórica, contudo eles não são apresentados como parte integrante do conteúdo, mas como uma informação paralela.

### 3.3 Produções acadêmicas

A TAS, os pressupostos da aprendizagem cooperativa, e a metodologia das UEPS, representam propostas didáticas alternativas, que podem ser utilizadas para abordar o conteúdo de funções inorgânicas de forma mais contextualizada e mais atrativa para o educando.

Neste sentido, realizou-se a análise da produção científico-acadêmica desenvolvida nos últimos dez anos (2007 a 2016), em três bancos de dados, a saber: Periódicos Nacionais, Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e Google Acadêmico. O objetivo estava em buscar um panorama de como essas teorias e metodologias de ensino, citadas anteriormente, estão sendo abordadas e debatidas para o ensino das funções inorgânicas no Ensino Médio.

Para isso, realizou-se uma pesquisa do tipo “estado da arte”, que se realiza por meio de uma revisão bibliográfica sobre a produção de determinada área de conhecimento específica. Dessa forma, a presente revisão buscou identificar se as teorias da aprendizagem significativa e cooperativa e a metodologia UEPS estão sendo adotadas para o ensino da Química, mais especificamente, no ensino do conteúdo de funções inorgânicas.

Conforme Ferreira (2002), as pesquisas nesta modalidade:

[...] definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários (p. 258).

Os resultados desta investigação são mensurados na Tabela 01:

Tabela 1 - Trabalhos selecionados nos bancos de dados pesquisados

Banco de dados	Nº de trabalhos selecionados
Periódicos Nacionais presentes no Qualis-Periódicos da Capes	01
Teses e dissertações de mestrado, encontrados no Banco de teses e dissertações da Capes	06
Publicações no Google Acadêmico	03

Fonte: a pesquisa, 2017.

Os periódicos selecionados no portal Qualis-Periódicos, utilizando como filtro de pesquisa a área de avaliação “ensino” e “educação” e o título “química” e “ciências”, nos extratos A1, A2, B1, com publicações *on line*, que tiveram correspondência com o filtro da pesquisa foram apenas 10.

Na pesquisa realizada em cada desses periódicos, usando os descritores “funções inorgânicas”, “aprendizagem significativa”, “aprendizagem colaborativa” e “UEPS”, foram encontrados inúmeros trabalhos publicados para cada um dos descritores isoladamente, contudo, quando os descritores foram pesquisados em conjunto de maneira a atender o objeto desta pesquisa [(“funções inorgânicas”, “aprendizagem significativa”), (“funções inorgânicas”, “aprendizagem colaborativa”) e (“funções inorgânicas”, “UEPS”)] o resultado da pesquisa foi apenas um trabalho publicado no periódico Química Nova da Escola (Qualis B1).

Na pesquisa realizada no Banco de teses e dissertações da Capes, quando realizada a busca para “funções inorgânicas”, apareceram 30.255 (trinta mil duzentos e cinquenta e cinco) resultados, por isso foi refinada a busca, selecionando os anos entre 2007 e 2016, e nas seguintes áreas de conhecimento: educação; educação de adultos; educação em periferias urbanas; educação especial; ensino; ensino de ciências e matemática; ensino profissionalizante; ensino aprendizagem; interdisciplinar; química; química de produtos naturais. A escolha dessas áreas ocorreu em função da relação entre elas com a educação e/ou o ensino. Aplicados esses filtros, restaram 2.146 (dois mil, cento e quarenta e seis) resultados. Esses resultados foram analisados considerando-se apenas o título e as palavras chaves (se continham as palavras “funções inorgânicas”, “aprendizagem significativa”, “aprendizagem cooperativa” e “UEPS”), sendo encontrado seis trabalhos; um deles na modalidade acadêmica e 05 (cinco) na modalidade profissional.

No banco de dados do Google Acadêmico para os descritores “funções inorgânicas” “aprendizagem significativa”, pesquisados em conjunto, encontramos 129 resultados; para os descritores “funções inorgânicas” “aprendizagem cooperativa”, pesquisados em conjunto: 17 resultados; e para os descritores “funções inorgânicas” “UEPS”, pesquisados em conjunto, foram encontrados três resultados. Após análise do título das publicações e do resumo dos mesmos, verificaram-se apenas três publicações que abordam realmente o objeto desta pesquisa.



Com isso, apresenta-se na sequência, a síntese de todos os trabalhos encontrados nas três categorias de análise.

### *3.3.1 Periódicos Nacionais*

O portal eletrônico Qualis-Periódicos, presente na Plataforma Sucupira, é uma biblioteca digital de informação científica e tecnológica destinada a promover e a facilitar o acesso à literatura científico-tecnológica mundial, pelas instituições de ensino e pesquisa brasileiras.

O Qualis-Periódicos é um sistema usado para classificar a produção científica dos programas de pós-graduação no que se refere aos artigos publicados em periódicos científicos. Tal processo foi concebido para atender as necessidades específicas do sistema de avaliação e é baseado nas informações fornecidas por meio do aplicativo Coleta de Dados. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção (CAPES).

O portal eletrônico Qualis-Periódicos, já mencionado acima, oferece um total de 105.322 (cento e cinco mil e trezentos e vinte e dois) títulos de periódicos cadastrados. De acordo com a Classificação de Periódicos 2015, esse portal é um importante mecanismo de atualização da comunidade acadêmica brasileira em relação à produção científica nacional e internacional.

Nesse banco de dados foi encontrado o artigo de Guimarães (2009), que afirma que “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (GUIMARÃES, 2009, p. 198), considerando essa metodologia uma das maneiras de promover a aprendizagem significativa, defendida por David Ausubel. O estudo desse artigo possibilitou compreender que o autor desenvolve uma pesquisa ação, na qual os alunos são desafiados a identificar um material desconhecido através de pesquisa orientada e de atividades experimentais em aulas temáticas. Uma das aulas temáticas desenvolvidas foi “Acidez e basicidade: o que é isso e como o pH pode nos ajudar?”. O autor destaca que o desenvolvimento dessa aula ofereceu os subsunçores necessários para uma maior e melhor compreensão do conteúdo de funções inorgânicas. Entretanto, apesar desse estudo de Guimarães (2009) apresentar uma metodologia para trabalhar o conteúdo das funções inorgânicas de maneira significativa, o artigo não traz um detalhamento específico para esse conteúdo, apenas o cita como uma possibilidade para as atividades experimentais desenvolvidas.

### 3.3.2 Teses e dissertações de mestrado

O Banco de teses e dissertações da Capes é uma fonte abrangente, que concentra trabalhos de pós-graduação *Stricto Sensu* de Instituições de Ensino Superior, públicas e privadas, de todo o Brasil. E, ainda, por se tratar de uma fonte de pesquisa relevante, a qual compreende as diferentes áreas do conhecimento humano, facilita a busca de informação e minimiza tempo e custos para pesquisa.

O Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) reúne 458.657 resumos de teses (abstract). Parte do Portal de Periódicos da Capes, o banco é uma ferramenta de busca e consulta, com resumos relativos a teses e dissertações defendidas desde 1987. As informações são fornecidas diretamente à Capes pelos programas de pós-graduação, que se responsabilizam pela veracidade dos dados (CAPES).

Na busca realizada foram encontrados três trabalhos. O primeiro refere-se a dissertação de mestrado profissional *Construindo alternativas ao ensino das “funções inorgânicas” à luz da epistemologia de Gaston Bachelard*, Martins (2016), discute o conteúdo das funções inorgânicas, fazendo uma revisão de alguns trabalhos a cerca desse conteúdo, concluindo que, por ser considerado de difícil entendimento pelos alunos, os trabalhos encontrados referem-se a diferentes metodologias de ensino. A autora aborda o conceito das funções inorgânicas de acordo com a teoria de Arrhenius, analisando diferentes livros didáticos.

Na sequência é tratado sobre os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard, e as estratégias pedagógicas e didáticas utilizadas. Na metodologia, a autora descreve as etapas aplicadas em turmas distintas, duas turmas de contorno e outra de fragilização, nos anos de 2015 e 2016, sendo elas a detecção dos conhecimentos prévios dos alunos, aulas teóricas, experimentações e detecção dos conhecimentos construídos. A contextualização utilizada foi a análise do rótulo de alguns produtos industrializados consumidos pelos alunos, que continham substâncias inorgânicas. Como avaliação dos conhecimentos construídos, a autora fez uso da construção de mapas conceituais pelos alunos e descreveu algumas questões para identificar os conhecimentos construídos. O produto que a autora desenvolveu para discutir os resultados foram páginas nas redes sociais (página no *Facebook* e um grupo fechado), assim como um blog.

Prsybyciem (2015), na dissertação de mestrado *A Experimentação Investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental*, desenvolve o conteúdo das funções inorgânicas, especificamente ácido e óxido, através de um enfoque CTS, na temática ambiental chuva ácida por meio da experimentação

investigativa. Para isso, o autor desenvolveu uma sequência didática: identificação das concepções prévias dos alunos; oficinas para elaboração de mapas conceituais; leitura crítica de textos com direcionamento CTS; apresentação dos conteúdos; realização de experimentos investigativos sobre chuva ácida; realização de júri simulado sobre chuva ácida; debate chuva ácido versus implicações sociais; mostra científica com exposição de histórias em quadrinhos sobre chuva ácida.

Na dissertação *Jogo didático Quiminvestigação: uma ferramenta para o ensino de Química Inorgânica em nível médio*, Silva (2013), aborda o jogo na perspectiva de Vigotski como metodologia para contribuir na aprendizagem de conteúdos científicos ou escolares, pois possibilita a construção e a ampliação dos conhecimentos através da interação dos participantes. Para isso, desenvolveu o jogo didático *Quiminvestigação*, que é pautado no método de ensino aprendizagem Estudo de Casos, apresentando seis casos diferentes, os quais foram elaborados com base em artigos científicos encontrados em periódicos como Revista Química Nova na Escola, Revista Química Nova e Revista Saúde Pública, e sites da Associação Mineira de Defesa do Meio Ambiente e AGROLINE, que apresentam contextos, por meio dos quais pudessem ser trabalhados conceitos relacionados às funções inorgânicas e tabela periódica.

Com essa proposta, além dos conteúdos químicos envolvidos, é possível desenvolver habilidades, como a resolução de problemas, tomada de decisão, trabalho em equipe, busca de informações, compreensão de conhecimentos científicos, a capacidade de comunicação e a compreensão de aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais (CTSA). Os dados foram coletados por meio de questionários, audiogravação e diário de campo, e apreciados pelo método qualitativo de análise de conteúdo.

Conceição (2017), na dissertação de mestrado *Exploração Didática do Noticiário Publicado em Jornais nas Aulas de Química*, fez uso de oficinas de leitura de textos extraídos de jornais, como recurso didático de apoio para o ensino das funções inorgânicas. Os textos foram previamente selecionados de jornais de grande circulação e credibilidade e todos tinham foco no movimento CTS e na contextualização dos conteúdos da química. Atrelado à pesquisa, a autora desenvolveu uma sequência didática que apresenta o uso de textos jornalísticos como instrumento para auxiliar os docentes no ensino da química. Contudo, na dissertação, não é relatado como foram abordados os conteúdos das funções inorgânicas a partir desses textos.

Na dissertação *Percepção do Licenciando em Química sobre a Contribuição do Laboratório Virtual de Química, Virtual Lab, para o Ensino-Aprendizagem das Reações Químicas Inorgânicas no Ensino Médio*, Souza (2015) pesquisou a percepção dos alunos de

licenciatura em Química, acerca da contribuição do simulador de experimentos, laboratório virtual da Pearson, Virtual Lab de Química, como recursos de aprendizagem do tema reações químicas inorgânicas no ensino médio. Para isso, baseou-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. A pesquisa foi norteadada na hipótese de que os laboratórios virtuais são ferramentas que podem ser utilizadas pelo professor para beneficiar o ensino e a aprendizagem da química, utilizando de uma oficina de treinamento no programa Virtual Lab de Química, e após a oficina, os licenciandos desenvolveram sequências didáticas sobre reações químicas inorgânicas, utilizando como um dos recursos didáticos o programa Virtual Lab de Química. Contudo, a autora não aborda de maneira direta as funções inorgânicas, tão pouco como desenvolveu o conteúdo de reações químicas inorgânicas.

Amaral (2016), na dissertação de mestrado *Sequências Didáticas Potencialmente Significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Reações Químicas*, cria uma sequência didática fundamentada na TAS, de David Ausubel, enfocando principalmente as ideias de Marco Antonio Moreira e as UEPS, utilizando também a abordagem em CTS, na forma de introduzir os conteúdos/conceitos Químicos. O conteúdo estabelecido foi Reações Químicas Inorgânicas, trabalhado na forma de cinco micro-UEPS adaptadas, abordando os tópicos: evidências das reações químicas, leis ponderais, reação de combustão, reação de dissolução e reatividade dos metais. A coleta de dados ocorreu através da participação dos estudantes, memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e a confecção de histórias em quadrinhos. O produto educacional foi uma sequência didática focada na descrição de atividades experimentais acerca do conteúdo das Reações Químicas, porém fica claro que a abordagem conceitual fora previamente desenvolvida, mesmo não sendo relatada.

### 3.3.3 Publicações no Google Acadêmico

O Google Acadêmico é uma importante ferramenta de consulta, pois permite pesquisar em diferentes áreas e fontes: artigos, teses, livros, resumos e opiniões de tribunais, de editoras acadêmicas, sociedades profissionais, repositórios on-line, universidades e outros sites.

O Google Scholar fornece uma maneira simples de pesquisar amplamente literatura acadêmica [...] O Google Scholar tem como objetivo classificar os documentos da maneira que os pesquisadores fazem, pesando o texto completo de cada documento, onde foi publicado, quem foi escrito, bem como quantas vezes e como recentemente foi citado em outras publicações acadêmicas (GOOGLE ACADÊMICO).

Nesta categoria são apresentados três trabalhos:

No trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química) *Avaliação de uma sequência didática para o Ensino de Funções Inorgânicas numa perspectiva da aprendizagem significativa*, Mota (2014), descreve uma sequência didática apoiada na TAS de David Ausubel, como alternativa a aprendizagem mecânica, ainda, segundo a autora, praticada nas salas de aula. São descritas seis etapas, sendo possível identificar que a teoria da aprendizagem significativa foi considerada em todas elas, usando-a como referência para os novos conhecimentos, problemas ambientais relacionados à água e à poluição atmosférica. A avaliação da sequência didática ocorreu com um pré e um pós-teste.

Conceitualmente, as funções inorgânicas (ácidos e bases) são abordadas utilizando apenas a teoria de Arrhenius, e enfatizando o potencial hidrogeniônico e a escala de pH com diferentes indicadores.

No artigo *A experimentação como ferramenta de aprendizado no ensino da Química*, apresentado no 34º EDEQ (Encontro de Debates sobre o Ensino de Química), Silva, Mertins e Robaina (2014) fazem uso da experimentação como metodologia para promover a aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel. Para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, as autoras propuseram questões bem específicas de nomenclatura e fórmula, somente depois desenvolveram o conteúdo das funções inorgânicas, que foi complementado com a realização de atividades experimentais de construção de uma escala de pH utilizando repolho roxo. Os alunos foram desafiados a fazer uma pesquisa de atividades experimentais envolvendo as funções inorgânicas e, posterior à realização das mesmas, os alunos realizaram relatórios. Para finalizar, os alunos refizeram as mesmas questões de identificação dos conhecimentos prévios.

No artigo “Mapas conceituais: uma estratégia para verificar a aprendizagem dos conceitos de funções inorgânicas”, apresentado no encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Beber, et al (2013), relatam o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática estruturada em 7 etapas seguindo as premissas da aprendizagem significativa: a primeira etapa constitui na realização de prática experimental para testar a condutividade elétrica de diferentes substâncias que foram trazidas pelos alunos; na etapa seguinte foi solicitado aos alunos que elaborassem relatório das atividades experimentais realizadas; na terceira etapa foram desenvolvidos os conceitos científicos referentes às FI explorando os aspectos teóricos relacionados com a prática experimental realizada, a etapa seguinte constituiu na realização de exercícios e situações problemas. Na quinta etapa ocorreu a realização de prática experimental para testar a condutividade elétrica de substâncias diferentes da etapa 1. A sexta etapa constitui uma avaliação escrita e na última etapa os estudantes desenvolveram

mapas conceituais sobre o tema funções inorgânicas a partir de dez palavras-chave. Os mapas conceituais foram analisados a partir de 6 categorias (apresentação das 4 funções inorgânicas, definição de ácido e base segundo a formação dos íons  $H^+$  ou  $H_3O^+$  e  $OH^-$ , classificação das substâncias em compostos iônicos e/ou moleculares, formação de sais a partir da reação entre ácido e base, relação do caráter ácido e básico das substâncias com a força a partir do teste de condutividade elétrica, apresentação de exemplos para as funções inorgânicas). Apesar das dificuldades (de alunos e professores) em trabalhar com mapas conceituais, os autores consideram que o uso de mapas conceituais como sendo importantes aliados para uma aprendizagem significativa.

Em suma, nesta busca, encontraram-se cinco trabalhos baseados na TAS, nos quais um relacionou-se a UEPS com enfoque CTS e outro fez uso de mapas conceituais. Ademais, um trabalho foi baseado na epistemologia Bachelard, um tratou questões CTS extraídas de jornais, outro abordou a experimentação com foco no ensino CTS, um baseou-se em jogos didático dentro da teoria cognitivista de Vigotski, e outro defendeu o uso de laboratórios virtuais para o ensino de Funções Inorgânicas.

Outro ponto a ser considerado é que seis, dos trabalhos aqui apresentados, são resultados de pesquisas desenvolvidas durante cursos de mestrado, sendo um deles mestrado acadêmico e cinco mestrados profissionais. Entretanto, apenas um trabalho foi encontrado em periódicos Capes (Qualis B1) e outros três encontrados no Google Acadêmico, nos quais dois foram trabalhos apresentados em eventos e um trabalho de conclusão de curso de graduação.

## 4 PROPOSTA PEDAGÓGICA

O objetivo desse quarto capítulo é descrever a proposta pedagógica, a qual será descrita considerando o produto educacional e as etapas que foram seguidas para a elaboração do mesmo. Também, será descrito dentro da proposta pedagógica o *locus* de aplicação do produto educacional.

### 4.1 O Produto Educacional e o *locus* de aplicação

A escolha do tema deste trabalho, “má digestão e azia”, surge como uma alternativa ao ensino-aprendizagem das Funções Inorgânicas, que normalmente é desenvolvido com enfoque CTS, abordando temas como chuva ácida e efeito estufa. Tais abordagens, embora importantes para formação de cidadãos críticos, não representam uma situação-problema direta para alunos de grande parte das cidades interioranas, o que torna o ensino das Funções Inorgânicas, embora contextualizado, pouco significativo.

Seguindo a proposta da TAS, é essencial valorizar as vivências e conhecimentos adquiridos pelos alunos nas suas experiências de vida, dentro e fora da escola. Nesse sentido, o tema “má digestão e azia” apresenta-se como escolha adequada, pois possibilita aos alunos relacionarem o conteúdo trabalhado com suas experiências vividas, considerando que, seguramente, muitos dos alunos e ou dos seus familiares convivem no dia a dia com esse problema/sintoma.

Diante do exposto acima, propõe-se construir um material de apoio aos professores e alunos para o ensino-aprendizagem das Funções Inorgânicas, contextualizado com o tema “má digestão e azia”, que foi organizado na forma de uma UEPS. O material intitulado “*Funções Inorgânicas: Vamos Digerir?*” é composto por duas partes: Conversa com o professor e Caderno do aluno.

Na parte Conversa com o professor é explicada a sequência didática em si: os objetivos das atividades propostas, as discussões levantadas, as atividades experimentais e os conceitos. Na parte do Caderno do aluno está organizado o material a ser trabalhado diretamente com os alunos. Esse material, denominado de Produto Educacional, encontra-se disponível no endereço <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206986>.

A Tabela 02 descreve sucintamente a organização das aulas/encontros, trazendo os tópicos abordados e os conceitos envolvidos em cada momento da UEPS. O desenvolvimento da UEPS está estruturado 14 aulas, sendo que cada uma corresponde a um período de 45 minutos.

Tabela 2 - Descrição dos momentos da UEPS

Nº de aulas	Momento da UEPS	Descrição das atividades desenvolvidas
1	1. Situação inicial	Aplicar o questionário de “ <b>Avaliação do conhecimento</b> ” (Apêndice A).
1	2. Situação problema	Leitura e discussão do texto <b>DIGESTÃO</b> (Apêndice B). Para orientar as discussões, ao final deste texto são propostos questionamentos com o objetivo de desafiar os alunos a relacionar alguns conceitos abordados no texto, como o processo de digestão e os problemas relacionados (má digestão e azia) com seu dia-a-dia.
2	3. Revisão	Revisar os conceitos identificados como subsunçores, discutidos na aula anterior durante a exposição da situação problema (acidez, basicidade e escala pH), através da realização da <b>Atividade experimental acidez e alcalinidade dos alimentos</b> (Apêndice C).
6	4. Processo de ensino	Nesse momento, quando os alunos já possuem os subsunçores necessários, serão desenvolvidos os conhecimentos científicos referentes às funções inorgânicas presente no produto, na parte chamada de “Caderno do Aluno” (Apêndice E). Dessa forma, o processo de ensino consistiu na junção desses conhecimentos prévios a fim de trabalhar o conteúdo proposto.
1	5. Nova situação problema	Nesta etapa é proposta aos alunos, a discussão de seu entendimento e experiências sobre azia e má digestão. Sugestão de leitura do texto: “ <b>COMO OS ANTIÁCIDOS FUNCIONAM?</b> ” (Apêndice F). Dessa maneira é dada continuidade às abordagens, relacionando o conteúdo com o processo de digestão, porém em nível mais alto de complexidade em relação às primeiras apresentações, pois trazem referências a compostos inorgânicos, os quais os alunos precisam identificar, baseado nos conhecimentos adquiridos na etapa anterior.
2	6. Avaliação da aprendizagem na UEPS	A avaliação da aprendizagem deve ocorrer durante todo o desenvolvimento da UEPS, através de tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Nesta etapa, além de aplicar novamente o questionário de avaliação do conhecimento aplicado no primeiro momento (Apêndice A), também será realizada uma avaliação somatória individual, na qual deverão ser propostas situações que impliquem compreensão e que evidenciem captação de significados.
2	7. Encontro final integrador	Esta etapa representa a conclusão da UEPS, na qual é dada a continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, através de atividade baseada na aprendizagem cooperativa. Esta atividade é descrita no “ <b>Passo 10: pesquisa sobre a ação de substâncias antiácidas através do método cooperativo Jigsaw</b> ” e no “ <b>Passo 11: confecção de cartazes</b> ” (Apêndice G e H, respectivamente). Para isso, os alunos serão divididos em grupos (Grupo Base), e cada membro será responsável por realizar uma pesquisa, relacionando um grupo de composto inorgânico com o processo de digestão. Assim, alunos com o mesmo composto reúnem-se para discutir as informações de sua pesquisa (grupo de especialista). Ao retornarem para seu grupo base, devem compartilhar essas informações com os demais membros do grupo base. A avaliação, se a aprendizagem através dessa metodologia foi significativa, será realizada mediante a confecção de um cartaz e sua explanação, no qual deverá conter, além das informações de sua pesquisa, informações de pesquisa dos demais grupos.
	8. Avaliação da própria UEPS	A avaliação da UEPS será realizada através da observação em torno do envolvimento dos estudantes no decorrer dos encontros, por meio do diário de campo, dos dados coletados, através do questionário de avaliação de conhecimento dos alunos aplicados antes e após a intervenção e, através da avaliação dos cartazes confeccionados nos grupos de aprendizagem cooperativa.

Fonte: autora, 2017.



Para a implementação desta UEPS, foi necessário, elaborar um material de apoio envolvendo esse conteúdo (Apêndice E). O material de apoio contempla os seguintes conceitos: escala de pH, teoria da ionização, teoria ácido-base (através da teoria de Arrhenius, de Brønsted-Lowry e de Lewis), sais, óxidos, contemplando definições, características, nomenclatura e exemplos, além de atividades experimentais e textos complementares.

#### *4.1.1 Lócus da prática e público alvo*

A escola escolhida para a intervenção didática, desenvolvida mediante a aplicação do produto educacional que compreende a UEPS e o material de apoio, foi uma escola da rede pública estadual do município de Panambi/RS, frequentada por alunos oriundos de famílias de classe média, sendo que grande parte dos pais trabalham na indústria e no comércio da cidade. Oferece Ensino Fundamental e Médio, atuando nos turnos da manhã, tarde e noite, composta por 79 professores, 18 agentes educacionais e 1.003 estudantes.

A escola foi escolhida pelo fato de ser o campo de exercício profissional do pesquisador, que atua no Magistério Público Estadual do Rio Grande do Sul, no 9º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de ciências no Ensino Fundamental e 1ª série do Ensino Médio, na disciplina de Química.

A turma selecionada para aplicação do trabalho foi a turma 103, do 1º ano do Ensino Médio, constituída de 13 alunos do sexo feminino e 12 alunos do sexo masculino, com idades entre 15 e 18 anos. A principal característica da turma é a grande agitação dos alunos, mas apesar disso, existe aceitação e grande envolvimento e participação diante das atividades propostas.

## 5 A PESQUISA

### 5.1 Metodologia

Neste capítulo é descrita a pesquisa realizada durante e aplicação da UEPS, bem como o relato dos encontros realizados através do registro no diário de campo e análise dos dados coletados com o uso de dois instrumentos: questionário pré e pós intervenção e confecção de cartazes. A análise desses dados foi realizada tomando-se por referência as discussões teóricas no qual se baseia a pesquisa. Concomitante à análise dos resultados serão feitas considerações sobre a pertinência e a viabilidade da proposta desenvolvida.

#### 5.1.1 Pesquisa qualitativa

Para atender aos objetivos deste trabalho, realiza-se uma pesquisa do tipo qualitativa. Esse tipo de pesquisa qualitativa é definido como “[...] uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais, [...] procurando compreender os comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação” (BOGDAN; BICKLEN, 1994, p. 11-15). Para os mesmos autores, a pesquisa qualitativa trabalha com o universo dos significados, motivos, aspirações e crenças, valores e atitudes, os quais correspondem a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A investigação qualitativa fundamenta-se na descrição, observação e interpretação do fenômeno em estudo. Os dados coletados podem ser transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais e outros registros oficiais, cujos investigadores os analisam, respeitando a forma como foram registrados ou transcritos (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A pesquisa, também, caracteriza-se por seu aspecto pesquisa-ação, que é uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores, de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos.

#### 5.1.2 Coleta de dados

No presente trabalho, considerando principalmente os objetivos, o público alvo e as condições reais desse público, os dados foram coletados por meio de questionários pré e pós

intervenção, discussão em grupos focais, com confecção de cartazes de acordo com o método cooperativo e diário de campo.

Conforme Triviños (1987, p. 137), existem três tipos de questionários: aberto, fechado e misto. Nesta pesquisa, optou-se por questionário do tipo aberto, que propõe questões de resposta aberta. Este tipo de questionário proporciona respostas de maior profundidade, ou seja, dá ao sujeito pesquisado uma maior liberdade de resposta, podendo ser redigida por ele próprio. As questões do questionário referem-se a conhecimentos específicos, conceituais sobre o foco de estudo (Funções Inorgânicas) e sobre sua relação com o cotidiano dos alunos, principalmente relacionando-os com o processo de digestão.

No que diz respeito ao diário de campo, no contexto da pesquisa, este constitui um instrumento que permite ao professor refletir sobre a sua prática docente, no qual são registrados dados acerca da prática pedagógica e do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula (PORLÁN; MARTÍN, 1994).

O fato de descrever as aulas ajuda a ter uma perspectiva completa de tudo que foi realizado, vivenciado e permite uma leitura mais profunda e pessoal dos acontecimentos. Os diários se tornam recursos de reflexão sobre a própria prática profissional e, portanto, instrumento de desenvolvimento e melhoria da própria pessoa e da prática profissional que exerce - na perspectiva de que possam ser utilizados no processo de formação e como instrumento de pesquisa.

O trabalho em grupos focais permite uma discussão informal em pequenos grupos, sendo que assim, cada participante tem a oportunidade de expressar suas opiniões e conhecimentos sem temer a se expor ao grande grupo, e como resultado da discussão, deverá ser confeccionado um cartaz que elucide as conclusões sobre o tema proposto. A escolha da pesquisadora pela confecção de cartazes justifica-se pelo fato de os cartazes representarem uma forma de registro em que os alunos precisam recorrer aos conhecimentos construídos para internalizá-los de maneira organizada.

## **5.2 Descrição dos encontros e análise dos resultados**

A UEPS proposta foi elaborada pela pesquisadora e aplicada no 3º trimestre de 2017, com 10 encontros, que em virtude da prática de um horário diferenciado implantado pela escola no decorrer desses encontros, objetivando a recuperação de dias paralisados, totalizaram quinze períodos de 45 minutos. Na sequência, os encontros são descritos e analisados.

### 5.2.1 *Relato dos encontros*

Para realizar o relato e buscando refletir sobre as ações desenvolvidas toma-se como instrumento os registros realizados no diário de campo.

#### 5.2.1.1 Encontro 1

O primeiro encontro foi caracterizado por ser dia de recuperação da greve, por isso os alunos foram convocados a virem para a escola em um turno extra, no caso durante a noite, pois os mesmos teriam quatro períodos da disciplina de Química. A primeira reação dos alunos ao chegarem na sala de aula no turno da noite foi de reclamação.

Após acalmá-los e explicar que a aula teria uma metodologia diferente, foi solicitado que respondessem o questionário de “Avaliação de Conhecimento dos Alunos” (Apêndice A). Mais uma vez a primeira reação foi de reclamação, pois entenderam inicialmente como uma avaliação surpresa, e como referia-se a um novo conteúdo, mostraram-se muito nervosos. Somente depois de explicar que o objetivo do questionário era avaliar o que eles já sabiam, seus conhecimentos prévios, todos responderam o questionário.

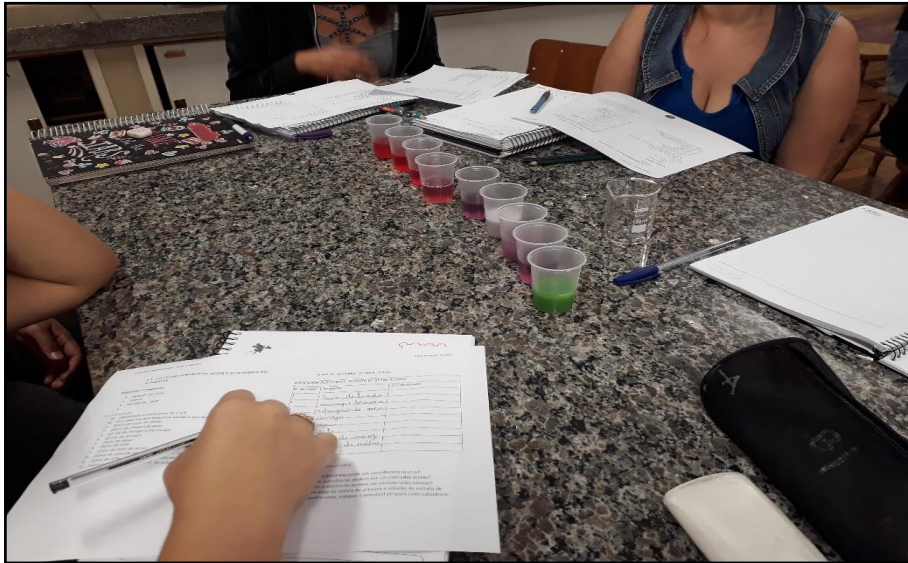
Na sequência, foi lido e discutido o texto “Digestão” presente no produto educacional Caderno do Aluno (Apêndice B).

Nesse momento, os alunos tornaram-se muito participativos, interagindo com os colegas e com professor. Praticamente todos tinham uma situação a relatar, porém quando desafiados a responder os questionamentos propostos ao final do texto, como descrever as funções inorgânicas, explicar o que é pH e escala pH, ficou evidente que apesar do tema ser uma situação conhecida e vivenciada por todos, os conhecimentos químicos necessários para entendê-las eram desconhecidos pelos estudantes, ou, os mesmos não conseguiam relacionar seus pré-conhecimentos com a situação.

O restante da aula aconteceu no laboratório de ciências da escola. Para facilitar a organização, os alunos foram divididos em grupos. A empolgação dos alunos quanto a realização de atividades experimentais ficou evidenciada na participação dos mesmos durante todo o processo.

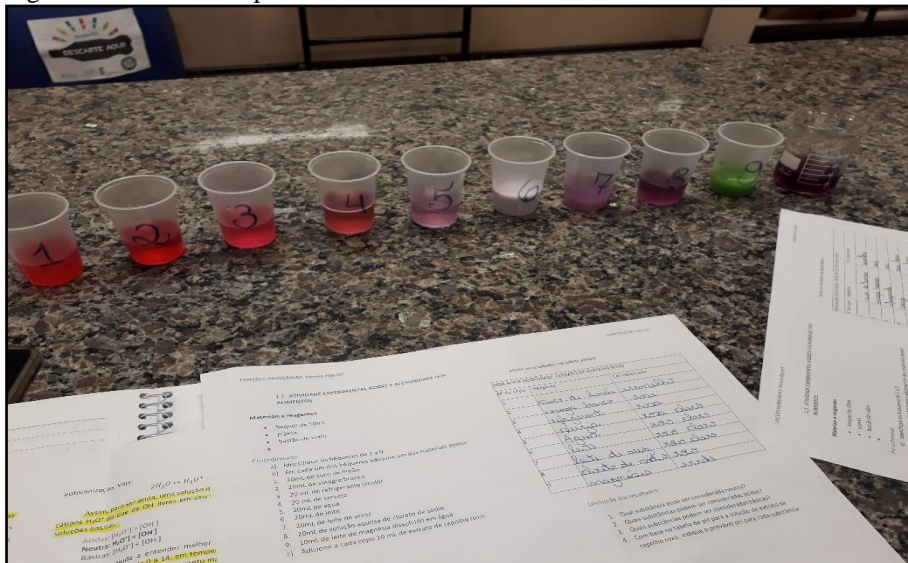
A atividade experimental “Acidez e Alcalinidade dos alimentos”, presente no produto educacional Caderno do Aluno (Apêndice C), precisou ser adaptada quanto aos materiais necessários para a realização da atividade, pois o laboratório da Escola não dispunha de vidraria suficiente para todos os grupos. Assim, utilizou-se copinhos de café descartáveis.

Figura 3 - Atividade experimental Acidez e Alcalinidade dos alimentos



Fonte: a pesquisa, 2017.

Figura 4 - Atividade experimental acidez e alcalinidade dos alimentos.



Fonte: a pesquisa, 2017.

Essa atividade permitiu verificar que os alimentos possuem diferentes pH, e que isto não pode ser relacionado somente ao sabor. Através da discussão e explicação dos resultados dessa atividade elucidou-se o conceito de pH.

Após o intervalo, ainda no laboratório de ciências, foi realizada a atividade experimental da condutibilidade elétrica dos materiais (Apêndice D), e através da discussão dos resultados explanamos a Teoria da Dissociação Iônica, retomando os conteúdos trabalhados anteriormente ao longo do ano letivo.

A reação de negação às aulas de química relaciona-se à dificuldade dos alunos em entender essa disciplina. Essa afirmação é comprovada por Lima e Barbosa (2015), ao concluir

que 84,4% dos alunos pesquisados afirmaram gostar de estudar química, mas em contraponto, na mesma pesquisa, 50% dos alunos dizem que os conteúdos são “difíceis de entender”. Isso porque a disciplina de Química, na maioria das vezes, é desenvolvida de maneira a enfatizar símbolos, fórmulas e equações, exigindo puramente abstrações e memorizações dos estudantes, o que dificulta sua compreensão.

Quando o conteúdo teórico é relacionado a uma situação já conhecida do aluno de maneira que possa relacionar com suas experiências, ele se torna mais participativo nas aulas, pois dessa forma, consegue fazer a relação do conteúdo teórico abordado com seus conhecimentos prévios, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

Para Moreira, Caballero e Rodrigues (1997), aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) relaciona-se de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) à estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa maneira, ao trazer a temática digestão, os alunos conseguirão relacionar essa nova informação com um conhecimento que já possuem, o qual servirá de base de ancoragem para o novo conhecimento.

Dessa maneira, a realização de atividades experimentais, a fim de relacionar os pontos levantados na discussão do texto para evidenciar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do novo conhecimento, podem contribuir para a aprendizagem significativa, na medida em que estimulam o interesse dos alunos, desenvolvem níveis diferentes de experiências pessoal e social, auxiliando os alunos na tarefa de formulação e de reformulação de conceitos, ativando seus conhecimentos prévios e articulando esses conhecimentos a uma nova informação apresentada (POZO, 1998).

#### 5.2.1.2 Encontro 2, 3 e 4

Nestes encontros desenvolvemos os conteúdos conceituais referentes as Funções Inorgânicas, tais como as diferentes teorias ácido-base, definição de sais e óxidos, características de cada grupo de substâncias e nomenclatura. Nesta fase, os alunos receberam cópia do material que fornecia as informações necessária para esse novo conhecimento, de acordo com o produto educacional Caderno do Aluno (Apêndice E).

Nestes encontros, no qual as aulas seguiram uma metodologia mais tradicional, com leitura do material fornecido, explicações e exemplificações, utilizando o quadro branco e exercícios, os alunos demonstraram menos interesse do que nas aulas, nas quais abordou-se a temática digestão e a realização das atividades experimentais, embora nas explicações era retomada essa temática.

A participação dos alunos não foi tão efetiva nessa fase do trabalho, ficando restrita a um grupo menor de alunos. Mesmo questionando-os individualmente ou nos pequenos grupos em que se organizavam quanto ao entendimento do conteúdo trabalhado, a interação era muito pequena.

A análise desse fato pode ser feita sob dois ângulos diferentes: o primeiro relacionado ao comportamento típico de cada aluno e/ou de cada grupo de alunos. Alguns alunos, durante todo ano letivo, mostraram-se mais quietos, menos falantes (tanto na participação das aulas quanto em conversas paralelas), característica esta salientada, inclusive por outros professores durante as reuniões de Conselho de Classe. O segundo ângulo de análise, que pode ser considerado como o mais preocupante, é o fato do não entendimento do conteúdo desenvolvido, ou seja, mesmo tendo como base os pré-conhecimentos dos alunos, esses não conseguiram relacionar o novo conhecimento aos subsúncios pré-existentes, fator imprescindível para uma aprendizagem significativa.

Quanto a isso, Moreira (2012) explica que uma das condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra é a predisposição do aluno em querer aprender. Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos.

### 5.2.1.3 Encontro 5

Este encontro também consistia em dia de recuperação de greve ocorrendo no turno da noite, porém desta vez eram apenas dois períodos de química. Outra característica importante a ser salientada é que esta aula ocorreu na noite anterior a aplicação da avaliação somativa (marcada para a manhã seguinte).

Nesta aula, os alunos demonstraram estar muito preocupados com a avaliação, por isso, para iniciar a aula foi realizada uma breve revisão do conteúdo para retomar os principais aspectos do conteúdo e uma lista de exercícios, que foi respondida pelos alunos e corrigida pela professora no quadro fazendo as devidas explicações.

A realização de atividades de sistematização é uma parte importante do processo de ensino aprendizagem, pois é por meio desta metodologia que o aluno é desafiado a organizar seus conhecimentos afim de interpretar e resolver o problema que o exercício apresenta. Sobre isso, Luckesi (2002, p. 139) propõe que:

A exercitação é a forma pela qual o aluno internaliza os conteúdos e constrói suas capacidades. Pela resolução dos exercícios, os conhecimentos, metodologias e visões de mundo passam a fazer parte de seu cognitivo, chegando até o nível da constituição de hábitos. Sem a exercitação, o aluno não tornará habitual um determinado modo de interpretar e agir sobre a realidade, não formará capacidades.

É através dos exercícios que os alunos conseguem perceber o que realmente entenderam sobre determinado conteúdo e em quais aspectos ainda possuem dúvidas, que precisam ser sanadas, sendo que nesse momento, a presença do professor auxiliando-o a relembrar as discussões feitas, a pesquisar (em seu próprio material) e a organizar seus conhecimentos a fim de responder o exercício é um fator imprescindível para a aprendizagem.

#### 5.2.1.4 Encontro 6

Neste encontro ocorreu a avaliação dos conhecimentos dos alunos. Essa avaliação ocorreu de maneira individual, tendo como fonte de consulta apenas a tabela periódica. Mesmo a tabela periódica ser material básico dos alunos desde o início do ano letivo, muitos alunos não a tinham em mãos, precisando “garimpar” em outras turmas.

Apesar de repetidas explicações e exercícios realizados, os alunos manifestaram dúvidas durante a avaliação, que na medida do que era possível, foram explicadas pelo professor.

A realização de uma avaliação individual pode ser considerada uma metodologia eficiente nos processos de ensino e de aprendizagem, pois avaliações bem elaboradas podem ser usados para identificar o progresso dos alunos em relação às próprias potencialidades, tendo papel motivador e podendo caracterizar-se como uma experiência de aprendizagem significativa, pois, o estudante ao se preparar para o teste (prova, avaliação), na expectativa de obter bom êxito, faz revisão, consolidação e integração do assunto (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

#### 5.2.1.5 Encontro 7

O sétimo encontro ocorreu no mesmo dia da avaliação, porém com um período de intervalo entre os dois encontros, isso porque, o professor da disciplina deste período precisou ausentar-se da Escola, e a Coordenadora Pedagógica solicitou à professora de química que estava com esse período livre atendesse a turma.

Dessa maneira, neste período, foi proposto que os alunos se organizassem em grupos de quatro pessoas para realizar a leitura e discussão do texto “Como os Antiácidos Funcionam?” presente no produto educacional Caderno do Aluno (Apêndice F).



Nesse encontro foi proposto uma segunda situação problema, mais complexa e desafiadora, porém mantendo a mesma temática abordada na primeira situação problema, ou seja, azia e má digestão. Nesta fase, os alunos precisam aplicar os conhecimentos adquiridos para entender e resolver a situação problema proposta. Moreira (2012) afirma que:

[...] as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador (p. 4).

A atividade colaborativa a que Moreira refere-se consiste na resolução de tarefas em pequenos grupos, com participação de todos integrantes e apresentação ao grande grupo. Assim, após a discussão do texto nos grupos formados no início da aula, denominados Grupo Base, orientamos que os mesmos deveriam identificar as substâncias inorgânicas citadas no texto, responsabilizando cada aluno do grupo por pesquisar sobre uma dessas substâncias, suas propriedades e como essa age combatendo a azia e a má digestão. Reforçamos ainda que cada aluno trouxesse a pesquisa na próxima aula.

#### 5.2.1.6 Encontro 8

Neste encontro, ao iniciar a aula, os alunos já estavam organizados nos grupos base para dar sequência às atividades da aula anterior. Contudo, foram informados que inicialmente, todos os alunos responsáveis pela pesquisa sobre a mesma substância deveriam se reunir formando o grupo de especialistas, para assim compartilhar e discutir as informações da pesquisa.

Apesar da obrigatoriedade de trabalhar com outros colegas que não foram suas “escolhas”, nenhum aluno apresentou qualquer resistência em trabalhar com o novo grupo.

Nesta fase, ficou evidente que nem todos os alunos tinham realizado a pesquisa e por isso ficaram “perdidos” durante as discussões. Outro ponto a ser destacado foi o uso dos celulares para complementar a pesquisa utilizando a internet.

Após a discussão nos grupos de especialistas, os alunos voltaram para seus grupos bases, para compartilhar com os colegas sua pesquisa e discussões nos grupos base.

Na sequência, cada grupo base deveria sintetizar seus conhecimentos confeccionando um cartaz, que além do entendimento do grupo sobre o tema abordado nas aulas (má digestão e azia), deveria conter todas as substâncias pesquisadas e discutidas pelos especialistas,

contemplando as vantagens e desvantagens do uso das mesmas e a reação de cada uma com o ácido clorídrico presente no suco gástrico.

Figura 5 - Discussão nos grupos bases.



Fonte: a pesquisa, 2017.

Figura 6 - Discussão nos grupos de especialistas



Fonte: a pesquisa, 2017.

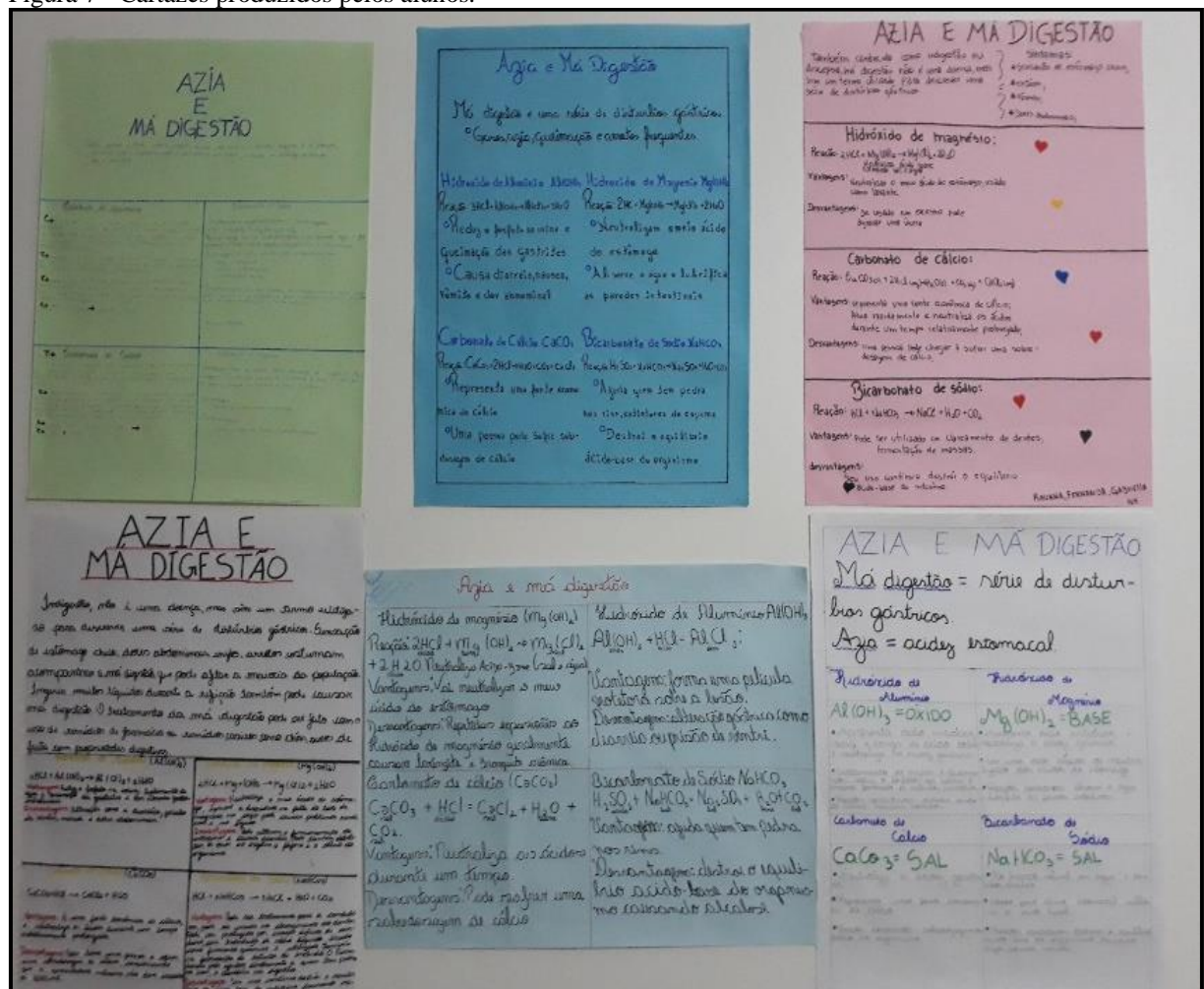
Nesta atividade, cada aluno é responsável não só pela sua aprendizagem, mas também pela aprendizagem dos demais membros do grupo, esse constituindo o princípio da Aprendizagem Cooperativa.

Para Lopes e Silva (2009), a aprendizagem cooperativa é uma metodologia com a qual os alunos se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, visando adquirir conhecimentos sobre um dado objeto (p. 4) e defendem ainda que a cooperação é a convicção plena de que ninguém pode chegar à meta se não chegarem todos (p. 3).

5.2.1.7 Encontro 9

Neste encontro, os grupos deveriam socializar seus cartazes. Como todos os cartazes abordavam o mesmo tema, eles foram colocados lado a lado para que todos os grupos pudessem analisar e socializar em conjunto.

Figura 7 - Cartazes produzidos pelos alunos.



Fonte: a pesquisa, 2017.

A primeira discussão que ocorreu foi em relação as vantagens e desvantagens do uso de cada substância em específico para combater a azia e a má digestão. Nessa discussão ficou claro que, alguns grupos descreveram de maneira mais completa o uso de cada substância, enquanto outros descreveram resumidamente. Os próprios alunos constataram que nem todos os grupos relacionaram a substância à temática abordada, ou seja, usada para combater a azia e a má digestão.

O segundo aspecto analisado foi a classificação das substâncias de acordo com as quatro funções inorgânicas. Nesse quesito, apenas um grupo identificou no cartaz a qual função pertencia a substância. Neste, os alunos classificaram o hidróxido de alumínio  $[Al(OH)_3]$  como óxido. Quando questionada a turma toda, se estava certo ou errado, a primeira ação foi comparar com o hidróxido de magnésio  $[Mg(OH)_2]$ , que segundo eles, a fórmula também termina em “OH” e foi classificado como base. Posteriormente, os alunos relacionaram com a nomenclatura, afirmando que o nome das substâncias básicas iniciava com hidróxido. Ao questionar sobre a equação da reação com o ácido clorídrico (HCl), os alunos concluíram que era uma base, pois identificaram que a reação entre ácido e base, tem como produto sal e água.

O terceiro aspecto analisado, foi as reações entre o ácido clorídrico (presente no estômago) e a substância utilizada para combater a má digestão e a azia. Nem todos os grupos representaram a reação e ainda alguns grupos fizeram de maneira errada. Ao analisar os cartazes, os próprios alunos identificaram que o  $H_2SO_2$  (ácido hiposulfuroso) não possuía nenhuma relação com o tema abordado. A justificativa apresentada referia-se que essa era a reação que encontraram na internet, e que só a colocaram por não pensar sobre a mesma, apenas copiaram sem questionar se estava certo ou não, mas agora, após as discussões entendiam que estava errado.

Todas as discussões foram intermediadas pelo professor, que realizou as devidas explicações e correções.

#### 5.2.1.8 Encontro 10

Neste encontro para encerrar as atividades, foi proposto que os alunos respondessem novamente a “Avaliação de Conhecimento dos Alunos” (Apêndice A). Foi explicado que, dessa maneira será possível analisar se houve evolução do conhecimento.

Desta vez, os alunos avaliaram como sendo positivo o questionário, e responderam sem questionamentos do porquê de fazer essa atividade.

### 5.2.2 Questionário Pré e Pós-Intervenção

A aplicação de questionários pré e pós-intervenção revela-se uma ferramenta apropriada para mensurar a eficácia da aplicação da UEPS proposta, uma vez que permite fazer um comparativo entre o que os alunos já sabiam sobre o conteúdo a ser desenvolvido, ou seja, os conhecimentos prévios, e a evolução, construção do novo conhecimento, mais amplo e complexo. Para isso, o Questionário Avaliação do Conhecimento (Apêndice A), foi aplicado no primeiro encontro, antes de qualquer intervenção e no último encontro.

O primeiro questionário, aplicado antes de qualquer intervenção, foi respondido por 25 alunos e o questionário pós-intervenção foi respondido por 23 alunos (que estavam presentes neste encontro).

A seguir, são analisados os dados relativos a aplicação destes questionários.

#### 5.2.2.1 Questão 1

Esta questão tratava sobre o aspecto ácido ou básico de alguns alimentos, solicitando que os alunos classificassem os alimentos listados de acordo com seus conhecimentos prévios.

Figura 8 - Questão 1 do Questionário Avaliação do Conhecimento dos Alunos

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS				
1 - Classifique os alimentos abaixo como ácidos ou básicos:				
ÁGUA SALGADA	REFRIGERANTE	CERVEJA	ÁGUA	LEITE
LEITE DE ARROZ	LIMÃO	VINAGRE	LEITE DE MAGNÉSIA	SAL DE FRUTAS
ALIMENTOS ÁCIDOS: _____				
_____				
ALIMENTOS ALCALINOS: _____				
_____				

Fonte: a pesquisa, 2017.

As respostas dos alunos são expressas na Tabela 03:

Tabela 3 - Resultados da questão 1 – Questionário pré-intervenção

<b>Alimento</b>	<b>Ácido</b>	<b>Alcalino</b>
Água salgada	62%	38%
Refrigerante	75%	25%
Cerveja	62%	38%
Água	0%	100%
Leite	24%	76%
Leite de arroz	37%	63%
Limão	100%	0%
Vinagre	93%	7%
Leite de magnésia	70%	30%
Sal de frutas	97%	3%

Fonte: a pesquisa, 2017.

Nos questionários de pré-intervenção o mais significativo é que 100% dos alunos classificaram a água como sendo alcalina e o limão como sendo ácido. Esses dois resultados nos indicam que os alunos reconhecem o sabor ácido do limão, usando tal característica como parâmetro para classificar os demais alimentos. Ou seja, aqueles alimentos que não possuíam sabor ácido ou semelhante a ácido foram classificados como alcalinos, dessa maneira a água foi classificada como alcalina por todos os estudantes.

Outro aspecto a considerar é a classificação da água salgada e do sal de frutas como ácido (62% e 97%) respectivamente. Em uma análise rápida, durante o encontro em que responderam o questionário, após ter ocorrido a entrega dos mesmos, os alunos foram indagados sobre o motivo de classificar a água salgada como ácida. As respostas obtidas novamente têm como referência o sabor, pois os alunos justificaram que água salgada tem um sabor salgado, forte, assim como o limão, que tem um sabor ácido e forte.

Já, nos resultados do questionário pós-intervenção é possível observar a construção do conhecimento, como consta na Tabela 04:

Tabela 4 - Resultados da questão 1 – Questionário pós-intervenção

<b>Alimento</b>	<b>Ácido</b>	<b>Alcalino</b>	<b>Não classificaram</b>
Água salgada	28%	16%	56%
Refrigerante	96%	4%	
Cerveja	88%	12%	
Água		4%	96%
Leite	24%	76%	
Leite de arroz	24%	77%	
Limão	100%		
Vinagre	100%		
Leite de magnésia	8%	92%	
Sal de frutas	8%	80%	12%

Fonte: a pesquisa, 2017.

A evolução do conhecimento também pode ser observada na classificação do leite de magnésia, quando no questionário pós-teste, 92% dos alunos classificaram-no como uma substância alcalina, o que é de fato, pois o leite de magnésia é na verdade o nome popular do hidróxido de magnésio  $[Mg(OH)_2]$ , e que foi um dos temas da pesquisa que os alunos realizaram em grupo na atividade do Método Cooperativo *Jigsaw* (presente no produto educacional (Apêndice G).

Ao considerar o sal de fruta, 80% dos alunos classificaram-no corretamente como alcalino, contrapondo os 3% que fizeram a mesma classificação no questionário pré-intervenção. Isso também é uma evidência de que o conteúdo desenvolvido e a temática abordada contribuíram para uma aprendizagem significativa, pois o principal componente do sal de frutas é o bicarbonato de sódio  $[NaHCO_3]$ , que também foi um dos temas de pesquisa da atividade realizada em grupo (Apêndice G).

#### 5.2.2.2 Questão 2

Na segunda questão foi solicitado que os alunos escrevessem, com base em seus pré conhecimentos, o que entendiam sobre cada uma das funções inorgânicas.

Figura 9 - Questão 2 do Questionário Avaliação do Conhecimento dos Alunos

2 – Sabemos que os compostos inorgânicos são classificados em quatro grupos: ÁCIDO, BASE, SAIS E ÓXIDO. Explique cada um desses grupos:

ÁCIDO: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

BASE: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ÓXIDO: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

SAL: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fonte: a pesquisa, 2017.

Com relação ao grupo ÁCIDOS, as respostas obtidas são expressas na Tabela 05, apresentada a seguir.

Tabela 5 - Resultados da questão 2 – ÁCIDO

	Questionário pré intervenção	Questionário pós intervenção
Explicação dada pelos alunos	Respostas (%)	Respostas (%)
Sabor azedo, ácido	34%	12%
Sensação de ardência em contato com pele	14%	
Efeito de corrosão (especificamente em metais)	20%	
Citaram exemplos de alimentos ácidos (como limão, abacaxi e vinagre)	7%	
pH abaixo de 7	4%	4%
Não responderam	21%	4%
Substâncias que na presença de água sofrem ionização liberando o cation $H^+$ / $H_3O^+$		68%
Substância que perde próton		12%

Fonte: a pesquisa, 2017.

Como pode-se constatar, as respostas fornecidas no questionário pré-intervenção (Tabela 05) relacionam-se em sua maioria ao senso comum do cotidiano dos alunos, utilizando-se das propriedades sensoriais para explicar esse grupo de substâncias, como por exemplo o sabor azedo, ácido (34%), sensação de ardência em contato com pele (14%), efeito de corrosão em metais (20%), exemplos de alimentos com sabor ácido (7%). Apenas 4% dos alunos explicaram esse grupo de substâncias, usando algum conhecimento científico (pH menor que 7). Destaca-se ainda que 21% dos alunos não responderam, ou seja, não fizeram nenhuma relação nem com seu dia-a-dia, nem com algum conhecimento científico a que já obtiveram acesso.

No questionário pós-intervenção é possível identificar uma evolução no conhecimento dos alunos, pois 84% explicaram os ácidos através dos conteúdos desenvolvidos durante as aulas, sendo que: 68% fizeram referência à Teoria de Arrhenius (Substâncias que na presença de água sofrem ionização liberando o cation  $H^+$  /  $H_3O^+$ ); 12% fizeram referência à Teoria de Brönsted-Lowry (substância que perde próton), ou seja, as duas teorias mais desenvolvidas durante as aulas; e 4% relacionaram ao pH (pH abaixo de 7). Nesse questionário, apenas 12% dos alunos usaram o sabor azedo, ácido em suas explicações. E somente 4% dos alunos não responderam.

Com relação às bases, de acordo com a Tabela 06 a seguir, no questionário pré-intervenção fica evidenciado o desconhecimento dos alunos com relação a esse grupo de substâncias, considerando que os resultados obtidos não apresentam conhecimento satisfatório por parte dos alunos.



Tabela 6 - Resultados da questão 2 – BASE

	Questionário pré intervenção	Questionário pós intervenção
Explicação dada pelos alunos	Respostas (%)	Respostas (%)
Substâncias como a água	7%	
Substâncias com características básicas (mas não citaram quais seriam essas características)	10%	
pH acima de 7	4%	18%
Não responderam	79%	11%
Substâncias que na presença de água sofrem ionização liberando o ânion OH <sup>-</sup>		48%
Substância que recebe próton		23%

Fonte: a pesquisa, 2017.

Observa-se, pois que 79% dos alunos não responderam e 17% não fizeram relações corretas (7% afirmaram que bases são substâncias como a água) ou não conseguiram explicar (10% afirmaram que bases são substâncias com características básicas, mas não citaram quais seriam essas características). Apenas 4% fizeram uma relação correta sobre as bases, ao afirmarem que bases são substâncias que possuem pH acima de 7.

Já no questionário pós-intervenção, apenas 11% não responderam e os demais 89% utilizaram os conceitos desenvolvidos durante as aulas para explicar, resultando nas seguintes porcentagens: 48% usaram a Teoria de Arrhenius (substâncias que na presença de água sofrem ionização liberando o ânion OH<sup>-</sup>); 23% se apropriaram da teoria de Brønsted-Lowry (substância que recebe próton); 18% usaram a escala pH para definir as bases (substâncias com pH acima de 7).

Com relação aos óxidos (Tabela 07), no questionário de pré-intervenção apesar de 70% dos alunos não responderem, os demais 30% conseguiram relacionar seus conhecimentos prévios para explicar: 22% associaram os óxidos à ferrugem, mesmo que não citaram o processo de oxidação em suas respostas; 4% associaram os óxidos a gases tóxicos (citando como exemplo o dióxido e o monóxido de carbono) e 4% relacionaram os óxidos às substâncias com o oxigênio.

Tabela 7 - Resultados da questão 2 – ÓXIDO

	Questionário pré intervenção	Questionário pós intervenção
Explicação dada pelos alunos	Respostas (%)	Respostas (%)
Fizeram relação com ferrugem	22%	
Gases tóxicos	4%	
Substâncias com oxigênio	4%	11%
Não responderam	70%	25%
Compostos binários, sendo o oxigênio o elemento mais eletronegativo		64%

Fonte: a pesquisa, 2017.

No questionário pós-intervenção, 64% dos alunos demonstraram que assimilaram o conhecimento ao explicarem os óxidos de acordo com o conceito abordado nas aulas (compostos binários, sendo o oxigênio o elemento mais eletronegativo). No mesmo questionário, 11% afirmaram que óxido é a substância com oxigênio e apenas 25% dos alunos não responderam.

A descrição dos alunos sobre o que é um sal é representada na tabela abaixo.

Tabela 8 - Resultados da questão 2 – SAL

	Questionário pré intervenção	Questionário pós intervenção
Explicação dada pelos alunos	Respostas (%)	Respostas (%)
Sabor salgado	55%	10%
Contém sódio	18%	
Substância que eleva a pressão arterial	7%	
Não responderam	20%	6%
Substância que se dissocia em água formando íons		40%
Substância que sofre dissociação em água, liberando cátion diferente de $H_3O^+$ e ânion diferente de $OH^-$		44%

Fonte: a pesquisa, 2017.

Com relação aos sais (Tabela 08), como era previsto, no questionário de pré-intervenção, o sabor salgado foi a característica principal lembrada por 55% dos alunos, 18% dos alunos disseram que sal é a substância que contém sódio (em referência ao sal de cozinha, cloreto de sódio – NaCl), 7% também usaram como referência o sal de cozinha ao afirmarem que sal é a substância que eleva a pressão arterial, 20% dos alunos não responderam.

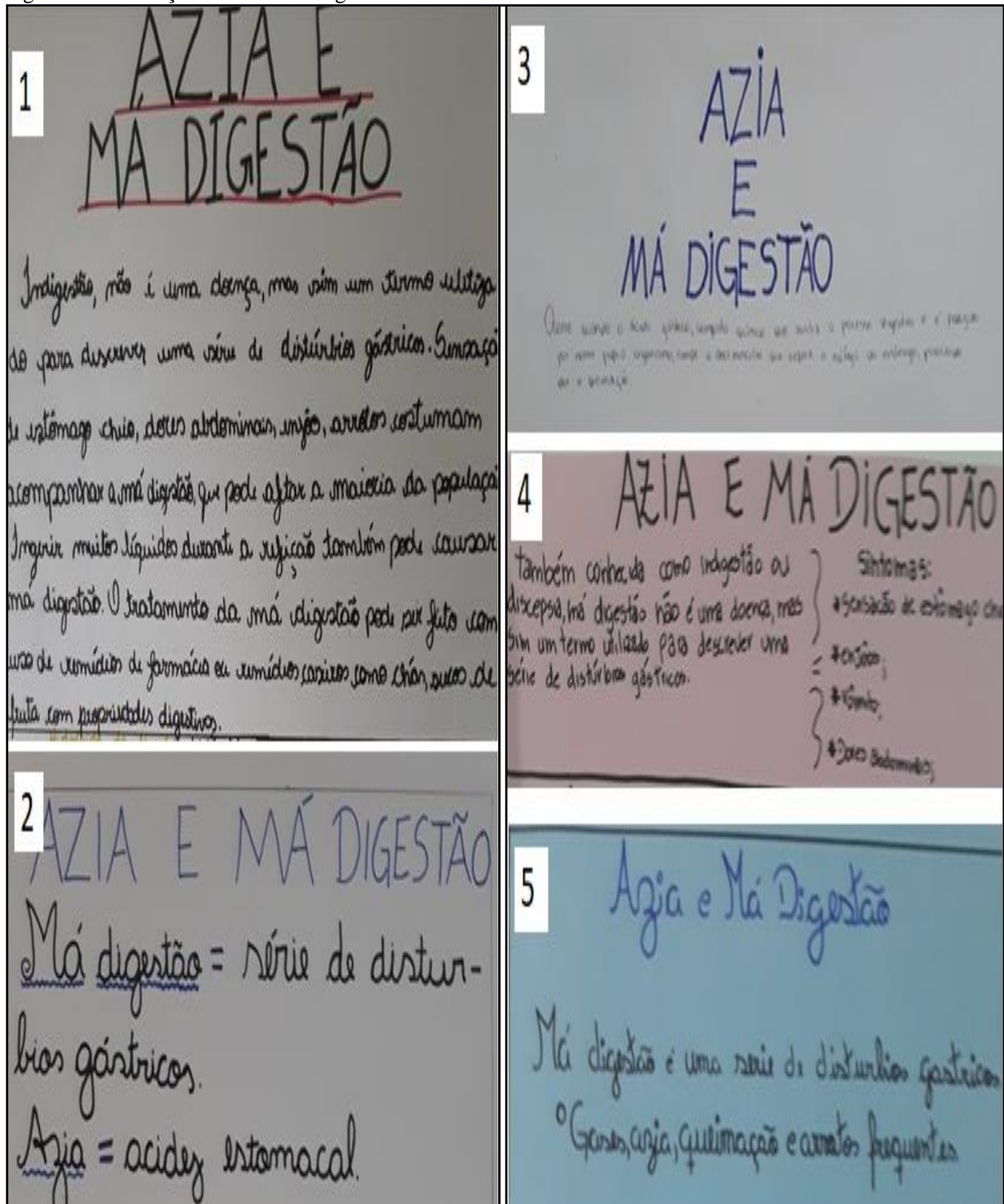
No questionário de pós-intervenção, o sabor salgado foi citado por 10% dos alunos, a construção do conhecimento científico ficou evidente em 84% dos alunos, pois 40% dos alunos descreveram como sal a substância que se dissocia em água formando íons, mesmo sem citar quais seriam esses íons, ou a origem dos mesmos, é uma demonstração da compreensão de um conceito mais amplo. Contudo, 44% dos alunos revelaram que compreenderam o conteúdo desenvolvido, pois explicaram os sais corretamente de acordo com o desenvolvido nas aulas (substância que sofre dissociação em água, liberando cátion diferente de  $H_3O^+$  e ânion diferente de  $OH^-$ ).

### 5.2.3 Cartazes confeccionados nos grupos focais

Os grupos focais foram formados no oitavo encontro, quando foi encaminhado os assuntos da pesquisa conforme descrito no Passo 10: **pesquisa sobre a ação de substâncias antiácidas através do método cooperativo Jigsaw**, (Apêndice G). Após a pesquisa, no

encontro seguinte os grupos foram desafiados a confeccionar um cartaz com os dados da pesquisa. As orientações para a confecção do cartaz são descritas no Passo 11: **confeção de cartazes** (Apêndice H). Para melhor análise, os cartazes não serão analisados como um todo, mas cada um dos itens solicitados como obrigatórios, sendo que cada cartaz foi numerado de 1 a 6 e a análise do mesmo se utiliza dessa numeração.

Figura 10 - Descrição de azia e má digestão nos cartazes



Para melhor entendimento, na Tabela 09 é descrito o conteúdo dos cartazes no que diz respeito ao entendimento dos alunos sobre azia e má digestão:

Tabela 9 - Descrição de azia e má digestão nos cartazes

Nº do cartaz	Descrição de azia e má digestão
1	Indigestão, não é uma doença, mas sim um termo utilizado para descrever uma série de distúrbios gástricos. Sensação de estômago cheio, dores abdominais, enjoo, arrotos costumam acompanhar a má digestão que pode afetar a maioria da população. Ingerir muitos líquidos durante a refeição também pode causar má digestão. O tratamento da má digestão pode ser feito com o uso de remédios de farmácia ou remédios caseiros como chás, sucos de frutas com propriedades digestivas.
2	Má digestão: série de distúrbios gástricos. Azia: acidez estomacal.
3	Ocorre quando o ácido gástrico, composto químico que auxilia o processo digestivo e é produzido por nosso próprio organismo, rompe o anel muscular que separa o esôfago do estômago, provocando dor e queimação.
4	Também conhecida como indigestão ou dispepsia, má digestão não é uma doença, mas sim um termo utilizado para descrever uma série de distúrbios gástricos. Sintomas: enjoo; vômito; dores abdominais.
5	Má digestão é uma série de distúrbios gástricos. Gases, azia, queimação e arrotos frequentes.

Fonte: a pesquisa, 2017.

Um dos grupos não descreveu seu entendimento sobre azia e má digestão, por isso são analisados apenas cinco cartazes. Os demais grupos, como pode ser visto na descrição do conteúdo dos cartazes, não explicaram o que era azia e má digestão utilizando seus próprios conhecimentos ou vivências, mas utilizaram conceitos e definições que encontraram na internet.

Observa-se a dificuldade dos alunos em transcrever seus próprios conhecimentos, pois durante o decorrer das aulas, o tema azia e má digestão era recorrente e os alunos eram participativos, relatando suas experiências e criando definições. Entretanto, quando foi solicitado que os mesmos formalizassem essas discussões, expondo-as nos cartazes, todos os grupos optaram por utilizar descrições encontradas em pesquisas realizadas na internet, já que o uso de computadores, tablets e celulares estava liberado nessa aula.

No texto “Como os antiácidos funcionam” (Apêndice F), é citado quatro substâncias utilizadas como antiácidos (hidróxido de magnésio, hidróxido de alumínio, carbonato de cálcio e bicarbonato de sódio). Com relação a essas substâncias, os cartazes tinham que conter a reação dessas substâncias com o ácido clorídrico presente no estômago, as vantagens e desvantagens do uso das mesmas como antiácido.

Nesse sentido, considerando o que fora solicitado aos grupos, a Figura 11 apresentada logo a seguir, mostra como a substância Hidróxido de Magnésio foi descrito nos cartazes pelos grupos focais.

Figura 11 - Hidróxido de magnésio nos cartazes.

<p>1 Hidróxido de Magnésio: <math>(Mg(OH)_2)</math></p> $2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(Cl)_2 + 2H_2O$ <p><b>Vantagens:</b> Neutraliza o meio ácido do estômago, remove a dor e a diarréia na falta de leite de magnésio no corpo pode causar problemas cardíacos e no fígado.</p> <p><b>Desvantagens:</b> Pode alterar o funcionamento do intestino e causar diarréia. Pode também debilitar os ossos ao regular o fósforo e o cálcio do organismo.</p>	<p>2 Hidróxido de Magnésio</p> $Mg(OH)_2 = \text{BASE}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresenta ação antiácida e neutraliza a acidez gástrica.</li> <li>• Tem uma ação rápida de neutralização dos ácidos do estômago.</li> <li>• Reações contrárias = absorve a água e lubrifica as paredes intestinais.</li> </ul>
<p>3 Hidróxido de Magnésio</p> <p>↳ Reação: Pode ser obtido através da reação de Sulfato de Mg (magnésio) com soluções aquosas de Hidróxido de sódio ou com sais de magnésio reagindo com Hidróxido de potássio ou amônio.</p> <p>↳ Vantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutraliza o meio ácido do estômago.</li> </ul> <p>↳ Desvantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorve a água que lubrifica as paredes intestinais.</li> </ul>	<p>4 Hidróxido de magnésio:</p> $\text{Reação: } 2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(Cl)_2 + 2H_2O$ <p>Neutraliza ácido-base formando sal e água</p> <p><b>Vantagens:</b> Neutralizar o meio ácido do estômago, usado como laxante.</p> <p><b>Desvantagens:</b> Se usado em excesso pode agravar uma úlcera</p>
<p>5 Hidróxido de Magnésio <math>Mg(OH)_2</math></p> $\text{Reação: } 2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(Cl)_2 + 2H_2O$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralizam o meio ácido do estômago.</li> <li>• Absorve a água e lubrifica as paredes intestinais</li> </ul>	<p>6 Hidróxido de magnésio <math>(Mg(OH)_2)</math></p> $\text{Reação: } 2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(Cl)_2 + 2H_2O$ <p>Neutraliza ácido-base (sal e água)</p> <p><b>Vantagens:</b> Vai neutralizar o meio ácido do estômago</p> <p><b>Desvantagens:</b> Repetidas exposições ao hidróxido de magnésio geralmente causam laxante e bromite crônica.</p>

Fonte: a pesquisa, 2017.

Dos seis grupos formados, apenas dois fizeram a classificação da substância como uma base (os grupos 2 e 6), os demais não fizeram essa classificação.

O grupo 2 e o grupo 3 não apresentaram a reação entre o ácido clorídrico e o hidróxido de magnésio, os demais grupos apresentaram de maneira correta, embora nenhum escreveu o estado de agregação das substâncias na reação.

Quanto às vantagens, todos os grupos salientaram a propriedade de neutralizar a acidez estomacal e a desvantagem de que pode causar diarréia, úlceras e outras complicações.

Com relação a descrição do hidróxido de alumínio nos cartazes (Figura 12), a primeira consideração importante a fazer é que um dos grupos não o representou em seu cartaz, porque o membro do grupo responsável por essa substância (o aluno especialista na substância hidróxido de alumínio) não compareceu à aula, e com isso o grupo base não possuía os dados da pesquisa.

Figura 12 - Hidróxido de alumínio nos cartazes.

1 **Hidróxido de Alumínio (Al(OH)<sub>3</sub>)**  
 $\text{HCl} + \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
**Vantagens:** Reduz o fosfato na urina, tratamento de úlcera e queimaduras da gastrite e das síndromes gastrointestinais.  
**Desvantagens:** Alterações como a diarreia, prisão de ventre, náusea e dores abdominais.

2 **Hidróxido de Alumínio**  
 $\text{Al(OH)}_3 = \text{ÓXIDO}$   

- Apresenta ação antídica, reduz a carga de ácido total e neutraliza a acidez gástrica.
- Tratamento de úlceras e queimaduras, reduz o fosfato da urina e impede formação de cálculos renais.
- Reações contrárias: diarreia, prisão de ventre, náuseas, vômitos.

3 **Hidróxido de Alumínio**  
 ↳ Reagindo com o ácido clorídrico do estômago resultando em cloreto de alumínio e água, reduz a carga de ácido total e neutraliza a acidez gástrica, formando uma película protetora da mucosa gastrointestinal.  
 ↳ **Vantagens:** Reduz o fosfato na urina e impede a formação de cálculos renais. Tratamento de úlcera e queimaduras da gastrite e das síndromes gastrointestinais.  
 ↳ **Desvantagens:** Provoca alterações gastrointestinais como, diarreia, prisão de ventre, náuseas, vômitos e dor abdominal, além de constipação e intolerância.  
 ↳  $3\text{HCl} + \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

4 **Hidróxido de Alumínio Al(OH)<sub>3</sub>**  
 Reação:  $3\text{HCl} + \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   

- Reduz o fosfato na urina e queimadura das gastrites
- Causa diarreia, náusea, vômito e dor abdominal.

5 **Hidróxido de Alumínio Al(OH)<sub>3</sub>**  
 $\text{Al(OH)}_3 + \text{HCl} = \text{AlCl}_3$   
**Vantagens:** forma uma película protetora sobre a lesão.  
**Desvantagens:** alterações gástricas como diarreia ou prisão de ventre.

Fonte: a pesquisa, 2017.

Dos cinco grupos restantes, apenas dois fizeram a classificação. Quanto ao grupo a que a substância pertence: o grupo 2 classificou erroneamente a substância como sendo óxido, enquanto o grupo 6 classificou corretamente como base, contudo esse mesmo grupo classificou a substância formada, cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>), como sendo uma base, quando na verdade é um sal.

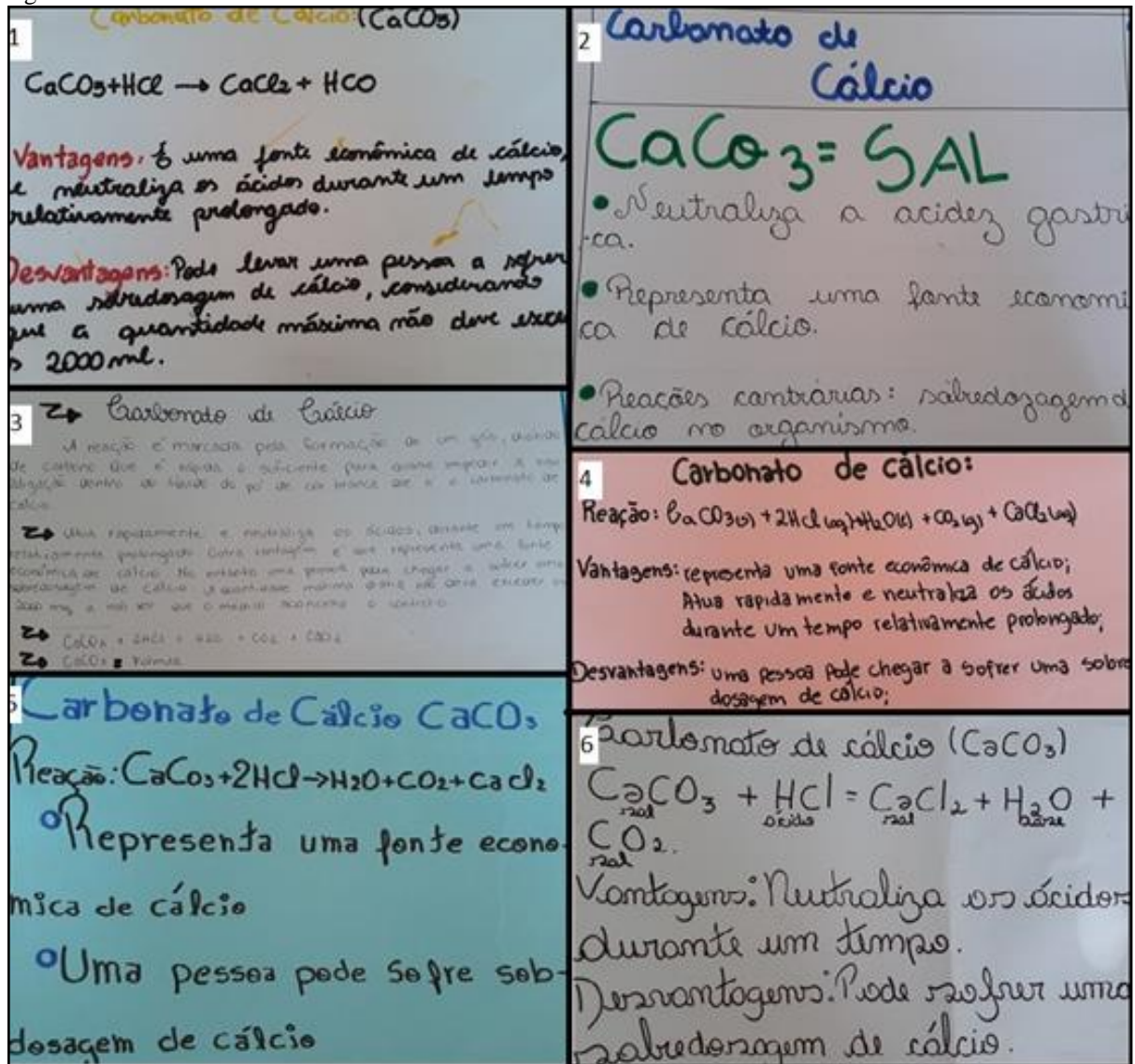
Em referência as reações apresentadas, o grupo 2 não apresentou a reação. O grupo 6 apresentou a reação de maneira incompleta, não mencionando a água (H<sub>2</sub>O) como produto da reação. Este mesmo grupo utilizou o sinal de igualdade (=) no lugar da seta (→) para indicar o sentido da reação. Os demais grupos apresentaram a reação de maneira correta.

No que diz respeito às vantagens e desvantagens do uso do hidróxido de alumínio como tratamento para azia e má digestão, todos os grupos salientaram o fato de neutralizar o ácido

clorídrico presente no estômago, diminuindo assim a acidez estomacal e como desvantagem o fato de poder causar diarreia, náuseas, vômito, entre outros.

A sistematização do uso do Carbonato de Cálcio para combater má digestão e azia nos cartazes confeccionados nos grupos focais é representado na Figura 13.

Figura 13 - Carbonato de cálcio nos cartazes.



Fonte: a pesquisa, 2017.

Com relação a classificação das substâncias, apenas os grupos identificados como 2 e 6 apresentaram esse item, classificando-o corretamente como sal, contudo o grupo 6 classificou erroneamente a água (H<sub>2</sub>O) como sendo uma base, e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como sal, quando na verdade ambos são óxidos.

Quanto à reação, o grupo 2 não apresentou a reação entre o carbonato de cálcio e o ácido clorídrico. O grupo 1 apresentou a reação de maneira incompleta, escrevendo os dois reagentes

(CaCO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O), mas apenas o cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) e os elementos HCO, sem concluir a reação. Os demais grupos apresentaram a reação de maneira correta.

Outro aspecto a ser analisado é a maneira como os grupos 2 e 5 representaram o elemento oxigênio no carbonato de cálcio, escrevendo-o com letra minúscula, o que acompanhado da letra “c” maiúscula, é o símbolo do elemento cobalto. Apesar do contexto dos cartazes e do nome da substância ser suficiente para identificar a devida substância, esse erro indica a falta de concentração dos alunos.

Com relação às vantagens e desvantagens, os grupos demonstraram pesquisas muito similares, descrevendo o carbonato de cálcio como fonte de cálcio e como neutralizador da acidez estomacal por um tempo prolongado. Como desvantagem, todos os grupos citaram a superdosagem de cálcio que pode ser causada pelo consumo excessivo dessa substância.

Os cartazes produzidos pelos grupos, para a substância Bicarbonato de sódio, são apresentados na Figura 14:

Figura 14 - Bicarbonato de sódio nos cartazes

1 **Bicarbonato de Sódio: (NaHCO<sub>3</sub>)**  
 $HCl + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$   
**Vantagens:** Pode ser tratamento para a candidíase, pode ser usado no clareamento dos dentes. Pode ser produzido por reação direta de carbonato, com hidróxido de sódio líquido. Usado como fermento químico e utilizado também na fabricação de extintor de incêndio. O Bicarbonato pode ajudar diretamente a quem tem pedras nos rins, e também na digestão.  
**Desvantagens:** Seu uso contínuo destrói o equilíbrio do ácido base do intestino, causando refluxo, entre outros.

2 **Bicarbonato de Sódio**  
 $NaHCO_3 = SAL$   
 • Pó branco, solúvel em água e com sabor alcalino.  
 • Usado para alívio estomacal, melhora a saúde bucal...  
 • Reações cambriárias: destruir o equilíbrio ácido-base do organismo, causando enjoo, náuseas, mau-estar...

3 **Bicarbonato de sódio**  
 ↳ Fórmula de reação para formar o Sal de cozinha:  
 $HCl + NaHCO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$   
 Quando reage com um ácido forte, forma o sal, liberando água e gás carbônico, no caso o ácido clorídrico. Reage com a acidez estomacal.  
 ↳ Vantagens: Ele contribui para vários pontos no organismo, tais como:  
 • Reduz a acidez bucal  
 • Combate a acidez estomacal  
 • Combate pedras nos rins  
 ↳ Desvantagens: Uma das principais desvantagens, mas que quase ninguém sabe, é que com o uso excessivo ele destrói o equilíbrio, causando um desequilíbrio ácido do organismo, ocasionando a acidose metabólica.  
 Formulas: NaHCO<sub>3</sub>

4 **Bicarbonato de sódio:**  
**Reação:**  $HCl + NaHCO_3 \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$   
**Vantagens:** pode ser utilizado em clareamento de dentes fermentação de massas.  
**desvantagens:** Seu uso contínuo destrói o equilíbrio ácido-base do intestino.

5 **Bicarbonato de Sódio NaHCO<sub>3</sub>**  
 $H_2SO_4 + NaHCO_3 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$   
**Vantagens:** ajuda quem tem pedras nos rins.  
**Desvantagens:** destrói o equilíbrio ácido-base do organismo causando acidose.

Fonte: a pesquisa, 2017.



Observando os cartazes (Figura 17), nota-se que apenas os grupos 2 e 6 classificaram o bicarbonato de sódio como sendo sal. Os demais grupos não apresentaram essa classificação. Contudo, o grupo 6, assim como na reação do carbonato de cálcio com o ácido clorídrico discutido anteriormente, classificou a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como base e sal respectivamente, quando na verdade, ambos são óxidos.

Com relação as reações químicas entre o ácido clorídrico presente no suco gástrico e o bicarbonato de sódio, o grupo 2 não apresentou a mesma. Os grupos 1 e 4 representaram a equação de maneira correta, mas os grupos 5 e 6 representaram a equação entre o ácido sulfúrico e o bicarbonato de sódio, justificando que foi a reação que encontraram na internet. O grupo 3 havia representado a reação com o bicarbonato de sódio com o ácido sulfúrico, ao perceber o contexto da pesquisa, corrigiu os reagentes, substituindo o ácido sulfúrico pelo ácido clorídrico, mantendo, porém, os mesmos produtos da reação anterior, tornando a equação incorreta e sem sentido.

Devido aos diversos usos difundidos, atualmente, ao bicarbonato de sódio, apenas os grupos 1, 2 e 3 citaram vantagens do uso do bicarbonato de sódio para combater problemas relacionados a azia e má digestão. Como desvantagem, os grupos citaram o fato de poder causar desequilíbrio ácido-base do organismo.

Na análise geral dos cartazes confeccionados é possível perceber que os alunos conseguiram relacionar as substâncias pesquisadas com seu dia a dia, o que foi bastante enfatizado na descrição das vantagens e desvantagens do uso de cada uma delas. Contudo, ficou evidente que, apesar das aulas teóricas desenvolvidas abordarem repetidamente as reações que ocorrem entre as substâncias inorgânicas, ainda restaram muitas dúvidas e inseguranças quanto a este aspecto na aprendizagem, o que necessitou ser retomado nas aulas posteriores à aplicação do produto.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de Química historicamente sempre representou muitas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem. Considerada pela maioria dos alunos e alguns professores como uma disciplina escolar essencialmente teórica, dado seu grau de abstração diante de tantos conceitos científicos, a Química e seus conteúdos escolares são discursados como estando presentes no cotidiano dos alunos, mas as aulas e os materiais didáticos utilizados não favorecem essa compreensão, o que torna seu processo de ensino e principalmente de aprendizagem maçante, por evidenciar a aprendizagem essencialmente mecânica.

Uma alternativa a essa realidade é apresentada por David Ausubel (2000) ao desenvolver a Teoria da Aprendizagem Significativa, no qual evidencia que para a aprendizagem tornar-se verdadeiramente significativa e relevante para os alunos é essencial que o professor identifique o que o aluno já sabe a respeito de um conteúdo específico e a partir disso, amplie seus conhecimentos com novos conceitos mais complexos e abrangentes. Essa ligação com os conhecimentos prévios dos alunos, baseados em suas experiências é o que motiva-os a querer aprender e dar significado a essa nova aprendizagem.

Preocupado em organizar o ensino para que este se torne realmente significativo, Marco Antônio Moreira [2011 (b)] propõe o desenvolvimento de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), as quais possibilitam ao professor organizar e planejar suas aulas evidenciando a aprendizagem significativa por partir de situações problemas do dia a dia dos alunos.

Com o foco em uma alternativa para o ensino das Funções Inorgânicas no primeiro ano do Médio, a presente pesquisa avaliou se o desenvolvimento de uma UEPS, contextualizada com temas relacionados a problemas de azia e má digestão, contribuiu para uma aprendizagem significativa.

O primeiro ponto a destacar refere-se a própria organização da UEPS, que é o aspecto operacional, prático mais relevante desta proposta. Como o próprio nome já sugere, ao pensar em uma UEPS, o professor é desafiado a pensar, planejar todas as aulas necessárias a um determinado conteúdo: o material para as contextualizações (textos, filmes, pesquisas... ou até mesmo a própria fala inicial do professor), o material didático que irá abordar o conteúdo específico (livro didático, apostila, textos isolados...), as atividades a serem desenvolvidas (atividades experimentais, pesquisas, exercícios...), a avaliação.

Antes de iniciar a aplicação da UEPS, o professor já tem encaminhada toda organização de como desenvolverá o conteúdo, o que é importante para avaliar se as propostas estão

coerentes, se as propostas de ensino escolhidas são válidas e mantêm uma conexão permitindo ao aluno fazer ligação entre elas.

Apesar de inicialmente aparentar ser uma proposta metodológica mais trabalhosa, pois exige que o professor planeje antecipadamente várias aulas, do início ao término do conteúdo específico que será abordado. O desenvolvimento da UEPS, configura-se como uma alternativa segura e que transmite confiança ao professor, pois o mesmo tem clareza de todos os passos que devem ser seguidos, dos objetivos que deseja alcançar em cada fase, o que, culmina com uma aprendizagem mais significativa.

Pensar uma sequência de aulas, seguindo os passos de uma UEPS, buscando uma aprendizagem significativa, exige também pensar nas melhores metodologias de avaliação e interação durante as aulas. Nesse ponto, a Teoria da Aprendizagem Cooperativa, proposta pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson, representa uma possibilidade de metodologia de trabalho em grupo que desperta o senso de cooperação e responsabilidade dos alunos.

Tais características do trabalho em grupo foram alvo de observação, optou-se pelo método cooperativo *Jigsaw*. O principal benefício desse método é o fato de cada aluno trabalhar com dois grupos diferentes (um de sua escolha – grupo base; e outro formado com um aluno de cada grupo – grupo de especialistas). Sendo que cada membro do grupo é responsável pela aprendizagem dos demais membros do grupo base sobre um tema específico.

Ou seja, esse método possibilita desenvolver, além da pesquisa, a interação de grupos de alunos que não trabalhariam juntos em sua primeira opção, mostrando-se muito positivo para o convívio de diferentes grupos em sala de aula.

Para o desenvolvimento da UEPS, foi elaborado um produto educacional, intitulado “Funções Inorgânicas: Vamos digerir?” que é composto de uma parte destinada ao professor (Conversa com o Professor), pois contempla uma explicação das atividades propostas, com orientações de como desenvolvê-las; uma parte específica aos alunos, que abrange os textos com as contextualizações relacionadas a azia e má digestão, roteiros de atividades experimentais, os conteúdos específicos e sugestões de pesquisas.

Através dos dados coletados e analisados por meio dos questionários pré e pós-intervenção e confecção de cartazes, a aplicação da UEPS comprovou ser uma alternativa bem-sucedida às aulas tradicionais, que como é sabido, se caracterizam pela evidência de uma aprendizagem mecânica.

No decorrer da descrição dos encontros, é possível perceber que a contextualização do conteúdo com situações que fazem parte do dia a dia do aluno, despertou o interesse dos mesmos, tornando-os mais participativos e atuantes nas aulas.

Passar da posição de espectadores para participante contribuiu substancialmente para tornar a aprendizagem significativa. Isso pode ser evidenciado também, pelos resultados obtidos nos questionários de pré e pós-intervenção, nos quais foi possível mensurar a aprendizagem dos alunos.

Os cartazes confeccionados nos grupos seguindo o método cooperativo *Jigsaw* demonstraram que os alunos compreenderam e assumiram a responsabilidade por sua aprendizagem e pela aprendizagem dos colegas. Nas descrições dos mesmos, é possível perceber a forte relação que os alunos estabeleceram entre as substâncias e seu uso no dia a dia, apesar de alguns grupos demonstrarem dúvidas quanto as reações químicas.

Pensar uma alternativa para as aulas de química no ensino médio, tornando o ensino mais atraente e significativo é um desafio que deve permear todas as práticas pedagógicas. A Teoria da Aprendizagem Significativa, a Teoria da Aprendizagem Cooperativa e a UEPS, apesar de serem desenvolvidas a mais tempo, são pouco aplicadas na realidade das salas de aula.

Esta pesquisa permitiu verificar que, a busca por uma proposta de ensino que tenha como foco o aluno, suas vivências e experiências, com métodos que busquem responsabilidade conjunta do aluno e do professor, contribui para que o processo de ensino torne-se mais efetivo e a aprendizagem mais significativa.

Com isso o ensino das Funções Inorgânicas, contextualizado com o tema “má digestão e azia”, permitiu identificar maior interesse dos alunos com relação ao conteúdo desenvolvido durante as aulas, indicando, através dos dados coletados e analisados, indícios de uma aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Luana Carla Zanelato do. *Sequências Didáticas Potencialmente Significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Reações Químicas*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- ANTUNES, Murilo Tissoni. *Ser Protagonista Química 1*. São Paulo: Editora SM, 2013.
- ARONSON, Elliot; BRIDGEMAN, Diane. Jigsaw Groups and the Desegregated Classroom: In Pursuit of Common Goals. *Boletim de Personalidade e Psicologia Social*, v. 5, n. 4, p. 438-446, 1978. Disponível em: <<https://bit.ly/2MHyTYc>>. Acesso em: 19 nov. 2016.
- AUSUBEL, David P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Lisboa: Kluwer Academic Publishers, 2000. Disponível em: <<https://bit.ly/2K7ZAmU>>. Acesso em: 20 jul. 2017.
- \_\_\_\_\_; NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BARBOSA, Rejane Martins Novais; JOFILI, Zélia Maria Soares. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.
- BEBER, Sílvia Zamberlan Costa et al. Mapas conceituais: uma estratégia para verificar a aprendizagem dos conceitos de funções inorgânicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia, SP. *Anais... Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC*, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2tqA4T8>>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação*. Trad. Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+): Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.
- CAMPOS, Reinaldo Calixto de; SILVA, Reinaldo Carvalho. Funções da Química Inorgânica... funcionam? *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 18-22, maio 1999.
- CAPES. *Catálogo de teses e dissertações*. Disponível em: <<https://bit.ly/2oKQp1x>>. Acesso em: 16 ago. 2017.
- CHAGAS, Anivaldo Tadeu Roston. *O questionário na pesquisa científica*. 2000. Disponível em: <<https://bit.ly/2M5sXXR>>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- CONCEICÃO, Marnise de Almeida Nabuco da. *Exploração didática do noticiário publicado em jornais nas aulas de Química*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2017.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, ano 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FREITAS, Itamar. Livro didático de história: definições, representações e prescrições de uso. In: OLIVEIRA, Margarida Dias de; OLIVEIRA, Almir Flélix Bueno de. *Livros didáticos de História: escolhas e utilizações*. Natal: Editora da UFRN, 2009. p. 11-19.

FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química v. 1*, São Paulo: Ática, 2013.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, maio/jun., 1995.

GOOGLE ACADÊMICO. Disponível em: <<https://bit.ly/2lkYhX2>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova Na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

INSTITUTO Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Censo Escolar da Educação Básica 2016: Notas Estatísticas*. Brasília, DF: Inep, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2kvEzdv>>. Acesso em: 18 maio 2017.

JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T. *Cooperative learning: Two heads learn better than one*. Minnesota: University of Minnesota, 1988. Disponível em: <<https://bit.ly/2KcgioQ>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *Uma visão geral da aprendizagem cooperativa*. Disponível em: <<https://bit.ly/2jjP0is>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. HOLUBEC, Edythe J. *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós, 1999.

KOTZ, John C.; TREICHEL, Paul. M.; WEAVER, Gabriela. C. *Química Geral e Reações Químicas*. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

LEE, John David. *Química inorgânica não tão concisa*. Trad. 5. ed. inglesa. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. p. 24, 217 e p. 360-370.

LIMA, Cristiane Carvalho Bezerra de. *Análise combinatória: uma aprendizagem significativa com mapas conceituais*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

LIMA, José Ossian Gadelha de; BARBOSA, Lídia Kênia Alves. O ensino de química na concepção dos alunos do ensino fundamental: algumas reflexões. *Ex@tas online*, v. 6, n. 1, p. 33-48, abr. 2015

LOPES, José; SILVA, Helena Santos. *A Aprendizagem Cooperativa na sala de aula - um guia prático para o professor*. Lisboa: Lidel, 2009.

- LUCKESI, Cipriano Carlos. *Avaliação da aprendizagem escolar*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Química: ensino médio*. 2. ed. São Paulo: Scipione. 2013.
- MARTINS, Fabiane Pereira. *Construindo Alternativas ao Ensino das “Funções Inorgânicas” à Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- MOREIRA, Marco Antonio; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizagem Significativa: um Conceito Subjacente. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 1997, Burgos, España. *Anais...* Burgos, España. 1997. p. 19-44.
- \_\_\_\_\_. Al final, qué es aprendizaje significativo?. *Revista Qurrriculum*, v. 25, p. 29-56, 2012.
- \_\_\_\_\_. *Teorias da Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- \_\_\_\_\_. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.
- MOTA, Joseane Damasceno. *Avaliação de uma sequência didática para o ensino de Funções Inorgânicas numa perspectiva da aprendizagem significativa*. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- PLATAFORMA SUCUPIRA. Disponível em: <<https://bit.ly/1KCtInH>>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. *El diario del profesor*. 6. ed. Sevilla: Díada Editora, 1997. Disponível em: <<https://bit.ly/1XVrple>>. Acesso em: 25 nov. 2016.
- PORTAL BRASIL. *Matemática, Física e Química são as maiores dificuldades no Enem*. Disponível em: <<https://bit.ly/2MbVtHp>>. Acesso em: 02 dez. 2017.
- POZO, Juan. *Teorias cognitivas da aprendizagem*. Trad. J. A. Llorens. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- PRSYBYCIEM, Moisés Marques. *A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.
- SANTOS, Maria da Conceição de Sousa Cipriano dos. *Aprendizagem Cooperativa em Matemática: um estudo longitudinal com uma turma experimental do Novo Programa de Matemática do 2º ciclo do Ensino Básico*. 2011. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) - Universidade do Algarve, Algarve, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. (Coords.). *Química cidadã*: volume 1: ensino médio. São Paulo: AJS, 2013.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, jul./dez., 2000.

\_\_\_\_\_. et al. *Química cidadã*: volume 1, Editora Nova Geração, 2013.

SILVA, Bruna da. *Jogo didático Quiminvestigação*: uma ferramenta para o ensino de Química Inorgânica em nível médio. 2013. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2013.

SILVA, Carla Melo da; MERTINS, Simone; ROBAINA, José Vicente Lima. A experimentação como ferramenta de aprendizado no ensino da Química. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2014, Santa Cruz do Sul. *Anais...* Santa Cruz do Sul: UNISC, 2014. p. 44-49. Disponível em: <<https://bit.ly/2ytmq7o>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

SOUZA, Flávia Alexandra Gomes de. *Percepção do licenciando em Química sobre a contribuição do Laboratório Virtual de Química, Virtual Lab, para o Ensino-Aprendizagem das Reações Químicas Inorgânicas no Ensino Médio*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Unigranrio, Duque de Caxias, RJ, 2015.

TEODORO, Daniel Lino. *Aprendizagem cooperativa no ensino de química*: investigando uma atividade didática elaborada no formato jigsaw. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

TORRES, Lupion Torres; ALCANTARA, Paulo R.; IRALA, Esrom Adriano Freitas. Grupos de Consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*, v. 4, n. 13, p. 1-17, set./dez. 2004.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais*: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VIEIRA, Pedro Nuno Bessa. *Estratégias alternativas de ensino-aprendizagem na Matemática*: estudo empírico de uma intervenção com a aprendizagem cooperativa, no contexto do ensino profissional. 2000. Dissertação (Mestrado em Psicologia e Ciências da Educação) - Universidade do Porto, Porto, 2000. Disponível em: <<https://bit.ly/2teT7QV>>. Acesso em: 10 mar. 2018.



## APÊNDICE A - Questionário pré e pós intervenção

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS				
1 – Classifique os alimentos abaixo como ácidos ou básicos:				
ÁGUA SALGADA	REFRIGERANTE	CERVEJA	ÁGUA	LEITE
LEITE DE ARROZ	LIMÃO	VINAGRE	LEITE DE MAGNÉSIA	SAL DE FRUTAS
ALIMENTOS ÁCIDOS:				
_____				
_____				
_____				
ALIMENTOS ALCALINOS:				
_____				
_____				
_____				
2 – Sabemos que os compostos inorgânicos são classificados em quatro grupos: ÁCIDO, BASE, SAIS E ÓXIDO. Explique cada um desses grupos:				
ÁCIDO: _____				
_____				
_____				
_____				
_____				
BASE: _____				
_____				
_____				
_____				
_____				
ÓXIDO: _____				
_____				
_____				
_____				
_____				
SAL: _____				
_____				
_____				
_____				
_____				
_____				

## APÊNDICE B - Texto Digestão

### DIGESTÃO



O processo digestivo é essencial para a boa saúde e quando este entra em desequilíbrio, tem consequências apocalípticas para a grande maioria das pessoas. E já íamos achando que basta comer de modo saudável e tomar suplementos, né? Mas e como fica a absorção disso tudo?

Bom, o processo começa na boca. Quando mastigamos, a saliva já vai agilizando a digestão através de enzimas salivares. Conforme o bolo alimentar se dirige ao estômago, este se expande e começa a liberar suco gástrico. É aí que rola a “quebra” das proteínas em aminoácidos para que depois possam ser absorvidos pelo intestino.

O pH do suco gástrico começa então a cair, ficando entre 1,8 e 1,3. Enquanto isso vai rolando uma pré-digestão de carboidratos, gorduras e proteínas no estômago além de ocorrer a ionização dos minerais. Bactérias, fungos e vírus são destruídos.

Quando o pH é atingido, o alimento segue o rumo ao intestino. A acidez é neutralizada pela bile e bicarbonato, acontecendo assim o restante da digestão e absorção dos nutrientes através do desdobramento das moléculas em partículas menores.

Depois de uma série de processos químicos, onde o organismo decide o que vai aproveitar e o que não vai, o restante vai rumo ao intestino grosso, as bactérias “boas” produzem vitamina K e algumas B além de remover os excessos desde que haja quantidades suficientes de água e fibra.

#### **Quando não produzimos ácido suficiente**

- Não quebramos proteínas em aminoácidos (afetando todo o sistema endócrino, hormonal, imunológico, produção de enzimas e lembrem que os aminoácidos são os tijolinhos que constroem tudo no nosso corpo);
- O bolo alimentar fica sentado no estômago um tempão esperando ficar no ponto e, enquanto isso, o alimento vai fermentando, produzindo gases/toxinas e ficamos inchados, flatulentos e sentimos azia, refluxo, queimação e mau hálito;

- Os minerais não são ionizados;
- As bactérias, vírus e fungos não são esterilizados;
- O intestino acaba liberando a passagem depois de um tempo, mas como o pH específico não foi atingido: bile, bicarbonato e enzimas não são secretadas apropriadamente (o comando todo vem do pH) e não neutralizam a acidez (que embora menor, ainda existente e portanto queimando o intestino);
- Como a missão toda já foi comprometida, o cólon está numa situação complicada e rola uma constipação básica;

### **Vamos para as principais causas de um indivíduo não produzir ácido suficiente**

- Uma dieta com alto teor de proteína animal faz com que haja uma sobrecarga no sistema e a produção falha;
- Uma dieta com pouca proteína faz com que o sistema fique preguiçoso;
- Consumo de bebidas com gás e/ou muito geladas;
- Combinação “pobre” de alimentos;
- Refeições muito pesadas (razão similar ao alto consumo de proteína animal);
- Uma dieta quase sem sal (literalmente);
- Desidratação em geral, ou consumo de muito líquido com as refeições;
- Uso de antiácidos, café e nicotina;
- Idade (atenção extra para quem está acima de 40 anos);
- E o velho amigo chamado stress (claro).

Além de todos os itens expostos, há que se considerar também que comer demais, numa mesma refeição, sobrecarrega a produção de ácido gástrico.

Resumidamente, quando um indivíduo não produz ácido gástrico suficiente, ele acaba por não assimilar nutrientes de forma adequada, ou seja, fica desnutrido mesmo comendo bem. E a desnutrição, como é sabido, gera milhares de problemas incluindo infertilidade, anemia, fadiga crônica, problemas de pele, inflamações e infecções, queda de cabelo e a lista é basicamente sem fim.

Além disso, as bactérias/fungos invadem território já que nosso intestino fica parecendo uma peneira, a proteína vira inimiga (alergias) e a gente começa a pirar nos suplementos, consultas médicas, gastamos maior grana, nos matamos fazendo exercícios e tentamos de tudo, mas não vamos direto a raiz do problema: baixa produção de ácido clorídrico.

### **Como resolver o problema?**

- Coma refeições menores e mais frequentes para que seu estômago não continue sendo sobrecarregado e consiga vencer a crise;
- Evite beber durante as refeições e diga não às bebidas com gás e cafeína;
- Evite consumo de doces junto com proteínas e gorduras (deixe a sobremesa para depois – algo saudável, de preferência);
- E não podemos nos esquecer de tomar uma atitude em relação ao stress: meditação, yoga, exercícios, técnicas de respiração, etc.

Adaptado de: <<https://bit.ly/2KuUEsv>>.

### Questões

1. No texto que acabamos de ler, vimos que uma importante parte da digestão ocorre no estômago com a ação do suco gástrico, sendo formado principalmente de ácido clorídrico. Você conhece essa substância?
2. Além desse grupo de substâncias (ácido), quais outros grupos você conhece? Caracterize-os.
3. O texto também relata que para uma boa digestão é necessário que o suco gástrico atinja um pH ideal. Você sabe o que é pH?
4. A escala de pH varia de 0 a 14. Como são classificadas as substâncias em ácidas, básicas ou neutras dentro dessa escala?

## APÊNDICE C - Atividade experimental acidez e basicidade dos alimentos

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL ACIDEZ E ALCALINIDADE DOS ALIMENTOS

#### Materiais e reagentes

- béquer de 50mL;
- pipeta;
- bastão de vidro;

#### Procedimento

- a) Identifique os béqueres de 1 a 9
  
- b) Em cada um dos béqueres adicione um dos materiais abaixo:
  - 20 mL de suco de limão
  - 20 mL de vinagre branco
  - 20 mL de refrigerante incolor
  - 20 mL de cerveja
  - 20 mL de água
  - 20 mL de leite
  - 20 mL de leite de arroz
  - 20 mL de solução aquosa de cloreto de sódio
  - 10 mL de leite de magnésia dissolvido em água
  
- c) Adicione a cada copo 10 mL de extrato de repolho roxo.

Anote os resultados na tabela abaixo:

INDICADOR ÁCIDO/BASE: EXTRATO DE REPOLHO ROXO		
N° do béquer	Reagente	Cor observada
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

#### Discussão dos resultados

1. Qual substância pode ser considerada neutra?
2. Quais substâncias podem ser consideradas ácidas?
3. Quais substâncias podem ser consideradas básicas?
4. Com base na tabela de pH para a solução de extrato de repolho roxo (Tabela 03), indique o provável pH para cada substância.

## APÊNDICE D - Atividade experimental da condutibilidade elétrica das soluções

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL DA CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA DAS SOLUÇÕES

#### Materiais e reagentes

Aparato para testar a condutibilidade elétrica

1 colher de sopa de cloreto de sódio sólido  $\text{NaCl(s)}$  (sal)

Solução aquosa de sal –  $\text{NaCl(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100mL de água)

1 colher de sopa de sacarose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$  (açúcar)

Solução aquosa de açúcar –  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100mL de água)

Ácido clorídrico ( $\text{HCl(aq)}$ ) 0,1M

#### Procedimento

Coloque os reagentes acima em béqueres e em cada um deles coloque as extremidades dos fios de cobre (previamente desencapados). Lembre-se de limpar as extremidades do fio de cobre em um papel toalha antes de emergir na próxima solução.

OBS: é importante não encostar as extremidades dos fios.

Anote os resultados no quadro abaixo:

Substância	Condutibilidade elétrica
Sal de cozinha ( $\text{NaCl(s)}$ )	
Solução aquosa de sal de cozinha ( $\text{NaCl(aq)}$ )	
Sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$	
Solução aquosa de sacarose $(\text{aq})$	
Solução aquosa de $\text{HCl(aq)}$ (0,1M)	

De acordo com estes resultados surge o questionamento:

Por que algumas soluções aquosas conduzem eletricidade e outras não?

**APÊNDICE E - Conteúdo conceitual desenvolvido com os alunos**

## FUNÇÕES INORGÂNICAS:

Vamos digerir?



Caderno do aluno

## DIGESTÃO



O processo digestivo é essencial para boa saúde e quando em desequilíbrio, tem consequências apocalípticas para nossa saúde. E já fomos achando que basta comer de modo saudável e tomar suplementos, né? Mas e a absorção disso tudo

Bom, o processo começa na boca. Quando mastigamos, a saliva já vai agilizando a digestão através de enzimas salivares. Conforme o bolo alimentar se dirige ao estômago, este se expande e começa a liberar suco gástrico. É aí que rola a “quebra” das proteínas em aminoácidos para que depois possam ser absorvidos pelo intestino.

O pH do suco gástrico começa então a cair, ficando entre 1,8 e 1,3 para que o intestino libere a entrada do quimo (pasta alimentar). Enquanto isso vai rolando uma pré-digestão de carboidratos, gorduras e proteínas no estômago além de ocorrer a ionização dos minerais. Bactérias, fungos e vírus são destruídos.

Quando o pH é atingido, o alimento segue o rumo ao intestino. A acidez é neutralizada pela bile e bicarbonato, acontecendo assim o restante da digestão e absorção dos nutrientes através do desdobramento das moléculas em partículas menores.

Depois de uma série de processos químicos, onde o organismo decide o que vai aproveitar e o que não vai, o restante vai rumo ao intestino grosso, as bactérias “boas” produzem vitamina K e algumas B além de remover os excessos desde que haja quantidades suficientes de água e fibra.

Bom, agora imagine se não estamos produzindo **ácido clorídrico** suficiente?

### Quando não produzimos ácido suficiente:

– Não quebramos proteínas em aminoácidos (afetando todo o sistema endócrino, hormonal, imunológico, produção de enzimas e lembrem que os aminoácidos são os tijolinhos que constroem tudo no nosso corpo);

– O bolo alimentar fica sentado no estômago um tempão esperando ficar no ponto e, enquanto isso, o alimento vai fermentando, produzindo gases/toxinas e ficamos inchados, flatulentos e sentimos azia, refluxo, queimação e mau hálito;

– Os minerais não são ionizados;

– As bactérias, vírus e fungos não são esterilizados;

– O intestino acaba liberando a passagem depois de um tempo, mas como o pH específico não foi atingido: bile, bicarbonato e enzimas não são secretadas apropriadamente (o comando todo vem do pH) e não neutralizam a acidez (que embora menor, ainda existente e portanto queimando o intestino);

– O alimento que passou sem ser desdobrado para as mais minúsculas partículas acaba alimentando as bactérias ruins que abrem buracos na parede do intestino; moléculas maiores passam para o sangue, o sistema imunológico não reconhece e ataca. E é aí que surgem as tais alergias. Além disso, as bactérias e fungos vazam pelo sangue se instalando em diversas partes do corpo e daí surgem as candidíases/infestações de fungos da vida;

– Como a missão toda já foi comprometida, o cólon está numa situação complicada e rola uma constipação básica;

### Vamos para as principais causas de um indivíduo não produzir ácido suficiente:

– Uma dieta com alto teor de proteína animal faz com que haja uma sobrecarga no sistema e a produção falha;

– Uma dieta com pouca proteína faz com que o sistema fique preguiçoso;

– Consumo de bebidas com gás e/ou muito geladas;

– Combinação “pobre” de alimentos;

– Refeições muito pesadas (razão similar ao alto consumo de proteína animal);

– Uma dieta quase sem sal (literalmente);

– Desidratação em geral, ou consumo de muito líquido com as refeições;

– Uso de antiácidos, café e nicotina;

– Idade (atenção extra para quem está acima de 40 anos);

– E o velho amigo chamado *stress* (claro).

Resumidamente quando isso acontece, não assimilamos nutrientes, ou seja, ficamos desnutridos mesmo comendo bem. Desnutrição gera milhares de problemas incluindo infertilidade, anemia, fadiga crônica, problemas de pele, inflamações/infecções, queda de cabelo e a lista é basicamente sem fim.

Além disso, as bactérias/fungos invadem território já que nosso intestino fica parecendo uma peneira, a proteína vira inimiga (alergias) e a gente começa a pirar nos suplementos, consultas médicas, gastamos maior grana, nos matamos fazendo exercícios e tentamos de tudo, mas não vamos direto a raiz do problema: baixa produção de ácido clorídrico.

### Como resolver o problema?

– Coma refeições menores e mais frequentes para que seu estômago não continue sendo sobrecarregado e consiga vencer a crise;

– Evite beber durante as refeições e diga não às bebidas com gás e cafeína;

– Evite consumo de doces junto com proteínas e gorduras (deixe a sobremesa para depois – algo saudável, de preferência);

– E não podemos nos esquecer de tomar uma atitude em relação ao stress: meditação, yoga, exercícios, técnicas de respiração, etc.

Adaptado de: <https://bit.ly/2KuUEsv>

### Questões:

1. No texto que acabamos de ler, vimos que uma importante parte da digestão ocorre no estômago com a ação do suco gástrico, sendo formado principalmente de ácido clorídrico. Você conhece essa substância?
2. Além desse grupo de substâncias (ácido), quais outros grupos você conhece? Caracterize-os.
3. O texto também relata que para uma boa digestão é necessário que o suco gástrico atinja um pH ideal. Você sabe o que é pH?
4. Atualmente fala-se muito em pH, por exemplo, xampu com pH neutro, sabonete que mantém o pH natural da pele, alimentos que mantem o pH do sangue, entre outros. O que significa dizer que o pH é neutro?
5. A escala de pH varia de 0 a 14. Como são classificadas as substâncias em ácidas, básicas ou neutras dentro dessa escala?



## FUNÇÕES INORGÂNICAS

### 1. ESCALA pH

O extrato de repolho roxo e a solução de fenolftaleína, são exemplos de indicadores ácido-base usados pelos alquimistas, para identificar essas substâncias.

Os indicadores são substâncias orgânicas que possuem moléculas grandes que se alteram em função da acidez do meio. Ao terem suas estruturas moleculares alteradas, as substâncias passam a apresentar cores diferentes.

Na Tabela 01 são exemplificados a ação de alguns indicadores:

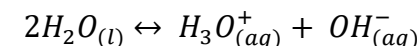
Tabela 1 - Indicadores ácido-base

Indicador	Cor inicial do indicador	Cor na solução	
		Meio ácido	Meio básico
Fenolftaleína	incolor	incolor	rosa
Alaranjado de metila	amarelo	vermelho	amarelo
Tornassol	azul	vermelho	azul
Indicador universal	amarelo esverdeado	de vermelho a	de azul a
		Alaranjado	verde

Fonte: autora, 2017.

A acidez das soluções e materiais é determinada com base na escala de pH. A sigla pH significa potencial (ou potência) hidrogeniônico e indica o teor de íons hidrônio ( $H_3O^+_{(aq)}$ ) livres por unidade de volume da solução.

Quanto mais hidrônios houver no meio, mais ácida será a solução. Por consequência, podemos dizer que quanto mais íons  $OH^-_{(aq)}$  houver no meio, mais básica ou alcalina será a solução. Isso porque em uma solução aquosa, sempre há esses dois íons ( $H_3O^+_{(aq)}$  e  $OH^-_{(aq)}$ ), pois a própria água sofre uma autoionização. Veja:



Assim, para ser ácida, uma solução deve ter uma concentração maior de cátions  $H_3O^+$  do que de  $OH^-$  livres em seu meio, e o contrário ocorre com as soluções básicas.

**Ácidas:**  $[H_3O^+] > [OH^-]$

**Neutra:**  $[H_3O^+] = [OH^-]$

**Básicas:**  $[H_3O^+] < [OH^-]$

Isso nos ajuda a entender melhor a escala de pH, que costuma ser usada entre os valores de 0 a 14, em temperatura de 25°C. Quanto mais ácida for a solução, menor será seu pH; quanto mais básica for a solução, maior será seu pH.

Tabela 2 - Escala de pH


pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Solução ácida						Solução neutra	Solução básica						

Fonte: autora, 2017.

O extrato de repolho roxo, é um indicador ácido-base natural, que nos fornece o pH aproximado das substâncias testadas. A variação das cores desse indicador é mostrada abaixo:

Tabela 3 - Cores aproximadas do extrato de repolho roxo em diferentes pH

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cor														



Fonte: autora, 2017.

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL ACIDEZ E ALCALINIDADE DOS ALIMENTOS

### Materiais e reagentes

béquer de 50mL

pipeta

bastão de vidro

### Procedimento

Identifique os béqueres de 1 a 9

Em cada um dos béqueres adicione um dos materiais abaixo:

20 mL de suco de limão

20 mL de vinagre branco

20 mL de refrigerante incolor

20 mL de cerveja

20 mL de água

20 mL de leite

20 mL de leite de arroz

20 mL de solução aquosa de cloreto de sódio

10 mL de leite de magnésia dissolvido em água

Adicione a cada copo 10 mL de extrato de repolho roxo.

Anote os resultados na tabela abaixo:

INDICADOR ÁCIDO/BASE: EXTRATO DE REPOLHO ROXO		
Nº do béquer	Reagente	Cor observada
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

### Discussão dos resultados

1. Qual substância pode ser considerada neutra?
2. Quais substâncias podem ser consideradas ácidas?
3. Quais substâncias podem ser consideradas básicas?
4. Com base na tabela de pH para a solução de extrato de repolho roxo (Tabela 03), indique o provável pH para cada substância:

Por que algumas soluções aquosas conduzem eletricidade e outras não?

## 2. TEORIA DA DISSOCIAÇÃO IÔNICA

Para entendermos a Teoria de Arrhenius, vamos testar a condutibilidade elétrica de várias soluções:

Atividade experimental da condutibilidade elétrica das soluções:

### Materiais e reagentes

Aparato para testar a condutibilidade elétrica.

1 colher de sopa de cloreto de sódio sólido  $\text{NaCl}_{(s)}$  (sal).

Solução aquosa de sal –  $\text{NaCl}_{(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100mL de água).

1 colher de sopa de sacarose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$  (açúcar).

Solução aquosa de açúcar –  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100mL de água).

Ácido clorídrico ( $\text{HCl}_{(aq)}$ ) 0,1M.

### Procedimento

Coloque os reagentes acima em béqueres e em cada um deles coloque as extremidades dos fios de cobre (previamente desencapados). Lembre-se de limpar as extremidades do fio de cobre em um papel toalha antes de emergir na próxima solução.

OBS: é importante não encostar as extremidades dos fios.

Anote os resultados no quadro abaixo

Substância	Condutibilidade elétrica
Sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ )	
Solução aquosa de sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(aq)}$ )	
Sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$	
Solução aquosa de sacarose $_{(aq)}$	
Solução aquosa de $\text{HCl}_{(aq)}$ (0,1M)	

De acordo com estes resultados surge o questionamento:

### Entendendo a Teoria da Dissociação Iônica

Para responder a tais questionamentos, **Arrhenius** estabeleceu a **Teoria da Dissociação Iônica**, onde a condutividade elétrica das soluções era devido à existência de **íons livres**.

Vamos entender a razão pela qual algumas soluções conduzem eletricidade e outras não.

1º) Testando a condutividade elétrica de uma solução de água com sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ ) verificou-se que a lâmpada acendeu, indicando que esta solução conduziu corrente elétrica.

### Observação macroscópica



$\text{NaCl}_{(aq)}$   
(lâmpada acende –  
conduz corrente  
elétrica)

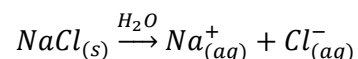
### Explicação microscópica

O sal de cozinha é representado pela substância cloreto de sódio –  $\text{NaCl}$  – que é um composto iônico constituído pelos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  organizados em um de um retículo cristalino.



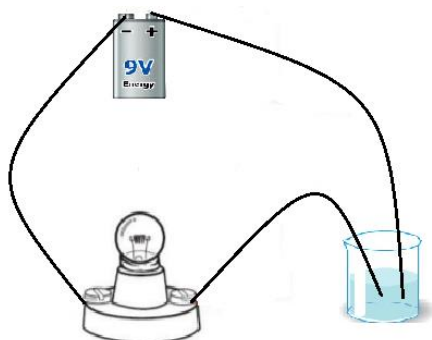
Quando o retículo cristalino de cloreto de sódio entra em contato com a água, ocorre uma separação dos íons, fenômeno denominado de **dissociação iônica**. Os íons livres obtidos após a dissociação, são os responsáveis pela condutividade elétrica.

Este processo de **dissociação iônica** pode ser representado de acordo com a seguinte equação:



2º) Testando a condutividade elétrica de uma solução de água com açúcar verificou-se que a lâmpada se manteve apagada, indicando que esta solução não conduziu corrente elétrica.

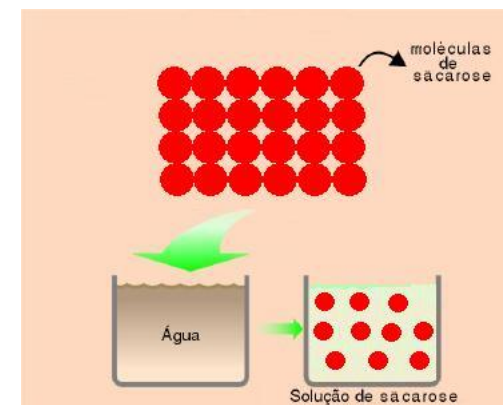
### Observação macroscópica



$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$   
(lâmpada não acende  
– não conduz  
corrente elétrica)

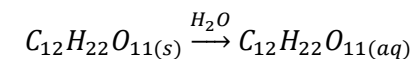
### Explicação microscópica

O açúcar é representado pela substância sacarose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  – de natureza molecular.



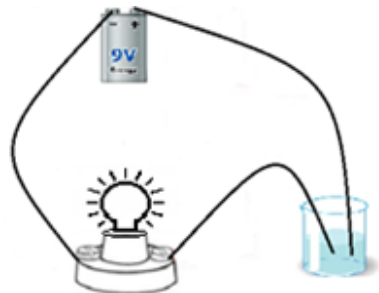
A molécula de sacarose não possui íons e também não originou íons em presença de água, o que explica o fato da não condutibilidade elétrica. Quando as moléculas de sacarose foram colocadas em presença de água, ocorreu apenas uma separação das moléculas, fenômeno denominado de **dissociação molecular**.

Este processo de **dissociação molecular** pode ser representado através da seguinte equação:



3º) Testando a condutividade elétrica de uma solução de ácido clorídrico ( $\text{HCl}_{(aq)}$ ) verificou-se que a lâmpada acendeu, indicando que esta solução conduziu corrente elétrica.

### Observação macroscópica



$HCl_{(aq)}$   
(lâmpada acende  
– conduz corrente  
elétrica)

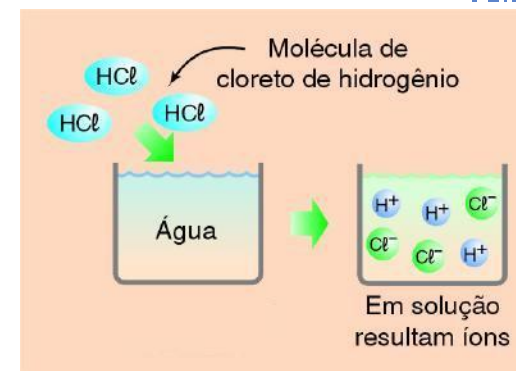
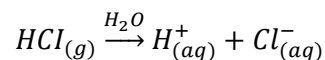
### Explicação microscópica

Veja que caso interessante! O ácido clorídrico ( $HCl$ ) é um composto molecular, ou seja, não é constituído por íons. No entanto, quando adicionado em água, originou uma solução condutora de eletricidade, que indica que a solução resultante possui íons. Como isto ocorre?

Como vimos, em ligação covalente, o cloreto de hidrogênio ( $HCl$ ) é uma molécula onde o átomo de hidrogênio ( $Z = 1$ ) compartilha 1 par de elétrons com o átomo de cloro ( $Z = 17$ ):

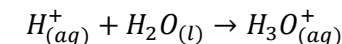


Quando o cloreto de hidrogênio é borbulhado na água, admite-se que ocorra uma quebra na ligação covalente entre o átomo de hidrogênio e o átomo de cloro, pela molécula de água, originando os íons  $H^+$  e  $Cl^-$ , responsáveis pela condutibilidade elétrica da solução. A este fenómeno, onde os íons foram produzidos a partir de um composto molecular (sem íons) é denominado de **ionização**, que pode ser representado esquematicamente por:

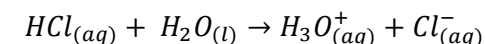


### Observação

Atualmente, sabe-se que o cátion  $H^+$ , proveniente da molécula do  $HCl$ , se une a uma molécula de água formando o íon  $H_3O^+$ , denominado **hidroxônio** ou **hidrônio**.



Desta forma, a representação mais correta para o processo de ionização do  $HCl$ , ficará assim:



### Grau de ionização ou dissociação ( $\alpha$ )

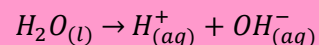
Quando uma substância dissolve-se em água, não são todas as moléculas que irão sofrer ionização ou dissociação (quebra da molécula) com produção de íons. O grau de ionização ou dissociação ( $\alpha$ ) indica a porcentagem de moléculas sofrem ionização ou dissociação que por sua vez mede a força do eletrólito, ou seja, quanto maior o grau de ionização do eletrólito, maior é a sua força.

- **Forte:**  $\alpha \geq 50\%$
- **Moderado:**  $5\% < \alpha < 50\%$
- **Fracó:**  $5\% \leq \alpha$

Curiosidade:

Pelos conceitos que aprendemos até agora, observamos que a água não conduziu eletricidade, com isso, podemos deduzir que não existem íons em solução, certo?

Errado! Atualmente, sabe-se que a água sofre um processo de auto-ionização, onde suas moléculas se unem ionizando-se umas às outras.



Mas, se existem íons em solução, por que então a água pura não conduz eletricidade? O fato é que apenas duas moléculas de cada um bilhão sofrem ionização, com isso a quantidade de íons produzidos não é suficiente para que ocorra a condutividade elétrica.

Agora que sabemos que a água destilada (pura) não conduz eletricidade, como explicar então, o fato da água potável conduzir eletricidade?

A água destinada ao abastecimento das cidades, ou seja, a água potável, é proveniente dos rios, lagos ou represas e contém impurezas. Esta água sofre um processo de tratamento físico e químico, que envolve etapas tais como: floculação, decantação, filtração e desinfecção, onde são adicionadas várias substâncias químicas com a finalidade de deixar a água em condições de ser consumida pela população. Estas substâncias químicas dissolvidas na água originam íons, que são responsáveis pela condutibilidade elétrica desta solução.

### Definições de termos técnicos de Arrhenius

Em função dos experimentos realizados através da condutividade elétrica de substâncias em presença de água, Arrhenius estabeleceu alguns termos técnicos utilizados de acordo com os resultados obtidos em suas experiências:

**Solução eletrolítica** ou **iônica** – são soluções que conduzem eletricidade.

Ex.: água + sal de cozinha ( $NaCl_{(s)}$ ) / água + cloreto de hidrogênio ( $HCl_{(g)}$ ).

**Solução não-eletrolítica** ou **molecular** – são soluções que não conduzem eletricidade.

Ex.: água + açúcar (sacarose) ( $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ )

**Eletrólitos** – são substâncias dissolvidas em água, que conduzem eletricidade.

Ex.:  $NaCl_{(aq)}$  e  $HCl_{(aq)}$

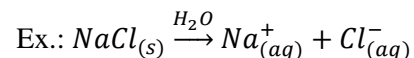
**Não-eletrólitos** – são substâncias dissolvidas em água, que não conduzem eletricidade.

Ex.: açúcar (sacarose) ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).

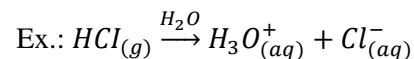
**Dissociação molecular** – é a separação de substâncias moleculares, sem formação de íons, originando uma solução não-eletrolítica, ou seja, que não conduz eletricidade.

Ex.:  $C_{12}H_{22}O_{11(s)} \xrightarrow{H_2O} C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$

**Dissociação iônica** – é a separação dos íons de substâncias iônicas, originando uma solução eletrolítica, ou seja, que conduz eletricidade.



**Ionização** é a transformação de uma substância molecular em íons, originando uma solução eletrolítica, ou seja, que conduz eletricidade.



### 3. FUNÇÕES INORGÂNICAS

#### 3.1 ÁCIDO – BASE

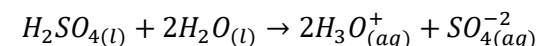
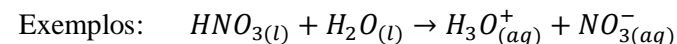
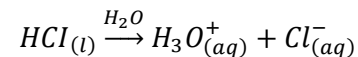
##### 3.1.1 Teoria de Arrhenius

Baseado em seus experimentos com condutividade elétrica em meio aquoso, o químico, físico e matemático sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) propôs, em 1884, os seguintes conceitos para definir ácidos e bases:

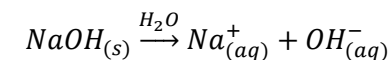
Ácidos são compostos em solução aquosa que ionizam, produzindo como íon positivo apenas o cátion hidrônio (ou hidroxônio)  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Bases ou hidróxidos são compostos, que por dissociação iônica, liberam, como íon negativo, o ânion hidróxido  $\text{OH}^-$ , também chamado de hidroxila ou oxidrila.

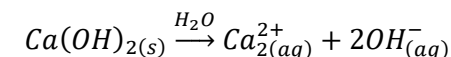
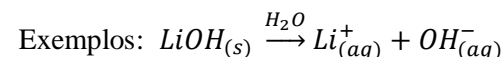
Quando preparamos uma solução aquosa de ácido clorídrico, o  $\text{HCl}$  se dissocia em íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Uma vez que isto resulta em um aumento da concentração dos íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  em solução, o ácido clorídrico é um ácido de Arrhenius.



Em água, o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) se dissocia completamente formando os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{OH}^-$ , o que resulta em um aumento da concentração de íons hidroxila  $\text{OH}^-$ . Logo, ( $\text{NaOH}$ ) é uma base de Arrhenius.



Bases de Arrhenius comuns incluem outros hidróxidos das Famílias 1 e 2 como  $\text{LiOH}$  e  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ :



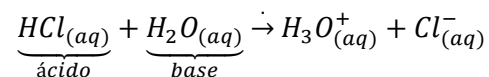
A teoria de Arrhenius é limitada no sentido de que só trata a química ácido-base em soluções aquosas. Porém, reações semelhantes também podem ocorrer em solventes não aquosos, assim como entre moléculas no estado gasoso. Como resultado, os químicos modernos preferem em geral a teoria de Brønsted-Lowry, que é útil para uma gama maior de reações químicas.

### 3.1.2 Teoria de Brønsted-Lowry

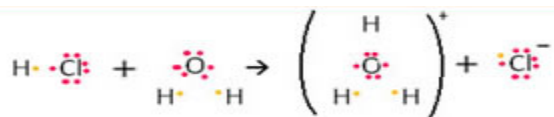
De forma independente, o dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) e o inglês Thomas Martin Lowry (1874-1936), propuseram no mesmo ano outra teoria ácido-base conhecida como Teoria Brønsted-Lowry, que diz o seguinte:

Exemplo 1: ácido clorídrico ( $HCl$ ):

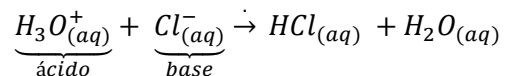
Ácido é a espécie que tende a perder prótons e base é a espécie que tendem a recebê-los.



Nesta situação, o átomo de hidrogênio do  $HCl$  é transferido para a molécula de água, formando o íon hidrônio. Por isso podemos dizer que o  $HCl$  doou um próton, o íon  $H^+$ , para a água. Dessa forma, de acordo com Brønsted-Lowry, o  $HCl$  é um ácido e a água  $H_2O$  é uma base.



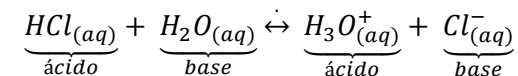
Essa é uma reação reversível, na qual os íons  $H_3O^+$  e  $Cl^-$  podem reagir, regenerando os reagentes:



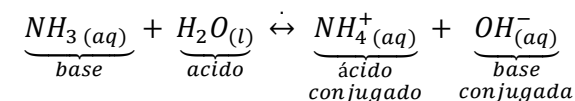
Nesta reação inversa, o íon hidrônio ( $H_3O^+$ ) doou um próton para o íon cloreto ( $Cl^-$ ), assim o hidrônio é o ácido e o cloreto é a base de Brønsted.

Forma-se o **par conjugado ácido-base**:  $HCl$  e  $Cl^-$ ; e um **segundo par conjugado ácido-base**:  $H_2O$  e  $H_3O^+$ .

Chama-se de par conjugado, porque em ambos os casos, um doa o próton e se transforma no outro: o  $HCl$  doa o próton e se transforma em  $Cl^-$  e o  $H_3O^+$  doa o próton e se transforma em  $H_2O$ .



Exemplo 2: amônia ( $NH_3$ )



Nesta reação, a água está doando um de seus prótons para amônia. Depois de perder um próton, a água se torna,  $OH^-$ . Já que a água doou um próton, está atuando como um ácido de Brønsted-Lowry. A amônia *aceitou* um próton da água para formar íon amônio,  $NH_4^+$ . Portanto, a amônia está atuando como uma base de Brønsted-Lowry.

Para essa reação os pares conjugados ácido-base são:

Par conjugado 1:  $NH_3$  e  $NH_4^+$

Par conjugado 2:  $H_2O$  e  $OH^-$

De acordo com Brønsted-Lowry, os conceitos de ácido e base são relativos: dependem da espécie química com a qual a substância está reagindo para saber se ela é ácida ou básica. Neste sentido, muitas substâncias podem ser classificadas como ácidas ou básicas, dependendo da reação na qual estiverem participando.

Nas duas reações anteriores, vemos a água se comportar tanto como uma base de Brønsted-Lowry — na reação com ácido clorídrico — quanto como um ácido de



Brønsted-Lowry, na reação com a amônia. Devido à habilidade da água de doar e aceitar prótons, ela é conhecida como uma substância *anfótera*, o que significa que pode se comportar tanto como uma base quanto como um ácido.

### 3.1.3 Teoria de Lewis

No mesmo ano em que Brønsted-Lowry apresentam suas teorias sobre ácidos e bases, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs uma teoria sobre ligações químicas que também apresenta definições para ácidos e bases.

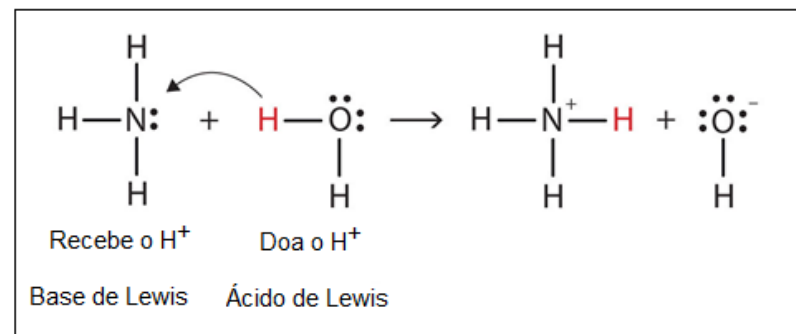
De acordo com Lewis:

*Ácidos são espécies capazes de receber pares de elétrons.*

*Bases são espécies capazes de doar pares de elétrons.*

Essa teoria introduz um conceito novo, é mais abrangente, mas não invalida a teoria de Brønsted-Lowry. Pois todo ácido de Lewis é um ácido de Brønsted, e consequentemente toda base de Lewis é uma base de Brønsted. Isto ocorre porque um próton recebe elétrons, ou seja, um ácido de Lewis pode unir-se a um par solitário de elétrons em uma base de Lewis.

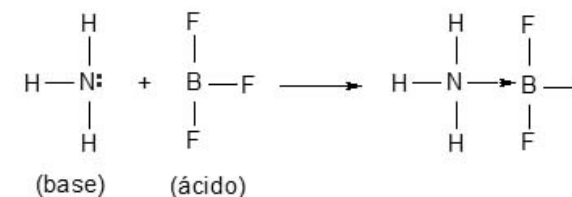
Para Lewis, uma reação ácido-base consiste na formação de uma ligação covalente coordenada mais estável. Assim, quando um ácido de Lewis doa um par de elétrons para uma base de Lewis, ambos formam uma ligação covalente coordenada, em que ambos os elétrons provêm de um dos átomos, como ocorre no exemplo:



Nesse caso, a amônia atua como a base de Lewis e de Brønsted, pois ela doa os seus dois elétrons para o próton, sendo, portanto, a receptora do próton. Além disso, formou-se uma ligação covalente entre o hidrogênio (o próton) e a amônia.

Já a água é o ácido de Lewis e de Brønsted, pois ele doa o próton e recebe os elétrons, note como o oxigênio do hidróxido formado a partir da água ficou com um par de elétrons a mais.

De maneira geral, espécies químicas contendo elementos com camadas de valência incompletas, como o  $BF_3$ , tendem a ser ácidos de Lewis, enquanto que espécies químicas ou íons que tenham pares de elétrons não compartilhados podem comportar-se como bases de Lewis. Quando a reação ácido-base ocorre, é formada uma ligação covalente coordenativa.



### 3.1.4 Nomenclatura de ácidos e bases

A nomenclatura dos ácidos é feita por meio do nome dos ânions formados durante a sua ionização total ou parcial. Os ânions terminados em **eto** formam ácidos terminados em **ídrico**; os terminados em **ato** formam ácidos terminados em **ico**; e os terminados em **ito** formam ácidos terminados em **oso**.

Sufixo do ânion	Sufixo do ácido	Assim, o nome dos ácidos deve seguir a seguinte regra:
<b>ETO</b>	<b>ÍDRICO</b>	
<b>ATO</b>	<b>ICO</b>	
<b>ITO</b>	<b>OSO</b>	

Ácido	Ânion	Nome do ânion	Sufixo para o ácido	Nome do ácido
$HCl$	$Cl^-$	Clorato	Ídrico	Ácido clorídrico
$HNO_3$	$NO_3^-$	Nitrato	Ico	Ácido nítrico
$HNO_2$	$NO_2^-$	Nitrito	Oso	Ácido nitroso

A nomenclatura das bases depende da carga elétrica do cátion ligado ao íon hidróxido, que pode ser fixa ou variável. Assim o nome das bases é obtido da seguinte forma:

Base	Cátion	Nome do cátion	Nome da base
$NaOH$	$Na^+$	Sódio	Hidróxido de sódio
$Pb(OH)_2$	$Pb^{2+}$	Chumbo (II)	Hidróxido de chumbo (II)
$Pb(OH)_4$	$Pb^{4+}$	Chumbo (IV)	Hidróxido de chumbo (IV)

Tanto para saber o nome dos ácidos quanto o nome das bases é necessário consultar uma tabela de cátions e ânions (Tabela 04):

Tabela 04 - Tabela de cátions e ânions

<b>Ânion monovalente</b>	$HS^-$ Hidrogenossulfeto	$Cu^{+1}$ Cobre I
$Cl^-$ Cloreto	$HSO_3^-$ Bissulfito	$Hg^{+1}$ Mercúrio I
$Br^-$ Brometo	<b>Ânion bivalente</b>	$Au^{+1}$ Ouro I
$I^-$ Iodeto	$S^{2-}$ Sulfeto	<b>Cátion bivalente</b>
$F^-$ Fluoreto	$SO_3^{2-}$ Sulfito	$Be^{+2}$ Berílio
$ClO^-$ Hipoclorito	$SO_4^{2-}$ Sulfato	$Mg^{+2}$ Magnésio
$ClO_2^-$ Clorito	$S_2O_7^{2-}$ Piroossulfato	$Ca^{+2}$ Cálcio
$ClO_3^-$ Clorato	$HPO_3^{2-}$ Fosfito	$Sr^{+2}$ Estrôncio
$ClO_4^-$ Perclorato	$SiO_3^{2-}$ Metassilicato	$Ba^{+2}$ Bário
$BrO^-$ Hipobromito	$CrO_4^{2-}$ Cromato	$Ra^{+2}$ Rádío
$BrO_2^-$ Bromito	$Cr_2O_7^{2-}$ Dicromato	$Zn^{+2}$ Zinco
$BrO_3^-$ Bromato	$O^{2-}$ Óxido	$Cu^{+2}$ Cobre II
$IO^-$ Hipoiódito	$O_2^{2-}$ Peróxido	$Hg^{+2}$ Mercúrio II
$IO_3^-$ Iodato	$HPO_4^{2-}$ Hidrogenofosfato	$Fe^{+2}$ Ferro II
$IO_4^-$ Periodato	<b>Ânion trivalente</b>	$Co^{+2}$ Cobalto II
$NO_2^-$ Nitrito	$N^{3-}$ Nitreto	$Ni^{+2}$ Níquel II
$NO_3^-$ Nitrato	$PO_4^{3-}$ Fosfato	$Sn^{+2}$ Estanho II
$N_3^-$ Azoteto	$AsO_4^{3-}$ Arsenato	$Pb^{+2}$ Chumbo II
$NH_2^-$ Amideto	$[Fe(CN)_6]^{3-}$ Ferricianeto	$Pt^{+2}$ Platina II
$CN^-$ Cianeto	<b>Ânion tetravalente</b>	$Mn^{+2}$ Manganês II
$HSO_4^-$ Bissulfato	$P_2O_7^{4-}$ Pirofosfato	<b>Cátion trivalente</b>
$HCO_3^-$ Bicarbonato	$SiO_4^{4-}$ Ortossilicato	$Al^{+3}$ Alumínio
$H_2PO_4^-$ Diidrogenofosfato	$[Fe(CN)_6]^{4-}$ Ferrocianeto	$Fe^{+3}$ Cobalto III
$OCN^-$ Cianato	<b>Cátion monovalente</b>	$Co^{+3}$ Cobalto III
$SCN^-$ Tiocianato	$Li^{+1}$ Lítio	$Ni^{+3}$ Níquel III
$PO_3^-$ Metafosfato	$Na^{+1}$ Sódio	$Au^{+3}$ Ouro III
$H_2PO_2^-$ Hipofosfito	$K^{+1}$ Potássio	<b>Cátion tetravalente</b>
$MnO_4^-$ Permanganato	$Rb^{+1}$ Rubídio	$Sn^{+4}$ Estanho IV
$CH_3COO^-$ Acetato	$Cs^{+1}$ Césio	$Pb^{+4}$ Chumbo IV
$OH^-$ Hidróxido	$Ag^{+1}$ Prata	$Pt^{+4}$ Platina IV
$H^-$ Hidreto	$NH_4^{+1}$ Amônio	$Mn^{+4}$ Manganês IV
$O_2^-$ Superóxido	$H_3O^{+1}$ Hidrônio	

### 3.1.5 Força dos ácidos e bases

Como os **ácidos** possuem a capacidade de produzir íons em água, a solução que os contém, além de ter sabor azedo, **apresenta como característica principal o fato de conduzir corrente elétrica**. A produção de íons é denominada força, e os ácidos, como base nesse quesito, são classificados em fortes, fracos ou moderados.

Considerar um ácido como **forte** significa que, em água, ele é capaz de produzir uma grande quantidade de íons; já o ácido **moderado** é aquele que produz uma quantidade de íons nem muito grande nem muito pequena; e o **fraco**, por sua vez, é aquele que produz uma quantidade de íons muito pequena. Essa classificação descrita depende do tipo de ácido com o qual estamos lidando, se um hidrácido (não apresenta oxigênio na sua composição) ou um oxiácido (apresenta oxigênio em sua composição).

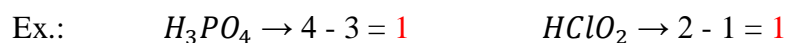
**a) Hidrácidos** – Os únicos hidrácidos **fortes** são:  $HCl$ ,  $HBr$  e  $HI$ . O único hidrácido moderado é o  $HF$ . Todos os outros hidrácidos que não foram citados são fracos, tais como  $HCN$  e  $H_2S$ .

**b) Oxiácidos** – para saber a força de um oxiácido, basta subtrair a quantidade de oxigênios de sua fórmula pelo número de hidrogênio ionizáveis disponíveis no ácido:

**Fortes:** Quando o resultado da subtração for igual ou superior a 2.



**Moderado:** Quando o resultado da subtração for 1.



**Fraco:** Quando o resultado da subtração for 0.



Observação: O  $H_2CO_3$  é uma exceção à regra para determinar a força de um oxiácido. A subtração do número de oxigênios pelo número de hidrogênios é igual 1, mas ele é um ácido fraco. Esse fato foi comprovado experimentalmente.

A força dos ácidos pode ser avaliada ainda por intermédio do cálculo do chamado grau de ionização, representado pela letra  $\alpha$ . Para calcular esse grau, basta dividir o número de moléculas ionizadas pelo número de moléculas adicionadas na água inicialmente. Depois, basta multiplicar por 100 para formar uma porcentagem.

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ de moléculas ionizadas}}{\text{n}^\circ \text{ de moléculas inicial}} \times 100\%$$

Veja um exemplo:

*Se foram adicionadas 50 moléculas de um ácido na água e 20 delas ionizaram-se, logo seu  $\alpha$  é:*

$$\alpha = \frac{20}{50} \times 100\% \rightarrow \alpha = 40\%$$

Ao encontrar o  $\alpha$ , podemos avaliar a força do ácido de acordo com o seguinte padrão:

- **Forte:**  $\alpha \geq 50\%$
- **Moderado:**  $5\% < \alpha < 50\%$
- **Fraco:**  $5\% \leq \alpha$

### 3.1.6 Força das bases

Para que uma base seja considerada forte ou fraca, temos que considerar o seu grau de dissociação ( $\alpha$ ), que é dado por:

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ de fórmulas unitárias que se dissociaram}}{\text{n}^\circ \text{ de fórmulas unitárias dissolvidas no início}} \times 100\%$$

**Base forte:** quando o grau de ionização for aproximado a 100%.

Exemplos de bases fortes: Bases dos metais alcalinos ( $LiOH$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $RbOH$ ,  $CsOH$ ) e de alguns metais alcalino terrosos ( $Ca(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ ).

O grau de dissociação do hidróxido de sódio ( $NaOH$ ) é igual a 95% a 18°C, sendo um composto iônico por natureza.

**Base fraca:** quando o grau de ionização for igual ou menor que 5%.

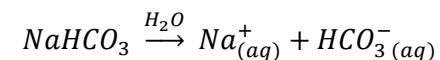
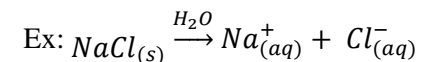
Exemplos de bases fracas: são as bases dos metais de transição, dos metais das famílias 13, 14 e 15 da tabela periódica e de alguns metais alcalinos terrosos (como o  $Mg(OH)_2$ ), e, o  $NH_4OH$ .

O grau de dissociação do hidróxido de amônio  $NH_4OH$  é igual a 1,5% a 18°C, sendo um composto molecular por natureza.

## 3.2 SAIS

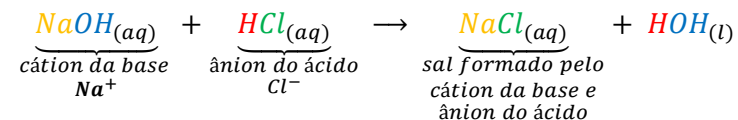
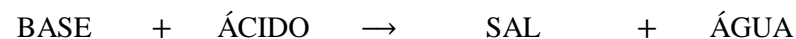
Sais são eletrólitos e liberam íons ao entrar em contato com a água. A definição para sais, de acordo com o conceito de eletrólitos de Arrhenius é:

**Sais** são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, dos quais pelo menos um cátion é diferente de  $H_3O^+$  e pelo menos um ânion diferente de  $OH^-$ .



É possível obter um sal por meio da reação química entre um ácido e uma base. Essa reação é chamada de neutralização. Segundo a teoria de Arrhenius, o ácido libera em meio aquoso como único cátion o hidrogênio ( $H^+$ ), enquanto a base libera como único ânion a hidroxila ( $OH^-$ ); portanto, quando colocados para reagir, o  $H^+$  do ácido reage com o  $OH^-$  da base e esses íons neutralizam-se, formando a água que possui pH 7 (meio neutro, se a neutralização for total).

Além disso, o cátion da base reage com o ânion do ácido, formando um sal, por isso, esse tipo de reação é também chamado de reação de salificação. Abaixo temos um exemplo genérico de reação de neutralização:



### 3.2.1 Reações de neutralização

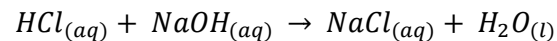
As reações de neutralização podem originar três tipos de sais: **neutros, ácidos ou básicos**. Isso acontece porque podem ocorrer dois tipos de neutralização.

Observe:

❖ **Neutralização total:** Nas reações de neutralização total são sempre formados **sais neutros**. Dessa forma, a reação ocorre entre ácidos e bases em que ambos são fracos ou, então, ambos são fortes.

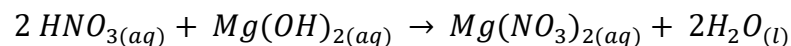
Exemplos:

- **Reações entre ácidos e bases fortes:**



O  $HCl$  e  $NaOH$  são ácido e bases fortes, respectivamente, por isso, o sal formado (cloreto de sódio –  $NaCl$ ) constitui uma solução de caráter neutro.

- **Reações entre ácido e base fracos:**

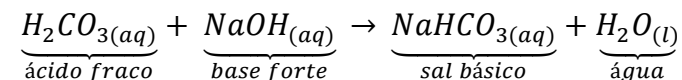


O  $HNO_3$  e o  $Mg(OH)_2$  são ácidos e bases fracos, respectivamente, sendo que o sal formado (nitrato de magnésio -  $Mg(NO_3)_2$ ) constitui uma solução de caráter neutro.

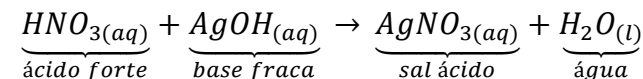
❖ **Neutralização parcial:** ocorre quando a reação acontece entre ácidos e bases considerados com forças diferentes. Dessa forma, a neutralização não ocorre por completo e, dependendo de quais íons estão em maior quantidade no meio, o sal formado pode ser básico ou ácido.

**Sal básico:** possuem cátion proveniente de base forte e ânion proveniente de ácido fraco, assim, os ânions  $OH^-$  não são neutralizados totalmente e é formado um **sal básico**, que também é chamado de **hidróxissal**.

Exemplo:



**Sal ácido:** possuem ânion proveniente de ácido forte e cátion proveniente de base fraca, assim, os cátions  $H^+$  não foram totalmente neutralizados e um **sal ácido** foi originado, que também é denominado de **hidrogenossal**.



### 3.2.2 Nomenclatura dos sais:

De modo geral, a nomenclatura dos sais é dada por:

Nome do ânion + de + nome do cátion

Exemplo:

Sal	Cátion	Ânion	Nome do sal
$NaCl$	$Na^+$ - sódio	$Cl^-$ - cloreto	Cloreto de sódio
$KNO_3$	$K^+$ - potássio	$NO_3^-$ - nitrato	Nitrato de potássio
$FeSO_4$	$Fe^{2+}$ - ferro II	$SO_4^{2-}$ - sulfato	Sulfato de ferro II
$Fe_2(SO_4)_3$	$Fe^{3+}$ - ferro III	$SO_4^{2-}$ - sulfato	Sulfato de ferro III

### 3.3 ÓXIDOS

Praticamente todos os elementos químicos ligam-se ao oxigênio formando óxidos:

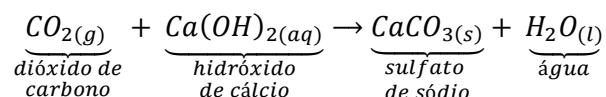
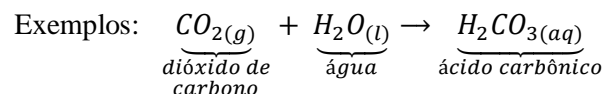
**Óxidos** são compostos binários (formados por apenas dois elementos químicos), dos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

Os compostos binários de flúor e oxigênio, como o  $OF_2$  e o  $O_2F_2$ , não são óxidos porque o flúor é mais eletronegativo que o oxigênio.

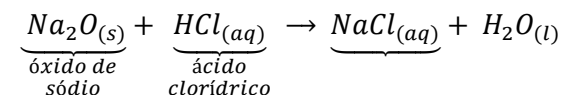
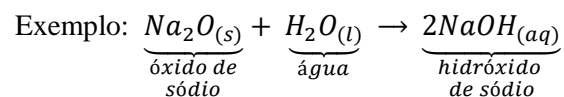
#### 3.3.1 Classificação dos óxidos

Os óxidos podem ser classificados em:

**Óxidos ácidos:** São também conhecidos por anidridos, e reagem com água produzindo um ácido e com base formando sal e água.



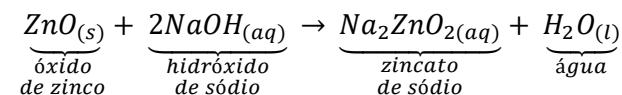
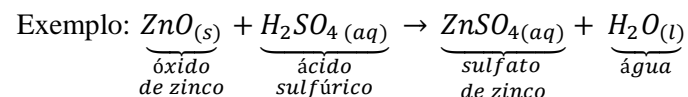
**Óxidos básicos:** Estes compostos tendem a reagir com água formando uma base e com ácido produzindo sal e água.



**Óxidos neutros:** Estas substâncias não reagem com água, ácido ou base.

Exemplo:  $CO(g)$  e  $NO(g)$

**Óxidos anfóteros:** Possuem esse nome por possuírem caráter dual, ou seja, reagem tanto com ácido quanto com base originando como produto sal e água.



**Peróxidos:** Nesta classe os compostos reagem com água produzindo água oxigenada ou peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Sendo a água oxigenada muito presente em nosso cotidiano, tanto para limpeza de ferimentos quanto em produtos descolorantes.

#### 3.3.2 Nomenclatura dos óxidos:

O nome dos óxidos é dado utilizando a seguinte regra:

Óxido + de + nome do elemento químico que está combinado com o oxigênio.

Exemplo:

$CaO$  – óxido de cálcio

$ZnO$  – óxido de zinco

Para os óxidos moleculares, usam-se os prefixos gregos para indicar o número de cada tipo de átomo presente, inserindo a preposição de e o nome do segundo elemento, sempre indicando a quantidade de átomos presentes.

Prefixo	Quantidade de átomos	Prefixo	Quantidade de átomos	Prefixo	Quantidade de átomos
Mono	1	Penta	5	Nona	9
Di	2	Hexa	6	Deca	10
Tri	3	Hepta	7	Undeca	11
Tetra	4	Octa	8	Dodeca	12

Exemplos:

$CO_2$  – dióxido de carbono

$CO$  – monóxido de carbono

$N_2O_5$  – pentóxido de dinitrogênio

Aplicação de alguns compostos inorgânicos:

<p><b>ÁCIDO</b></p> <p><b><i>HCl</i> – ácido clorídrico:</b> Comercializado como ácido muriático, é utilizado na limpeza de pisos e limpeza de superfícies metálicas antes do processo de soldagem. Ácido presente no suco gástrico.</p> <p><b><i>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></i> – ácido carbônico:</b> Presente nos refrigerantes e nas águas minerais gaseificadas.</p> <p><b><i>HNO<sub>3</sub></i> – ácido nítrico:</b> Fabricação de explosivos (TNT, pólvora negra, e outros) e fabricação de salitre (<i>NaNO<sub>3</sub></i> e <i>KNO<sub>3</sub></i>), utilizado como fertilizante.</p> <p><b><i>HF</i> – ácido fluorídrico:</b> Aplicado na gravação de cristais e vidros.</p> <p><b><i>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></i> – ácido fosfórico:</b> Fabricação de fertilizantes, em indústrias de vidros e tinturaria, na produção de refrigerantes a base de cola.</p> <p><b><i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> – ácido sulfúrico:</b> Produção de fertilizantes, soluções de baterias de automóveis, em indústrias de tintas e papéis e no refino de açúcar.</p>	<p><b>BASE</b></p> <p><b><i>NaOH</i> – hidróxido de sódio:</b> Também conhecido como soda caustica. Utilizado na fabricação de sabão, de papel, celulose e corantes.</p> <p><b><i>Ca(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de cálcio:</b> Formado pela dissociação de cal em água, é utilizado na preparação de argamassas e calçação.</p> <p><b><i>Mg(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de magnésio:</b> Usado em produtos farmacêuticos, como antiácidos e laxantes.</p> <p><b><i>NH<sub>4</sub>OH</i> – hidróxido de amônio:</b> Utilizado na produção de fertilizantes, explosivos, em produtos para remover crosta de gorduras, em produtos farmacêuticos e na revelação de filmes fotográficos.</p> <p><b><i>Al(OH)<sub>3</sub></i> – hidróxido de alumínio:</b> Utilizado como antiácido estomacal.</p> <p><b><i>Ca(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de cálcio:</b> Utilizado em alguns fermentos com a função de produzir gás carbônico (<i>CO<sub>2</sub></i>). Bastante utilizado como antiácido estomacal. Em alguns extintores é componente de espuma para o combate de incêndios.</p>	<p><b>SAIS</b></p> <p><b><i>NaCl</i> – cloreto de sódio:</b> Principal componente do sal de cozinha.</p> <p><b><i>NaF</i> – fluoreto de sódio:</b> Componente de vários cremes dentais e enxaguantes bucais, pois tem a propriedade de inibir a perda de minerais.</p> <p><b><i>CaCO<sub>3</sub></i> – carbonato de cálcio:</b> Usado na fabricação de cimento, vidro comum, cremes dentais (age como abrasivo). Principal componente do calcário.</p> <p><b><i>KNO<sub>3</sub></i> – nitrato de potássio:</b> Empregado como conservantes na fabricação de carnes e embutidos. Usado na composição de fertilizantes.</p> <p><b><i>MgSO<sub>4</sub></i> – sulfato de magnésio:</b> Utilizado na fabricação de sabões e tintas. Empregado como laxante, conhecido como sal-amargo.</p> <p><b><i>NaClO</i> – hipoclorito de sódio:</b> Principal componente da água sanitária. Utilizado para o branqueamento de produtos têxteis e papéis e no tratamento de água.</p> <p><b><i>NaHCO<sub>3</sub></i> – bicarbonato de sódio:</b> Utilizado como fermento químico no preparo de pães e bolos. Principal componente do sal de frutas utilizado como antiácido estomacal.</p>	<p><b>ÓXIDO</b></p> <p><b><i>CaO</i> – óxido de cálcio:</b> Também conhecido como cal. Tem larga aplicação na construção civil, na purificação de açúcares e na agricultura, como fungicida e na correção do solo.</p> <p><b><i>MnO<sub>2</sub></i> – óxido de manganês:</b> Utilizado na fabricação de aço e, combinado com outras substâncias, utilizado como desinfetante, secante e corante de cerâmicas e tijolos.</p> <p><b><i>SnO<sub>2</sub></i> – óxido de estanho:</b> É empregado na fabricação de folhas de flandres e de latas para acondicionar alimentos, em soldas e como pó para polimento.</p> <p><b><i>ZnO</i> – óxido de zinco:</b> Usado em cremes de assadoras, pomadas e cosméticos em geral por possuir propriedades antissépticas, cicatrizantes e bloqueadoras dos raios ultravioletas.</p> <p><b><i>CO<sub>2</sub></i> – dióxido de carbono:</b> Gás liberado na respiração e na queima de combustíveis fósseis, sendo um dos responsáveis pelo aquecimento global.</p>
--	---	--	--



Discussão em grupos:

O que é má digestão? Quais os sintomas da má digestão?

Você já teve azia ou sensação de queimação no estômago?

Quais os procedimentos que costuma adotar para combater esses distúrbios?

**Sugestão de texto para leitura**

### COMO FUNCIONAM OS ANTIÁCIDOS?



Quem nunca teve uma azia ou aquela sensação ruim de queimação no estômago? Toda vez que sentimos isso a primeira coisa que nos vem à mente é correr e tomar um antiácido. Porém, você sabe como eles funcionam? Tem ideia de que tipo de reação eles causam no nosso organismo para que tudo volte ao normal?

Os antiácidos são medicamentos que aumentam o pH gástrico, com esse aumento o ácido clorídrico é neutralizado. Esse é o ácido que causa aquela sensação de queimação no estômago toda vez que comemos algo muito pesado, sendo que, ele é produzido em excesso quando um alimento muito “pesado” chega ao estômago e não há suco gástrico em grande quantidade para processá-lo. É muito comum a auto-medicação no caso dos antiácidos por conta da facilidade na identificação do problema e também pela agilidade na resolução dele, mas é importante frisar que dependendo do caso a utilização do antiácido pode ocasionar mais problemas, como nos casos de úlceras.

Alguns elementos são muito utilizados na composição dos antiácidos tais como o hidróxido de Magnésio, o hidróxido de Alumínio, o Carbonato de cálcio e o Bicarbonato de sódio. O magnésio e o alumínio agem proporcionando alívio rápido e prolongado ao indivíduo e a maioria dos antiácidos possuem esses dois elementos em paralelo ajudando assim no tratamento. O Carbonato de cálcio também é muito utilizado, ele anula o ácido gástrico e com isso dá uma sensação de alívio por muito tempo, só se deve tomar cuidado em casos de ingestão exagerada já que o recomendado para um indivíduo adulto é de 2000mg por dia. O bicarbonato de sódio foi utilizado por muito tempo no combate à má-digestão, mas por conta de diversos efeitos colaterais foi substituído por outros elementos menos abrasivos.

O uso do antiácido é simples e rápido, mas uma dieta balanceada e principalmente comer devagar e sem stress são algumas das atitudes que devem ser tomadas para que você não sofra de problemas estomacais e não dependa deles para estar bem. Outro ponto bem importante é que dores constantes de estômago precisam ser diagnosticadas, pois o efeito do antiácido em uma úlcera, por exemplo, pode agravar ainda mais o caso e só se consegue um diagnóstico preciso realizando uma consulta médica.

Disponível em: <<https://bit.ly/2KhpEjW>>.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Murilo Tissoni. *Ser Protagonista Química 1*. São Paulo: Editora SM, 2013.

ATKINS, Peter W; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química v. 1*, São Paulo: Ática, 2013.

TABELA DE ÂNIONS. Disponível em: <<https://bit.ly/2KdQw4a>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. *Funções inorgânicas*. Disponível em: <<https://bit.ly/26yqdI4>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. *Química na abordagem do cotidiano*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 3 volumes.

PINHEIRO, Barbara Carine Soares; BELLAS, Renata Rosa Dotto; SANTOS, Lilian Moreira dos. Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, 18, 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-11. Disponível em: <<https://bit.ly/2IviORT>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA. *Teoria de Arrhenius*. Disponível em: <<https://bit.ly/2Mr8RaG>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, jul./dez., 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. et al. *Química cidadã: volume 1*, Editora Nova Geração, 2013.

SOU FARMACEUTICO. *Antiácidos*. Disponível em: <<https://bit.ly/2MsF3u8>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

WICHMANN, Pat. *O Ministério da Digestão adverte: baixa acidez estomacal pode ser seu problema!*. Disponível em: <<https://bit.ly/2KuUEsv>>. Acesso em: 20 maio 2017.

## APÊNDICE F - Como funcionam os antiácidos

### COMO FUNCIONAM OS ANTIÁCIDOS?



Quem nunca teve uma azia ou aquela sensação ruim de queimação no estômago? Toda vez que sentimos isso a primeira coisa que nos vem à mente é correr e tomar um antiácido. Porém, você sabe como eles funcionam? Tem ideia de que tipo de reação eles causam no nosso organismo para que tudo volte ao normal?

Os antiácidos são medicamentos que aumentam o pH gástrico, com esse aumento o ácido clorídrico é neutralizado. Esse é o ácido que causa aquela sensação de queimação no estômago toda vez que comemos algo muito pesado, sendo que, ele é produzido em excesso quando um alimento muito “pesado” chega ao estômago e não há suco gástrico em grande quantidade para processá-lo. É muito comum a auto-medicação no caso dos antiácidos por conta da facilidade na identificação do problema e também pela agilidade na resolução dele, mas é importante frisar que dependendo do caso a utilização do antiácido pode ocasionar mais problemas, como nos casos de úlceras.

Alguns elementos são muito utilizados na composição dos antiácidos tais como o hidróxido de Magnésio, o hidróxido de Alumínio, o Carbonato de cálcio e o Bicarbonato de sódio. O magnésio e o alumínio agem proporcionando alívio rápido e prolongado ao indivíduo e a maioria dos antiácidos possuem esses dois elementos em paralelo ajudando assim no tratamento. O Carbonato de cálcio também é muito utilizado, ele anula o ácido gástrico e com isso dá uma sensação de alívio por muito tempo, só se deve tomar cuidado em casos de ingestão exagerada já que o recomendado para um indivíduo adulto é de 2000mg por dia. O bicarbonato de sódio foi utilizado por muito tempo no combate à má-digestão, mas por conta de diversos efeitos colaterais foi substituído por outros elementos menos abrasivos.

O uso do antiácido é simples e rápido, mas uma dieta balanceada e principalmente comer devagar e sem stress são algumas das atitudes que devem ser tomadas para que você não sofra de problemas estomacais e não dependa deles para estar bem. Outro ponto bem importante é que dores constantes de estômago precisam ser diagnosticadas, pois o efeito do antiácido em uma úlcera, por exemplo, pode agravar ainda mais o caso e só se consegue um diagnóstico preciso realizando uma consulta médica.

Disponível em: <<https://bit.ly/2KhpEjW>>.

O que é má digestão? Quais os sintomas da má digestão?

Você já teve azia ou sensação de queimação no estômago?

Quais os procedimentos que costuma adotar para combater esses distúrbios?

**APÊNDICE G - Passo 10: pesquisa sobre a ação de substâncias antiácidas por meio do método cooperativo *Jigsaw***

**PASSO 10: PESQUISA SOBRE A AÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ANTIÁCIDAS POR MEIO DO MÉTODO COOPERATIVO *JIGSAW***

Após a discussão do texto, os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre a ação de uma substância inorgânica pré determinada e o ácido clorídrico presente no estômago. Para isso cada membro do grupo de origem será responsável por realizar a pesquisa sobre uma substância específica.

As substâncias a serem pesquisadas são:

Bicarbonato de sódio	Carbonato de cálcio	Hidróxido de magnésio	Hidróxido de alumínio
$(NaHCO_3)$	$(CaCO_3)$	$[Mg(OH)_2]$	$[Al(OH)_3]$

Para dar sequência aos trabalhos, os alunos responsáveis pela mesma substância devem se reunir para compartilhar os dados da pesquisa, formando os **Grupos de Especialistas**.

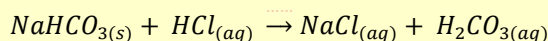
Após o trabalho nos grupos de Especialistas, os alunos deverão voltar para os grupos de Origem, onde devem compartilhar com os demais membros as informações discutidas.

Com a finalidade de orientar a pesquisa dos alunos, é importante que o professor saiba sobre a ação de cada uma das substâncias no organismo.

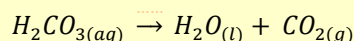
**Bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ):** Um dos antiácidos mais econômicos e mais acessíveis não está demasiado longe de qualquer armário de cozinha. O bicarbonato (bicarbonato de sódio) foi utilizado como neutralizador da acidez durante décadas. O bicarbonato de sódio é uma solução excelente, a curto prazo, para a indigestão. Mas bicarbonato em demasia pode destruir o equilíbrio ácido-base do organismo, causando uma alcalose.

O seu elevado conteúdo em sódio também pode causar problemas em indivíduos com insuficiência cardíaca ou com hipertensão arterial.

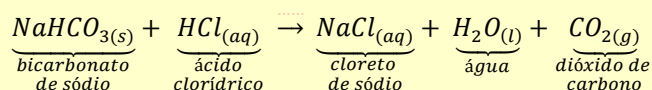
Ao entrar em contato com o ácido clorídrico, presente no suco gástrico do estômago, ocorre a seguinte reação de neutralização:



Nesta reação é possível eliminar o ácido clorídrico, mas ocorre a formação de outro ácido, o ácido carbônico. O ácido carbônico  $\text{H}_2\text{CO}_3$  é bastante instável, o que faz com que facilmente se decomponha em água e dióxido de carbono:

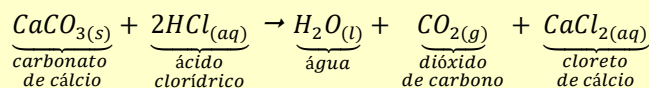


Desta forma, podemos escrever a reação total:



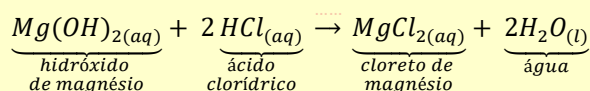
Veja que ocorre a liberação do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que é o responsável pelo arroto. Já a efervescência se dá em virtude da presença de outras substâncias (como ácido tartárico e ácido cítrico) que reagem com o bicarbonato.

**Carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ):** foi o principal antiácido durante muito tempo. O carbonato de cálcio atua rapidamente e neutraliza os ácidos durante um tempo relativamente prolongado. Outra vantagem é que representa uma fonte econômica de cálcio. No entanto, uma pessoa pode chegar a sofrer uma sobredosagem de cálcio. A quantidade máxima diária não deve exceder os 2000 miligramas, a não ser que o médico aconselhe o contrário.

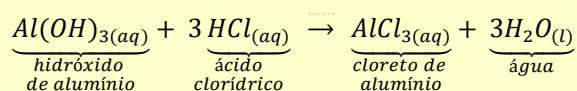


Nesta reação também há formação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) que é eliminado na forma de arroto.

**Hidróxido de magnésio [ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ]:** Os sais de magnésio atuam rapidamente e neutralizam os ácidos eficazmente, mas também podem atuar como laxante.



**Hidróxido de alumínio**  $[Al(OH)_3]$ : O hidróxido de alumínio dissolve-se lentamente no estômago e começa a atuar, gradualmente, proporcionando um alívio prolongado. Podem causar constipação intestinal. No entanto, foi questionada a segurança, a longo prazo, dos antiácidos que contêm alumínio. O uso prolongado pode debilitar os ossos ao esgotar o fósforo e o cálcio do organismo.



### Antiácidos

Antiácidos	Ação	Vantagem	Desvantagem
Bicarbonato de Sódio	Neutralização química do HCl	Grande poder antiácido Paladar agradável	Provoca alcalose sistêmica Produz CO <sub>2</sub> no estômago
Hidróxido de Alumínio	Neutralização química do HCl demulcente e adsorvente	Não altera o equilíbrio ácido-básico nem a motilidade intestinal	<u>Constipante</u> Impede a absorção de fosfatos
Hidróxido de Magnésio	Neutralização química do HCl	Insolúvel Não forma CO <sub>2</sub> Antiácido potente	Laxante Possibilidade de absorção de íon magnésio Sabor desagradável
Carbonato de cálcio	Neutralização química do HCl	Bom poder antiácido	<u>Constipante</u> Pode produzir cálculos renais Sabor desagradável Produz CO <sub>2</sub> no estômago

OBS: Os antiácidos que contêm simultaneamente alumínio e magnésio parecem oferecer o melhor de ambos os elementos: alívio rápido e prolongado com menor risco de diarreia ou de constipação.

Fonte: <<https://bit.ly/2MsF3u8>>.

**APÊNDICE H - Passo 11: confecção de cartazes****PASSO 11: CONFECÇÃO DE CARTAZES**

Para avaliar a atividade proposta, tanto no que se refere a pesquisa realizada quanto o comprometimento de cada aluno com sua própria aprendizagem e com a aprendizagem dos colegas membros do grupo de origem, cada grupo deverá confeccionar um cartaz contendo a reação química entre as substâncias pesquisadas e o ácido clorídrico presente no estômago, as vantagens e desvantagens do uso para o combate da má digestão e azia.

**PRODUTO EDUCACIONAL**

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:

[http://docs.upf.br/download/ppgecm/Uliane\\_Produto.pdf](http://docs.upf.br/download/ppgecm/Uliane_Produto.pdf)

<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206986>



## PRODUTO EDUCACIONAL

# FUNÇÕES INORGÂNICAS:



Uliane Macuglia  
Aline Locatelli

Passo Fundo  
2017

CIP – Catalogação na Publicação

---

M175f Macuglia, Uliane  
Funções inorgânicas [recurso eletrônico]: vamos digerir? / Uliane  
Macuglia, Aline Locatelli. – 2018.  
1.4 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM)

Inclui bibliografia.  
ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecem>>.  
Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECEM), na  
Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação da Profª. Dra.  
Aline Locatelli.

1. Química – Métodos de ensino. 2. Aprendizagem. 3. Química –  
Estudo e ensino. I. Locatelli, Aline. II. Título. III. Série.

CDU: 372.854

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Coordenador: Dr. Marco Antonio Sandini Trentin

Banca examinadora

Profa. Dra. Aline Machado  
Instituto Federal Farroupilha - IFFar

Profa. Dra. Janaína Fischer  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Profa. Dra. Aline Locatelli– Orientadora  
Universidade de Passo Fundo – UPF

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
CONVERSA COMO PROFESSOR.....	4
CADERNO DO ALUNO.....	12
REFERÊNCIAS .....	33
ANEXO .....	34

## APRESENTAÇÃO

O material didático apresentado na forma de produto educacional trata-se de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS – contextualizada por meio do processo de digestão e nos desconfortos causados pela azia e má digestão, para o ensino de Funções Inorgânicas na primeira série do ensino médio. O produto educacional intitulado “**vamos digerir?**” da autora Uliane Macuglia, sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli, está vinculado a dissertação de mestrado “**Funções Inorgânicas e Digestão: Uma UEPS construída nas premissas da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Cooperativa**” e faz parte da linha de pesquisa Fundamentos Teóricos-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

Tal contextualização é justificada na medida que se observarmos em nossa casa há uma grande quantidade de compostos inorgânicos desde os alimentos, produtos de limpeza e higiene, remédios, em nosso organismo e no meio ambiente em que vivemos. Se formos classificar estes compostos, observaremos que poderemos agrupá-los, segundo algumas características químicas. Conhecendo estas características e propriedades, o aluno terá condições de selecioná-los para que faça bom uso ou até mesmo se precaver de acidentes, pois muitos destes compostos são perigosos ao organismo e ao meio ambiente.

Os ácidos, bases, sais e óxidos são substâncias familiares a todos nós e podem ser encontradas ao nosso redor, em nossas casas, em nosso organismo, nas frutas, nos alimentos, nos medicamentos, etc., além de estarem presentes na poluição atmosférica e influenciarem nas mudanças climáticas.

A presente sequência de ensino seguiu os passos propostos Moreira (2011) ao propor UEPS sendo organizadas de maneira a atender as premissas da aprendizagem significativa, concebida por David Ausubel, e da aprendizagem cooperativa, desenvolvida pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson, visando favorecer a aprendizagem do conteúdo das funções inorgânicas de maneira mais significativa para os alunos.

Tal material é organizado em duas partes: **CONVERSA COM O PROFESSOR** e **CADERNO DO ALUNOS**. Na **CONVERSA COM O PROFESSOR** é explicado a sequência didática em si: os objetivos das atividades propostas, as discussões levantadas, as atividades experimentais, os conceitos e as avaliações. No **CADERNO DO ALUNO** está organizado o material a ser trabalhado diretamente com os alunos.

O presente material está disponível e pode ser utilizado de forma livre por todos aqueles que estiverem interessados em implementar essa metodologia de ensino em espaços formais e não-formais de ensino.

# FUNÇÕES INORGÂNICAS:



Conversa com professor

**PASSOS PARA A APLICAÇÃO DA UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa)****1º passo: verificação dos conhecimentos prévios dos alunos**

Para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo das funções inorgânicas, é proposto a aplicação do questionário “Verificação do Conhecimento”. Através deste, os alunos, devem classificar alguns alimentos em ácidos ou alcalinos baseados em suas experiências. Após, os alunos são desafiados a organizar seus conhecimentos explicando as definições e características sobre cada uma das funções.

**2º passo: leitura e discussão do texto “DIGESTÃO”**

Este texto retrata de maneira simplificada o processo de digestão, enfatizando a presença do ácido clorídrico no suco gástrico, salientando o pH ideal do mesmo para uma boa digestão. Discute em seguida as complicações relacionadas a baixa produção de ácido clorídrico pelo organismo. Com isso, é possível relacionar os conceitos que serão trabalhados com o dia a dia dos alunos. Para orientar as discussões, são propostas algumas questões no final no texto.

**3º passo: conceito de pH e realização da atividade experimental sobre a acidez e alcalinidade dos alimentos**

Para aprofundar o conceito de pH introduzido no 2º passo o caderno do aluno apresenta o que são e como agem alguns indicadores de pH mais conhecidos (fenolftaleína, alaranjado de metila, tornassol e indicador universal); é explicado o conceito de potencial hidrogeniônico (pH), o que significa a escala de pH, e como as substâncias são classificadas de acordo com seu pH.

Para exemplificar a variação de pH nas substâncias, é proposto a realização de atividade experimental com uso de extrato de repolho roxo. A escolha desse indicador justifica-se pela fácil acessibilidade e baixo custo dos materiais para a preparação do mesmo e, pelo fato de apresentar diferentes colorações com a variação do pH, permitindo assim, identificar não somente se a substância é ácida ou alcalina, mas também, o valor aproximado do pH.

A produção do extrato de repolho roxo é muito simples:

Extrato de repolho roxo:

## Materiais e reagentes:

- 01 repolho roxo pequeno, água, panela, coador, recipiente para armazenar a solução.

Procedimento: Pique o repolho roxo. Coloque o repolho picado na panela, cubra com água e leve ao fogo. Cozinhe por mais ou menos 20 minutos ou até que a água adquira a cor roxa. Deixe esfriar e coe a solução transferindo-a para um recipiente. A solução deve ser guardada na geladeira.

Fonte: Própria autora.

**Passo 4: contexto histórico do estudo das funções inorgânicas**

Antes de abordar os conceitos específicos, é importante destacar o contexto histórico do estudo das funções inorgânicas, isso pode ser feito por meios de pesquisa, leitura de texto, ou até mesmo através de uma explicação expositiva:

## FUNÇÕES INORGÂNICAS

Desde os primórdios da humanidade o homem interage com a natureza a fim de compreender este complexo objeto de estudo. Ao longo dos tempos, nestas interações, uma série de substâncias foram descobertas ou sintetizadas por homens e mulheres envolvidos ou não em atividades científicas, gerando uma grande listagem de substâncias químicas, que haveriam de se tornar objeto de estudo da ciência Química na modernidade. Entretanto, trabalhar com tantas substâncias gerou a necessidade de criar classificações que as agrupassem com base em suas características. Dessa forma as substâncias químicas são classificadas em dois grandes grupos: **orgânicas** e **inorgânicas**.

Antigamente acreditava-se que as substâncias orgânicas eram aquelas que se originavam de organismos vivos (vegetal e animal); e as inorgânicas seriam as de origem mineral.

Hoje considera-se que as substâncias orgânicas são aquelas que apresentam estruturas formadas por átomos de carbono que se ligam entre si. São exemplos de substâncias orgânicas: a sacarose – açúcar comum ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), o etanol – álcool etílico ( $C_2H_6O$ ), o ácido acético - vinagre - ( $C_2H_4O_2$ ). As substâncias inorgânicas, direta ou indiretamente, são de origem mineral, como o sulfato de cálcio ( $CaSO_4$ ), nitrato de sódio ( $NaNO_3$ ), o cloreto de sódio ( $NaCl$ ), etc. Algumas delas apresentam também o átomo de carbono, como é o caso do carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), presente em matérias calcárias.

Cada um desses dois grupos é dividido em grupos menores, chamados de **funções químicas**. Assim, as substâncias químicas são agrupadas de acordo com suas propriedades, ou seja, todas as substâncias que apresentam propriedades semelhantes pertencem a mesma função química. As funções inorgânicas, foco do nosso estudo, são **ácidos, bases, sais e óxidos**.

As substâncias ácidas e básicas são conhecidas desde as antigas civilizações. A palavra **ácido** (do latim *acidus*) significa “azedo”, **álcali** (do árabe *al qaliy*) significa “cinzas vegetais”. Os termos **ácido**, **álcali** e **base** datam da Antiguidade, da Idade Média e do século XVIII, respectivamente. 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. Em 1789, Antoine-Laurent Lavoisier afirmava que “o oxigênio é o princípio acidificante”. Em outras palavras, dizia que todo ácido deveria ter oxigênio. Entretanto, já nesta época, Claude-Louis Berthollet (1787) e Humphry Davy (1810) descreveram vários ácidos que não apresentavam o oxigênio, tais como o ácido cianídrico ( $HCN$ ), ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) e ácido clorídrico ( $HCl$ ).

Adaptado de: [http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/lista\\_area\\_HFS.htm](http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/lista_area_HFS.htm)



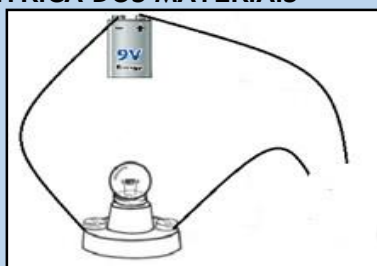
**Passo 5: explicação da Teoria da Dissociação Iônica**

Um subsunçor (conhecimento prévio) importante para o entendimento dos conceitos específicos de cada função inorgânica é a **TEORIA DA DISSOCIAÇÃO IÔNICA**.

Para facilitar a aprendizagem dessa teoria é proposta a realização de uma atividade experimental que teste a condutibilidade elétrica de diferentes soluções. As orientações para a realização desta atividade estão descritas no caderno do aluno, contudo, é importante que o professor monte antecipadamente um aparato capaz de testar a condutibilidade elétrica dos materiais. O mesmo pode ser montado da seguinte forma:

**APARATO PARA TESTAR A CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA DOS MATERIAIS****Materiais:**

- bateria de 9v
- Fios de cobre (tipo fio de luz)
- Fita isolante
- Lâmpada pequena (6v)



Monte o aparato conforme o desenho ao lado:

Fonte: Própria autora.

**Passo 6: explicação dos resultados observados durante a atividade experimental.**

Após a realização da atividade experimental é feita a explicação de como estes resultados podem ser interpretados de acordo com a Teoria da Dissociação Iônica, fazendo uma relação direta com os resultados observados (o que aconteceu em cada etapa da atividade experimental) e o que ocorre a nível microscópico para esse resultado.

É importante que os alunos percebam as diferentes intensidades de brilho da lâmpada, e compreendam que este fato está diretamente relacionado com a quantidade de compostos que sofrem ionização ou dissociação que por sua vez mede a força do eletrólito que é explicado pelo Grau de Ionização ou Dissociação ( $\alpha$ ).

Como informação extra, é explicado porque a água destilada (pura), mesmo formando íons, não acende a lâmpada e a água que abastece nossas residências acende.

O principal nome da Teoria da Dissociação Iônica é Arrhenius, por isso é importante, contar aos estudantes quem foi esse cientista:



Arrhenius, físico e químico de nacionalidade sueca, nasceu em Wijk, em 1859. Aos 22 anos de idade, Arrhenius já havia realizado muitas experiências relacionadas com a passagem da eletricidade através de soluções aquosas. Durante dois anos, trabalhando no laboratório da Universidade de Upsala, colecionou vários dados sobre centenas de soluções e concentrações. Formulou, então uma hipótese, de que as soluções aquosas contêm partículas carregadas, isto é, ÍONS.

Tratava-se de uma proposição revolucionária e seus professores a acharam tão diferente de suas próprias ideias que, muito a contra-gosto, concederam-lhe o grau de doutor. Sem se deixar desencorajar, Arrhenius enviou cópias de sua tese a outros cientistas. Embora muito poucos tenham tomado a sério suas ideias radicais, o grande cientista alemão Ostwald ficou tão entusiasmado que viajou para a Suécia a fim de encontrar-se com Arrhenius. Estimulado por esse apoio, Arrhenius foi estudar na Alemanha e Holanda. Finalmente, em 1889, foi publicado seu trabalho sobre a "**Dissociação das Substâncias Aquosas**".

Embora convidado a ir para Leipzig como professor da Universidade preferiu voltar à Suécia como conferencista e professor secundário em Estocolmo. Sua teoria ainda não havia conquistado aceitação geral e os que eram contra apelidavam os seus adeptos de "horda selvagem de Ionianos". Dois anos após esta nomeação foi eleito Presidente da Universidade e recebeu o prêmio Nobel, tendo sido o terceiro a recebê-lo no campo da Química. Finalmente, era Arrhenius reconhecido como um grande cientista, como há muito o merecia. Foi-lhe oferecida a ambiciosa posição de professor de Química na Universidade de Berlim, mas tendo o rei da Suécia fundado o Instituto Nobel de Físico-Química, em 1905 Arrhenius tornou-se seu diretor. Continuou sendo um pesquisador incansável e um cientista extremamente versátil até sua morte, em 1927.

Adaptado de: [www.profpc.com.br/teoria\\_arrhenius.htm](http://www.profpc.com.br/teoria_arrhenius.htm)

É importante, usar uma linguagem científica com os estudantes, mesmo em nível médio, para que eles habituem-se a ela, porém, como não é uma linguagem comum e usual, é necessário explicar o que significa cada termo, para que este passe a ser utilizado de maneira consciente pelos estudantes, por isso, é apresentado de maneira resumida os principais termos técnicos relacionados a Teoria da Dissociação Iônica com alguns exemplos, para melhor entendimento.

#### Passo 7: **explicação das funções inorgânicas – ácido, base, sal e óxido**

Após o entendimento da formação dos íons em solução os estudantes têm maiores condições de entender o que são cada uma das quatro funções inorgânicas: ácido, base, sais e óxidos. Dessa forma é trabalhado cada uma dessas funções, abordando conceito, propriedades, nomenclatura e outras características específicas de cada função, assim com o alguns dos principais representantes de cada grupo.

É importante ressaltar que os conceitos de ácido e base são desenvolvidos de maneira conjunta, pois o conceito de cada uma dessas funções não é apresentado de maneira isolada, mas como parte de um

entendimento maior, que são as teorias ácido-base, que é proposto o estudo não apenas da teoria de Arrhenius, mais difundida no ensino médio, mas também as Teoria de Brønsted-Lowry e Teoria de Lewis, abordando as definições e limitações de cada uma.

#### Passo 8: **avaliação da aprendizagem dos alunos**

Para avaliar se as atividades desenvolvidas até o momento contribuíram para a aprendizagem dos alunos é importante a realização de atividades avaliativas. O que se propõe é a realização de dois processos de verificação de aprendizagem: a primeira é a aplicação do questionário “Verificação do Conhecimento” aplicado no passo 1; a segunda é a aplicação de uma avaliação somativa individual.

#### Passo 9: **formação de grupos para leitura e discussão do texto “COMO FUNCIONAM OS ANTIÁCIDOS”**

Nesta etapa é proposto que os estudantes se reúnam em grupos para discutir seus conhecimentos sobre os problemas de azia e a queimação no estômago e como combatem esses sintomas. Esses grupos serão chamados de **Grupos Base**. Para melhor entendimento desses distúrbios é sugerido a leitura do texto “**Como funcionam os antiácidos**”.

#### Passo 10: **pesquisas sobre a ação de substâncias antiácidas por meio do método cooperativo**

##### *Jigsaw*

Após a discussão do texto, os alunos deverão realizar uma pesquisa sobre a ação de uma substância inorgânica pré determinada e o ácido clorídrico presente no estômago. Para isso cada membro do grupo de origem será responsável por realizar a pesquisa sobre uma substância específica.

As substâncias a serem pesquisadas são:

A  
S

Bicarbonato de sódio

$(NaHCO_3)$

Carbonato de cálcio

$(CaCO_3)$

Hidróxido de magnésio

$[Mg(OH)_2]$

Hidróxido de alumínio

$[Al(OH)_3]$

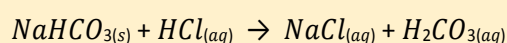
Para dar sequência aos trabalhos, os alunos responsáveis pela mesma substância devem se reunir para compartilhar os dados da pesquisa, formando os **Grupos de Especialistas**. Após o trabalho nos grupos de Especialistas, os alunos deverão voltar para os grupos de Origem, onde devem compartilhar com os demais membros as informações discutidas.

Com a finalidade de orientar a pesquisa dos alunos, é importante que o professor saiba sobre a ação de cada uma das substâncias no organismo:

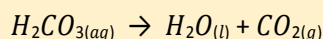
**Bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ):** Um dos antiácidos mais econômicos e mais acessíveis não está demasiado longe de qualquer armário de cozinha. O bicarbonato (bicarbonato de sódio) foi utilizado como neutralizador da acidez durante décadas. O bicarbonato de sódio é uma solução excelente, a curto prazo, para a indigestão. Mas bicarbonato em demasia pode destruir o equilíbrio ácido-base do organismo, causando uma alcalose.

O seu elevado conteúdo em sódio também pode causar problemas em indivíduos com insuficiência cardíaca ou com hipertensão arterial.

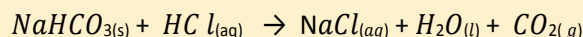
Ao entrar em contato com o ácido clorídrico, presente no suco gástrico do estômago, ocorre a seguinte reação de neutralização:



Nesta reação é possível eliminar o ácido clorídrico, mas ocorre a formação de outro ácido, o ácido carbônico. O ácido carbônico  $\text{H}_2\text{CO}_3$  é bastante instável, o que faz com que facilmente se decomponha em água e dióxido de carbono:

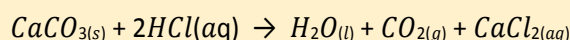


Desta forma, podemos escrever a reação total:



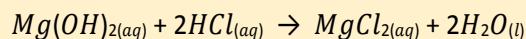
Veja que ocorre a liberação do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que é o responsável pelo arroto. Já a efervescência se dá em virtude da presença de outras substâncias (como ácido tartárico e ácido cítrico) que reagem com o bicarbonato.

**Carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ):** foi o principal antiácido durante muito tempo. O carbonato de cálcio atua rapidamente e neutraliza os ácidos durante um tempo relativamente prolongado. Outra vantagem é que representa uma fonte econômica de cálcio. No entanto, uma pessoa pode chegar a sofrer uma sobredosagem de cálcio. A quantidade máxima diária não deve exceder os 2000 miligramas, a não ser que o médico aconselhe o contrário.

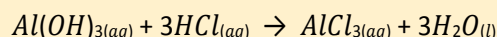


Nesta reação também há formação de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) que é eliminado na forma de arroto.

**Hidróxido de magnésio [ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ]:** Os sais de magnésio atuam rapidamente e neutralizam os ácidos eficazmente, mas também podem atuar como laxante.



**Hidróxido de alumínio [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ]:** O hidróxido de alumínio dissolve-se lentamente no estômago e começa a atuar, gradualmente, proporcionando um alívio prolongado. Podem causar constipação intestinal. No entanto, foi questionada a segurança, a longo prazo, dos antiácidos que contêm alumínio. O uso prolongado pode debilitar os ossos ao esgotar o fósforo e o cálcio do organismo.



### Antiácidos

Antiácidos	Ação	Vantagem	Desvantagem
Bicarbonato de Sódio	Neutralização química do HCl	Grande poder antiácido Paladar agradável	Provoca alcalose sistêmica Produz CO <sub>2</sub> no estômago
Hidróxido de Alumínio	Neutralização química do HCl demulcente e adsorvente	Não altera o equilíbrio ácido-básico nem a motilidade intestinal	Constipante Impede a absorção de fosfatos
Hidróxido de Magnésio	Neutralização química do HCl	Insolúvel Não forma CO <sub>2</sub> Antiácido potente	Laxante Possibilidade de absorção de íon magnésio Sabor desagradável
Carbonato de cálcio	Neutralização química do HCl	Bom poder antiácido	Constipante Pode produzir cálculos renais Sabor desagradável Produz CO <sub>2</sub> no estômago

OBS: Os antiácidos que contêm simultaneamente alumínio e magnésio parecem oferecer o melhor de ambos os elementos: alívio rápido e prolongado com menor risco de diarreia ou de constipação.

Fonte: <https://soufarmaceutico.files.wordpress.com/2015/04/antic3a1cidos-fonte-resumos-do-segunda.jpg>

#### Passo 11: confecção de cartazes

Para avaliar a atividade proposta, tanto no que se refere a pesquisa realizada quanto o comprometimento de cada aluno com sua própria aprendizagem e com a aprendizagem dos colegas membros do grupo de origem, cada grupo deverá confeccionar um cartaz contendo a reação química entre as substâncias pesquisadas e o ácido clorídrico presente no estômago, as vantagens e desvantagens do uso para o combate da má digestão e azia.

de  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  são  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ , respectivamente. Assim, a reação é:



Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

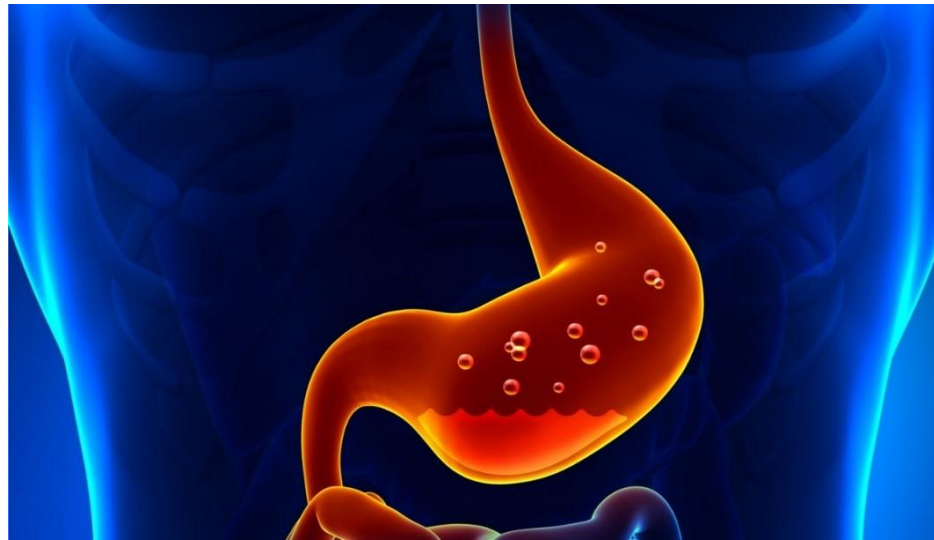
Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

Essa reação é um exemplo de reação de deslocamento, onde o  $\text{H}_2\text{O}_2$  desloca o  $\text{H}_2\text{O}$  da reação.

# FUNÇÕES INORGÂNICAS:

Vamos digerir?



Caderno do aluno

## DIGESTÃO



O processo digestivo é essencial para boa saúde e quando em desequilíbrio, tem consequências apocalípticas para nossa saúde. E já fomos achando que basta comer de modo saudável e tomar suplementos, né? Mas e a absorção disso tudo

Bom, o processo começa na boca. Quando mastigamos, a saliva já vai agilizando a digestão através de enzimas salivares. Conforme o bolo alimentar se dirige ao estômago, este se expande e começa a liberar suco gástrico. É aí que rola a “quebra” das proteínas em aminoácidos para que depois possam ser absorvidos pelo intestino.

O pH do suco gástrico começa então a cair, ficando entre 1,8 e 1,3 para que o intestino libere a entrada do quimo (pasta alimentar). Enquanto isso vai rolando uma pré-digestão de carboidratos, gorduras e proteínas no estômago além de ocorrer a ionização dos minerais. Bactérias, fungos e vírus são destruídos.

Quando o pH é atingido, o alimento segue o rumo ao intestino. A acidez é neutralizada pela bile e bicarbonato, acontecendo assim o restante da digestão e absorção dos nutrientes através do desdobramento das moléculas em partículas menores.

Depois de uma série de processos químicos, onde o organismo decide o que vai aproveitar e o que não vai, o restante vai rumo ao intestino grosso, as bactérias “boas” produzem vitamina K e algumas B além de remover os excessos desde que haja quantidades suficientes de água e fibra.

Bom, agora imagina se não estamos produzindo **ácido clorídrico** suficiente?

### Quando não produzimos ácido suficiente:

– Não quebramos proteínas em aminoácidos (afetando todo o sistema endócrino, hormonal, imunológico, produção de enzimas e lembrem que os aminoácidos são os tijolinhos que constroem tudo no nosso corpo);

– O bolo alimentar fica sentado no estômago um tempão esperando ficar no ponto e, enquanto isso, o alimento vai fermentando, produzindo gases/toxinas e ficamos inchados, flatulentos e sentimos azia, refluxo, queimação e mau hálito;

– Os minerais não são ionizados;

– As bactérias, vírus e fungos não são esterilizados;

– O intestino acaba liberando a passagem depois de um tempo, mas como o pH específico não foi atingido: bile, bicarbonato e enzimas não são secretadas apropriadamente (o comando todo vem do pH) e não neutralizam a acidez (que embora menor, ainda existente e portanto queimando o intestino);

– O alimento que passou sem ser desdobrado para as mais minúsculas partículas acaba alimentando as bactérias ruins que abrem buracos na parede do intestino; moléculas maiores passam para o sangue, o sistema imunológico não reconhece e ataca. E é aí que surgem as tais alergias. Além disso, as bactérias e fungos vazam pelo sangue se instalando em diversas partes do corpo e daí surgem as candidíases/infestações de fungos da vida;

– Como a missão toda já foi comprometida, o cólon está numa situação complicada e rola uma constipação básica;

### Vamos para as principais causas de um indivíduo não produzir ácido suficiente:

- Uma dieta com alto teor de proteína animal faz com que haja uma sobrecarga no sistema e a produção falha;
- Uma dieta com pouca proteína faz com que o sistema fique preguiçoso;
- Consumo de bebidas com gás e/ou muito geladas;
- Combinação “pobre” de alimentos;
- Refeições muito pesadas (razão similar ao alto consumo de proteína animal);
- Uma dieta quase sem sal (literalmente);
- Desidratação em geral, ou consumo de muito líquido com as refeições;
- Uso de antiácidos, café e nicotina;
- Idade (atenção extra para quem está acima de 40 anos);
- E o velho amigo chamado *stress* (claro).

Resumidamente quando isso acontece, não assimilamos nutrientes, ou seja, ficamos desnutridos mesmo comendo bem. Desnutrição gera milhares de problemas incluindo infertilidade, anemia, fadiga crônica, problemas de pele, inflamações/infecções, queda de cabelo e a lista é basicamente sem fim.

Além disso, as bactérias/fungos invadem território já que nosso intestino fica parecendo uma peneira, a proteína vira inimiga (alergias) e a gente começa a pirar nos suplementos, consultas médicas, gastamos maior grana, nos matamos fazendo exercícios e tentamos de tudo, mas não vamos direto a raiz do problema: baixa produção de ácido clorídrico.

### Como resolver o problema?

- Coma refeições menores e mais frequentes para que seu estômago não continue sendo sobrecarregado e consiga vencer a crise;
- Evite beber durante as refeições e diga não às bebidas com gás e cafeína;
- Evite consumo de doces junto com proteínas e gorduras (deixe a sobremesa para depois – algo saudável, de preferência);
- E não podemos nos esquecer de tomar uma atitude em relação ao stress: meditação, yoga, exercícios, técnicas de respiração, etc.

Adaptado de: <http://www.insectashoes.com/blog/o-ministerio-da-digestao-adverte-baixa-acidez-estomacal-pode-ser-seu-problema/>

### Questões:

1. No texto que acabamos de ler, vimos que uma importante parte da digestão ocorre no estômago com a ação do suco gástrico, sendo formado principalmente de ácido clorídrico. Você conhece essa substância?
2. Além desse grupo de substâncias (ácido), quais outros grupos você conhece? Caracterize-os.
3. O texto também relata que para uma boa digestão é necessário que o suco gástrico atinja um pH ideal. Você sabe o que é pH?
4. Atualmente fala-se muito em pH, por exemplo, xampu com pH neutro, sabonete que mantém o pH natural da pele, alimentos que mantem o pH do sangue, entre outros. O que significa dizer que o pH é neutro?
5. A escala de pH varia de 0 a 14. Como são classificadas as substâncias em ácidas, básicas ou neutras dentro dessa escala?



## FUNÇÕES INORGÂNICAS

### 1. ESCALA pH

O extrato de repolho roxo e a solução de fenolftaleína, são exemplos de indicadores ácido-base usados pelos alquimistas, para identificar essas substâncias.

Os indicadores são substâncias orgânicas que possuem moléculas grandes que se alteram em função da acidez do meio. Ao terem suas estruturas moleculares alteradas, as substâncias passam a apresentar cores diferentes.

Na Tabela 01 são exemplificados a ação de alguns indicadores:

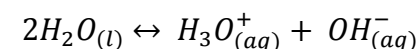
Tabela 1: Indicadores ácido-base

Indicador	Cor inicial do indicador	Cor na solução	
		Meio ácido	Meio básico
Fenolftaleína	incolor	incolor	rosa
Alaranjado de metila	amarelo	vermelho	amarelo
Tornassol	azul	vermelho	azul
Indicador universal	amarelo esverdado	de vermelho a	de azul a
		Alaranjado	verde

Fonte: própria autora

A acidez das soluções e materiais é determinada com base na escala de pH. A sigla pH significa potencial (ou potência) hidrogeniônico e indica o teor de íons hidrônio ( $H_3O^+_{(aq)}$ ) livres por unidade de volume da solução.

Quanto mais hidrônios houver no meio, mais ácida será a solução. Por consequência, podemos dizer que quanto mais íons  $OH^-_{(aq)}$  houver no meio, mais básica ou alcalina será a solução. Isso porque em uma solução aquosa, sempre há esses dois íons ( $H_3O^+_{(aq)}$  e  $OH^-_{(aq)}$ ), pois a própria água sofre uma autoionização. Veja:



Assim, para ser ácida, uma solução deve ter uma concentração maior de cátions  $H_3O^+$  do que de  $OH^-$  livres em seu meio, e o contrário ocorre com as soluções básicas.

**Ácidas:**  $[H_3O^+] > [OH^-]$

**Neutra:**  $[H_3O^+] = [OH^-]$

**Básicas:**  $[H_3O^+] < [OH^-]$

Isso nos ajuda a entender melhor a escala de pH, que costuma ser usada entre os valores de 0 a 14, em temperatura de 25°C. Quanto mais ácida for a solução, menor será seu pH; quanto mais básica for a solução, maior será seu pH

Tabela 2: escalala de pH

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Solução ácida						Solução básica							
							Solução neutra							

Fonte: própria autora.

O extrato de repolho roxo, é um indicador ácido-base natural, que nos fornece o pH aproximado das substâncias testadas. A variação das cores desse indicador é mostrada abaixo:

Tabela 3: cores aproximadas do extrato de repolho roxo em diferentes

pH:

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cor	Vermelho			Laranja		Amarelo		Verde		Azul		Violeta		Amarelo

Fonte: própria autora.

### 1.1 ATIVIDADE EXPERIMENTAL ACIDEZ E ALCALINIDADE DOS ALIMENTOS

#### Materiais e reagentes

- bequer de 50mL
- pipeta
- bastão de vidro

#### Procedimento:

- Identifique os béqueres de 1 a 9
- Em cada um dos béqueres adicione um dos materiais abaixo:
  - 20 mL de suco de limão
  - 20 mL de vinagre branco
  - 20 mL de refrigerante incolor
  - 20 mL de cerveja
  - 20 mL de água
  - 20 mL de leite
  - 20 mL de leite de arroz
  - 20 mL de solução aquosa de cloreto de sódio
  - 10 mL de leite de magnésia dissolvido em água
- Adicione a cada copo 10 mL de extrato de repolho roxo.

Anote os resultados na tabela abaixo:

INDICADOR ÁCIDO/BASE: EXTRATO DE REPOLHO ROXO		
Nº do béquer	Reagente	Cor observada
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

#### Discussão dos resultados

- Qual substância pode ser considerada neutra?
- Quais substâncias podem ser consideradas ácidas?
- Quais substâncias podem ser consideradas básicas?
- Com base na tabela de pH para a solução de extrato de repolho roxo (Tabela 03), indique o provável pH para cada substância:

## 2. TEORIA DA DISSOCIAÇÃO IÔNICA

Para entendermos a Teoria de Arrhenius, vamos testar a condutibilidade elétrica de várias soluções:

### 2.1. Atividade experimental da condutibilidade elétrica das soluções:

#### Materiais e reagentes:

- Aparato para testar a condutibilidade elétrica
- 1 colher de sopa de cloreto de sódio sólido  $\text{NaCl}_{(s)}$  (sal)
- Solução aquosa de sal –  $\text{NaCl}_{(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100 mL de água)
- 1 colher de sopa de sacarose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$  (açúcar)
- Solução aquosa de açúcar –  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$  (1 colher de sopa rasa dissolvida em 100 mL de água)
- Ácido clorídrico ( $\text{HCl}_{(aq)}$ ) 0,1 M

#### Procedimento:

Coloque os reagentes acima em béqueres e em cada um deles coloque as extremidades dos fios de cobre (previamente desencapados). Lembre-se de limpar as extremidades do fio de cobre em um papel toalha antes de emergir na próxima solução.

OBS: é importante não encostar as extremidades dos fios.

Anote os resultados no quadro abaixo

Substância	Condutibilidade elétrica
Sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ )	
Solução aquosa de sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(aq)}$ )	
Sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$	
Solução aquosa de sacarose $_{(aq)}$	
Solução aquosa de $\text{HCl}_{(aq)}$ (0,1 M)	

De acordo com estes resultados surge o questionamento:

Por que algumas soluções aquosas conduzem eletricidade, e outras não?

### 2.2. Entendendo a Teoria da Dissociação Iônica

Para responder a tais questionamentos, **Arrhenius** estabeleceu a **Teoria da Dissociação Iônica**, onde a condutividade elétrica das soluções era devido à existência de **íons livres**.

Vamos entender a razão pela qual algumas soluções conduzem eletricidade e outras não.

1ª) Testando a condutividade elétrica de uma solução de água com sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ ) verificou-se que a lâmpada acendeu, indicando que esta solução conduziu corrente elétrica.

#### Observação macroscópica:



$\text{NaCl}_{(aq)}$   
(lâmpada acende –  
conduz corrente  
elétrica)

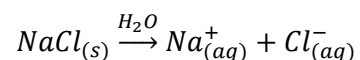
#### Explicação microscópica:

O sal de cozinha é representado pela substância cloreto de sódio –  $\text{NaCl}$  – que é um composto iônico constituído pelos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  organizados em um de um retículo cristalino.

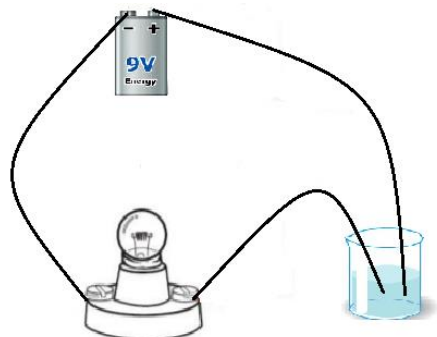


Quando o retículo cristalino de cloreto de sódio entra em contato com a água, ocorre uma separação dos íons, fenômeno denominado de **dissociação iônica**. Os íons livres obtidos após a dissociação, são os responsáveis pela condutividade elétrica.

Este processo de **dissociação iônica** pode ser representado de acordo com a seguinte equação:



2ª) Testando a condutividade elétrica de uma solução de água com açúcar verificou-se que a lâmpada se manteve apagada, indicando que esta solução não conduziu corrente elétrica.

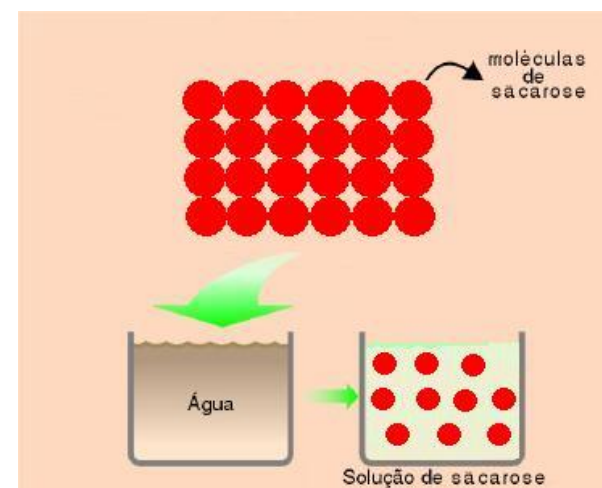


**Observação macroscópica:**

$C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$   
(lâmpada não acende  
– não conduz  
corrente elétrica)

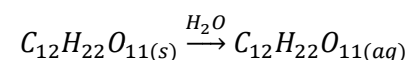
**Explicação microscópica:**

O açúcar é representado pela substância sacarose  $-C_{12}H_{22}O_{11}$  – de natureza molecular.

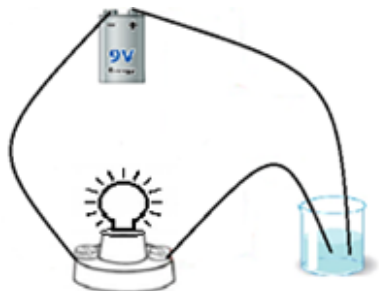


A molécula de sacarose não possui íons e também não originou íons em presença de água, o que explica o fato da não condutibilidade elétrica. Quando as moléculas de sacarose foram colocadas em presença de água, ocorreu apenas uma separação das moléculas, fenômeno denominado de **dissociação molecular**.

Este processo de **dissociação molecular** pode ser representado através da seguinte equação:



3ª) Testando a condutividade elétrica de uma solução de ácido clorídrico ( $HCl_{(aq)}$ ) verificou-se que a lâmpada acendeu, indicando que esta solução conduziu corrente elétrica.

**Observação macroscópica:**

$HCl_{(aq)}$   
(lâmpada acende  
– conduz corrente  
elétrica)

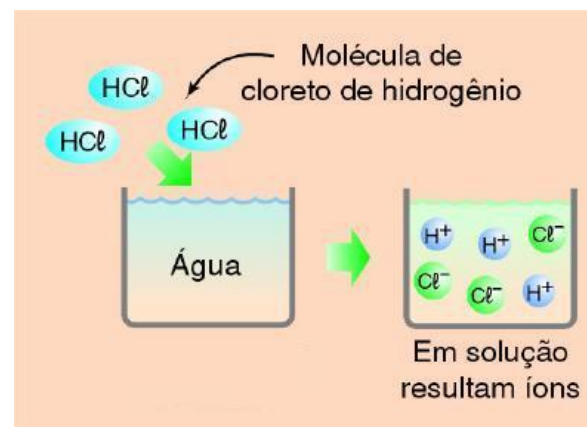
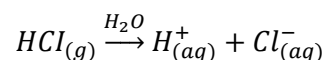
**Explicação microscópica:**

Veja que caso interessante! O ácido clorídrico ( $HCl$ ) é um composto molecular, ou seja, não é constituído por íons. No entanto, quando adicionado em água, originou uma solução condutora de eletricidade, que indica que a solução resultante possui íons. Como isto ocorre?

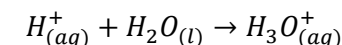
Como vimos, em ligação covalente, o cloreto de hidrogênio ( $HCl$ ) é uma molécula onde o átomo de hidrogênio ( $Z = 1$ ) compartilha 1 par de elétrons com o átomo de cloro ( $Z = 17$ ):



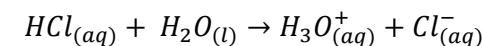
Quando o cloreto de hidrogênio é borbulhado na água, admite-se que ocorra uma quebra na ligação covalente entre o átomo de hidrogênio e o átomo de cloro, pela molécula de água, originando os íons  $H^+$  e  $Cl^-$ , responsáveis pela condutibilidade elétrica da solução. A este fenômeno, onde os íons foram produzidos a partir de um composto molecular (sem íons) é denominado de **ionização**, que pode ser representado esquematicamente por:

**Observação:**

Atualmente, sabe-se que o cátion  $H^+$ , proveniente da molécula do  $HCl$ , se une a uma molécula de água formando o íon  $H_3O^+$ , denominado **hidroxônio** ou **hidrônio**.



Desta forma, a representação mais correta para o processo de ionização do  $HCl$ , ficará assim:

**2.3. Grau de ionização ou dissociação ( $\alpha$ )**

Quando uma substância dissolve-se em água, não são todas as moléculas que irão sofrer ionização ou dissociação (quebra da molécula) com produção de íons. O grau de ionização ou dissociação ( $\alpha$ ) indica a porcentagem de moléculas sofrem ionização ou dissociação que por sua vez mede a força do eletrólito, ou seja, quanto maior o grau de ionização do eletrólito, maior é a sua força.

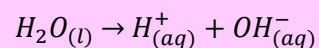
Ficou convenção que: eletrólitos

- **Forte:**  $\alpha \geq 50\%$
- **Moderado:**  $5\% < \alpha < 50\%$
- **Fraco:**  $5\% \leq \alpha$

Curiosidade:

Pelos conceitos que aprendemos até agora, observamos que a água não conduziu eletricidade, com isso, podemos deduzir que não existem íons em solução, certo?

Errado! Atualmente, sabe-se que a água sofre um processo de auto-ionização, onde suas moléculas se unem ionizando-se umas às outras.



Mas, se existem íons em solução, por que então a água pura não conduz eletricidade? O fato é que apenas duas moléculas de cada um bilhão sofrem ionização, com isso a quantidade de íons produzidos não é suficiente para que ocorra a condutividade elétrica.

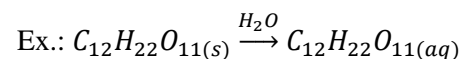
Agora que sabemos que a água destilada (pura) não conduz eletricidade, como explicar então, o fato da água potável conduzir eletricidade?

A água destinada ao abastecimento das cidades, ou seja, a água potável, é proveniente dos rios, lagos ou represas e contém impurezas. Esta água sofre um processo de tratamento físico e químico, que envolve etapas tais como: floculação, decantação, filtração e desinfecção, onde são adicionadas várias substâncias químicas com a finalidade de deixar a água em condições de ser consumida pela população. Estas substâncias químicas dissolvidas na água originam íons, que são responsáveis pela condutibilidade elétrica desta solução.

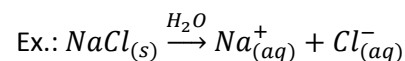
### Definições de termos técnicos de Arrhenius

Em função dos experimentos realizados através da condutividade elétrica de substâncias em presença de água, Arrhenius estabeleceu alguns termos técnicos utilizados de acordo com os resultados obtidos em suas experiências:

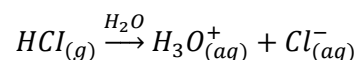
- **Solução eletrolítica** ou **iônica** – são soluções que conduzem eletricidade.  
Ex.: água + sal de cozinha ( $NaCl_{(s)}$ ) / água + cloreto de hidrogênio ( $HCl_{(g)}$ )
- **Solução não-eletrolítica** ou **molecular** – são soluções que não conduzem eletricidade.  
Ex.: água + açúcar (sacarose) ( $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ )
- **Eletrólitos** – são substâncias dissolvidas em água, que conduzem eletricidade.  
Ex.:  $NaCl_{(aq)}$  e  $HCl_{(aq)}$
- **Não-eletrólitos** – são substâncias dissolvidas em água, que não conduzem eletricidade.  
Ex.: açúcar (sacarose) ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).
- **Dissociação molecular** – é a separação de substâncias moleculares, sem formação de íons, originando uma solução não-eletrolítica, ou seja, que não conduz eletricidade.



- **Dissociação iônica** – é a separação dos íons de substâncias iônicas, originando uma solução eletrolítica, ou seja, que conduz eletricidade.



- **Ionização** é a transformação de uma substância molecular em íons, originando uma solução eletrolítica, ou seja, que conduz eletricidade.



### 3. FUNÇÕES INORGÂNICAS

#### 3.1. ÁCIDO – BASE

##### 3.1.1. Teoria de Arrhenius

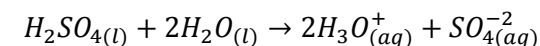
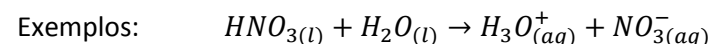
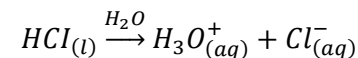
Baseado em seus experimentos com condutividade elétrica em meio aquoso, o químico, físico e matemático sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) propôs, em 1884, os seguintes conceitos para definir ácidos e bases:

Ácidos são compostos em solução aquosa que ionizam, produzindo como íon positivo apenas o cátion hidrônio (ou hidroxônio)  $H_3O^+$ .

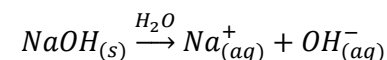
Bases ou hidróxidos são compostos, que por dissociação iônica, liberam, como íon negativo, o ânion hidróxido  $OH^-$ , também chamado de hidroxila ou oxidrila.

Quando preparamos uma solução aquosa de ácido clorídrico, o  $HCl$  se dissocia

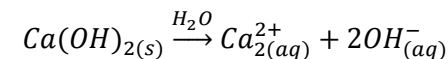
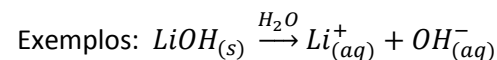
em íons  $H_3O^+$  e  $Cl^-$ . Uma vez que isto resulta em um aumento da concentração dos íons  $H_3O^+$  em solução, o ácido clorídrico é um ácido de Arrhenius.



Em água, o hidróxido de sódio ( $NaOH$ ) se dissocia completamente formando os íons  $Na^+$  e  $OH^-$ , o que resulta em um aumento da concentração de íons hidroxila  $OH^-$ . Logo, ( $NaOH$ ) é uma base de Arrhenius.



Bases de Arrhenius comuns incluem outros hidróxidos das Famílias 1 e 2 como  $LiOH$  e  $Ca(OH)_2$ :



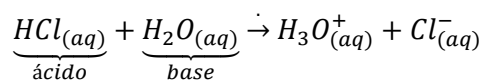
A teoria de Arrhenius é limitada no sentido de que só trata a química ácido-base em soluções aquosas. Porém, reações semelhantes também podem ocorrer em solventes não aquosos, assim como entre moléculas no estado gasoso. Como resultado, os químicos modernos preferem em geral a teoria de Brønsted-Lowry, que é útil para uma gama maior de reações químicas.

### 3.1.2. Teoria de Brønsted-Lowry:

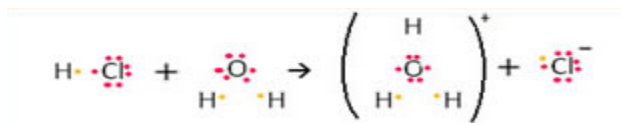
De forma independente, o dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) e o inglês Thomas Martin Lowry (1874-1936), propuseram no mesmo ano outra teoria ácido-base conhecida como Teoria Brønsted-Lowry, que diz o seguinte:

Exemplo 1: ácido clorídrico ( $HCl$ ):

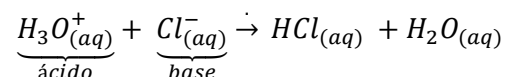
Ácido é a espécie que tende a perder prótons e base é a espécie que tendem a recebê-los.



Nesta situação, o átomo de hidrogênio do  $HCl$  é transferido para a molécula de água, formando o íon hidrônio. Por isso podemos dizer que o  $HCl$  doou um próton, o íon  $H^+$ , para a água. Dessa forma, de acordo com Brønsted-Lowry, o  $HCl$  é um ácido e a água  $H_2O$  é uma base.



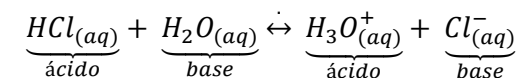
Essa é uma reação reversível, na qual os íons  $H_3O^+$  e  $Cl^-$  podem reagir, regenerando os reagentes:



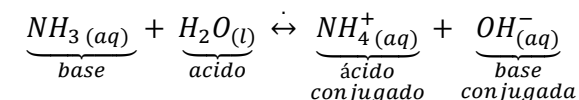
Nesta reação inversa, o íon hidrônio ( $H_3O^+$ ) doou um próton para o íon cloreto ( $Cl^-$ ), assim o hidrônio é o ácido e o cloreto é a base de Brønsted.

Forma-se o **par conjugado ácido-base**:  $HCl$  e  $Cl^-$ ; e um **segundo par conjugado ácido-base**:  $H_2O$  e  $H_3O^+$ .

Chama-se de par conjugado, porque em ambos os casos, um doa o próton e se transforma no outro: o  $HCl$  doa o próton e se transforma em  $Cl^-$  e o  $H_3O^+$  doa o próton e se transforma em  $H_2O$ .



Exemplo 2: amônia ( $NH_3$ )



Nesta reação, a água está doando um de seus prótons para amônia. Depois de perder um próton, a água se torna,  $OH^-$ . Já que a água doou um próton, está atuando como um ácido de Brønsted-Lowry. A amônia *aceitou* um próton da água para formar íon amônio,  $NH_4^+$ . Portanto, a amônia está atuando como uma base de Brønsted-Lowry.

Para essa reação os pares conjugados ácido-base são:

- Par conjugado 1:  $NH_3$  e  $NH_4^+$
- Par conjugado 2:  $H_2O$  e  $OH^-$

De acordo com Brønsted-Lowry, os conceitos de ácido e base são relativos: dependem da espécie química com a qual a substância está reagindo para saber se ela é ácida ou básica. Neste sentido, muitas substâncias podem ser classificadas como ácidas ou básicas, dependendo da reação na qual estiverem participando.

Nas duas reações anteriores, vemos a água se comportar tanto como uma base de Brønsted-Lowry — na reação com ácido clorídrico — quanto como um



ácido de Brønsted-Lowry, na reação com a amônia. Devido à habilidade da água de doar e aceitar prótons, ela é conhecida como uma substância **anfótera**, o que significa que pode se comportar tanto como uma base quanto como um ácido.

### 3.1.3. Teoria de Lewis

No mesmo ano em que Brønsted-Lowry apresentam suas teorias sobre ácidos e bases, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs uma teoria sobre ligações químicas que também apresenta definições para ácidos e bases.

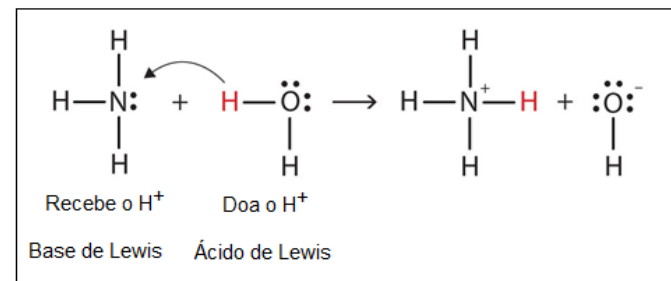
De acordo com Lewis:

*Ácidos são espécies capazes de receber pares de elétrons.*

*Bases são espécies capazes de doar pares de elétrons.*

Essa teoria introduz um conceito novo, é mais abrangente, mas não invalida a teoria de Brønsted-Lowry. Pois todo ácido de Lewis é um ácido de Brønsted, e consequentemente toda base de Lewis é uma base de Brønsted. Isto ocorre porque um próton recebe elétrons, ou seja, um ácido de Lewis pode unir-se a um par solitário de elétrons em uma base de Lewis.

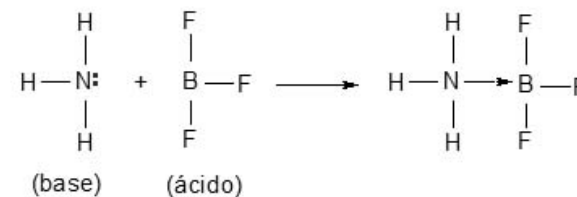
Para Lewis, uma reação ácido-base consiste na formação de uma ligação covalente coordenada mais estável. Assim, quando um ácido de Lewis doa um par de elétrons para uma base de Lewis, ambos formam uma ligação covalente coordenada, em que ambos os elétrons provêm de um dos átomos, como ocorre no exemplo:



Nesse caso, a amônia atua como a base de Lewis e de Brønsted, pois ela doa os seus dois elétrons para o próton, sendo, portanto, a receptora do próton. Além disso, formou-se uma ligação covalente entre o hidrogênio (o próton) e a amônia.

Já a água é o ácido de Lewis e de Brønsted, pois ele doa o próton e recebe os elétrons, note como o oxigênio do hidróxido formado a partir da água ficou com um par de elétrons a mais.

De maneira geral, espécies químicas contendo elementos com camadas de valência incompletas, como o  $BF_3$ , tendem a ser ácidos de Lewis, enquanto que espécies químicas ou íons que tenham pares de elétrons não compartilhados podem comportar-se como bases de Lewis. Quando a reação ácido-base ocorre, é formada uma ligação covalente coordenativa.



### 3.1.4 Nomenclatura de ácidos e bases

A nomenclatura dos ácidos é feita por meio do nome dos ânions formados durante a sua ionização total ou parcial. Os ânions terminados em **eto** formam ácidos terminados em **ídrico**; os terminados em **ato** formam ácidos terminados em **ico**; e os terminados em **ito** formam ácidos terminados em **oso**.

Sufixo do ânion	Sufixo do ácido	Assim, o nome dos ácidos deve seguir a seguinte regra:		
ETO	ÍDRICO	Ácido + nome do ânion sem sufixo + sufixo do ácido		
ATO	ICO			
ITO	OSO			
Ácido	Ânion	Nome do ânion	Sufixo para o ácido	Nome do ácido
$HCl$	$Cl^-$	Cloreto	Idrico	Ácido clorídrico
$HNO_3$	$NO_3^-$	Nitrato	Ico	Ácido nítrico
$HNO_2$	$NO_2^-$	Nitrito	Oso	Ácido nitroso

A nomenclatura das bases depende da carga elétrica do cátion ligado ao íon hidróxido, que pode ser fixa ou variável. Assim o nome das bases é obtido da seguinte forma:

Hidróxido de \_\_\_\_\_  
*nome do cátion*

Base	Cátion	Nome do cátion	Nome da base
$NaOH$	$Na^+$	Sódio	Hidróxido de sódio
$Pb(OH)_2$	$Pb^{2+}$	Chumbo (II)	Hidróxido de chumbo (II)
$Pb(OH)_4$	$Pb^{4+}$	Chumbo (IV)	Hidróxido de chumbo (IV)

Tanto para saber o nome dos ácidos quanto o nome das bases é necessário consultar uma tabela de cátions e ânions (Tabela 04):

Tabela 04: Tabela de cátions e ânions:

<b>Ânion monovalente</b>	$HS^-$ Hidrogenossulfeto	$Cu^{+1}$ Cobre I
$Cl^-$ Cloreto	$HSO_3^-$ Bissulfito	$Hg^{+1}$ Mercúrio I
$Br^-$ Brometo	<b>Ânion bivalente</b>	$Au^{+1}$ Ouro I
$I^-$ Iodeto	$S^{2-}$ Sulfeto	<b>Cátion bivalente</b>
$F^-$ Fluoreto	$SO_3^{2-}$ Sulfito	$Be^{+2}$ Berílio
$ClO^-$ Hipoclorito	$SO_4^{2-}$ Sulfato	$Mg^{+2}$ Magnésio
$ClO_2^-$ Clorito	$S_2O_7^{2-}$ Pirossulfato	$Ca^{+2}$ Cálcio
$ClO_3^-$ Clorato	$HPO_3^{2-}$ Fosfito	$Sr^{+2}$ Estrôncio
$ClO_4^-$ Perclorato	$SiO_3^{2-}$ Metassilicato	$Ba^{+2}$ Bário
$BrO^-$ Hipobromito	$CrO_4^{2-}$ Cromato	$Ra^{+2}$ Rádío
$BrO_2^-$ Bromito	$Cr_2O_7^{2-}$ Dicromato	$Zn^{+2}$ Zinco
$BrO_3^-$ Bromato	$O^{2-}$ Óxido	$Cu^{+2}$ Cobre II
$IO^-$ Hipiodito	$O_2^{2-}$ Peróxido	$Hg^{+2}$ Mercúrio II
$IO_3^-$ Iodato	$HPO_4^{2-}$ Hidrogenofosfato	$Fe^{+2}$ Ferro II
$IO_4^-$ Periodato	<b>Ânion trivalente</b>	$Co^{+2}$ Cobalto II
$NO_2^-$ Nitrito	$N^{3-}$ Nitreto	$Ni^{+2}$ Níquel II
$NO_3^-$ Nitrato	$PO_4^{3-}$ Fosfato	$Sn^{+2}$ Estanho II
$N_3^-$ Azoteto	$AsO_4^{3-}$ Arsenato	$Pb^{+2}$ Chumbo II
$NH_2^-$ Amideto	$[Fe(CN)_6]^{3-}$ Ferricianeto	$Pt^{+2}$ Platina II
$CN^-$ Cianeto	<b>Ânion tetravalente</b>	$Mn^{+2}$ Manganês II
$HSO_4^-$ Bissulfato	$P_2O_7^{4-}$ Pirofosfato	<b>Cátion trivalente</b>
$HCO_3^-$ Bicarbonato	$SiO_4^{4-}$ Ortossilicato	$Al^{+3}$ Alumínio
$H_2PO_4^-$ Diidrogenofosfato	$[Fe(CN)_6]^{4-}$ Ferrocianeto	$Fe^{+3}$ Cobalto III
$OCN^-$ Cianato	<b>Cátion monovalente</b>	$Co^{+3}$ Cobalto III
$SCN^-$ Tiocianato	$Li^{+1}$ Lítio	$Ni^{+3}$ Níquel III
$PO_3^-$ Metafosfato	$Na^{+1}$ Sódio	$Au^{+3}$ Ouro III
$H_2PO_2^-$ Hipofosfito	$K^{+1}$ Potássio	<b>Cátion tetravalente</b>
$MnO_4^-$ Permanganato	$Rb^{+1}$ Rubídio	$Sn^{+4}$ Estanho IV
$CH_3COO^-$ Acetato	$Cs^{+1}$ Césio	$Pb^{+4}$ Chumbo IV
$OH^-$ Hidróxido	$Ag^{+1}$ Prata	$Pt^{+4}$ Platina IV
$H^-$ Hidreto	$NH_4^{+1}$ Amônio	$Mn^{+4}$ Manganês IV
$O_2^-$ Superóxido	$H_3O^{+1}$ Hidrônio	

### 3.1.5. Força dos ácidos e bases

Como **os ácidos** possuem a capacidade de produzir íons em água, a solução que os contém, além de ter sabor azedo, **apresenta como característica principal o fato de conduzir corrente elétrica**. A produção de íons é denominada força, e os ácidos, como base nesse quesito, são classificados em fortes, fracos ou moderados.

Considerar um ácido como **forte** significa que, em água, ele é capaz de produzir uma grande quantidade de íons; já o ácido **moderado** é aquele que produz uma quantidade de íons nem muito grande nem muito pequena; e o **fraco**, por sua vez, é aquele que produz uma quantidade de íons muito pequena. Essa classificação descrita depende do tipo de ácido com o qual estamos lidando, se um hidrácido (não apresenta oxigênio na sua composição) ou um oxiácido (apresenta oxigênio em sua composição).

**a) Hidrácidos** – Os únicos hidrácidos **fortes** são:  $HCl$ ,  $HBr$  e  $HI$ . O único hidrácido moderado é o  $HF$ . Todos os outros hidrácidos que não foram citados são fracos, tais como  $HCN$  e  $H_2S$ .

**b) Oxiácidos** – para saber a força de um oxiácido, basta subtrair a quantidade de oxigênios de sua fórmula pelo número de hidrogênio ionizáveis disponíveis no ácido:

- Fortes: Quando o resultado da subtração for igual ou superior a 2.



- Moderado: Quando o resultado da subtração for 1.



- Fraco: Quando o resultado da subtração for 0.



Observação: O  $H_2CO_3$  é uma exceção à regra para determinar a força de um oxiácido. A subtração do número de oxigênios pelo número de hidrogênios é igual 1, mas ele é um ácido fraco. Esse fato foi comprovado experimentalmente.

A força dos ácidos pode ser avaliada ainda por intermédio do cálculo do chamado grau de ionização, representado pela letra  $\alpha$ . Para calcular esse grau, basta dividir o número de moléculas ionizadas pelo número de moléculas adicionadas na água inicialmente. Depois, basta multiplicar por 100 para formar uma porcentagem.

$$\alpha = \frac{n^\circ \text{ de moléculas ionizadas}}{n^\circ \text{ de moléculas inicial}} \times 100\%$$

Veja um exemplo:

*Se foram adicionadas 50 moléculas de um ácido na água e 20 delas ionizaram-se, logo seu  $\alpha$  é:*

$$\alpha = \frac{20}{50} \times 100\% \rightarrow \alpha = 40\%$$

Ao encontrar o  $\alpha$ , podemos avaliar a força do ácido de acordo com o seguinte padrão:

- **Forte:**  $\alpha \geq 50\%$
- **Moderado:**  $5\% < \alpha < 50\%$
- **Fraco:**  $5\% \leq \alpha$

### 3.1.6 Força das bases

Para que uma base seja considerada forte ou fraca, temos que considerar o seu grau de dissociação ( $\alpha$ ), que é dado por:

$$\alpha = \frac{n^{\circ} \text{ de fórmulas unitárias que se dissociaram}}{n^{\circ} \text{ de fórmulas unitárias dissolvidas no início}} \times 100\%$$

- **Base forte:** quando o grau de ionização for aproximado a 100%.

Exemplos de bases fortes: Bases dos metais alcalinos ( $LiOH$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $RbOH$ ,  $CsOH$ ) e de alguns metais alcalino terrosos ( $Ca(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ )

O grau de dissociação do hidróxido de sódio ( $NaOH$ ) é igual a 95% a 18°C, sendo um composto iônico por natureza.

- **Base fraca:** quando o grau de ionização for igual ou menor que 5%.

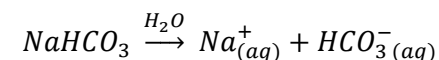
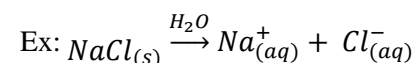
Exemplos de bases fracas: são as bases dos metais de transição, dos metais das famílias 13, 14 e 15 da tabela periódica e de alguns metais alcalinos terrosos (como o  $Mg(OH)_2$ ), e, o  $NH_4OH$ .

O grau de dissociação do hidróxido de amônio  $NH_4OH$  é igual a 1,5% a 18°C, sendo um composto molecular por natureza.

## 3.2. SAIS

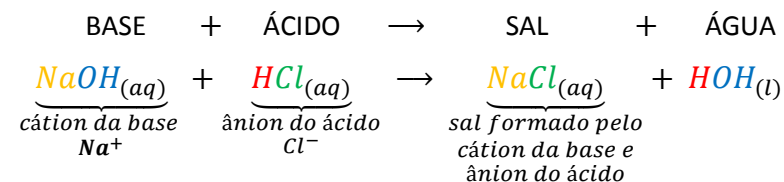
Sais são eletrólitos e liberam íons ao entrar em contato com a água. A definição para sais, de acordo com o conceito de eletrólitos de Arrhenius é:

Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, dos quais pelo menos um cátion é diferente de  $H_3O^+$  e pelo menos um ânion diferente de  $OH^-$ .



É possível obter um sal por meio da reação química entre um ácido e uma base. Essa reação é chamada de neutralização. Segundo a teoria de Arrhenius, o ácido libera em meio aquoso como único cátion o hidrogênio ( $H^+$ ), enquanto a base libera como único ânion a hidroxila ( $OH^-$ ); portanto, quando colocados para reagir, o  $H^+$  do ácido reage com o  $OH^-$  da base e esses íons neutralizam-se, formando a água que possui pH 7 (meio neutro, se a neutralização for total).

Além disso, o cátion da base reage com o ânion do ácido, formando um sal, por isso, esse tipo de reação é também chamado de reação de salificação. Abaixo temos um exemplo genérico de reação de neutralização:



### 3.2.1 Reações de neutralização

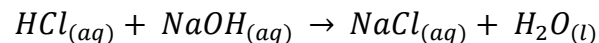
As reações de neutralização podem originar três tipos de sais: **neutros**, **ácidos ou básicos**. Isso acontece porque podem ocorrer dois tipos de neutralização.

Observe:

❖ **Neutralização total:** Nas reações de neutralização total são sempre formados **sais neutros**. Dessa forma, a reação ocorre entre ácidos e bases em que ambos são fracos ou, então, ambos são fortes.

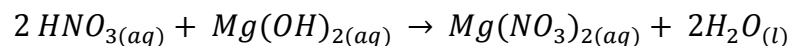
Exemplos:

- **Reações entre ácidos e bases fortes:**



O  $HCl$  e  $NaOH$  são ácido e bases fortes, respectivamente, por isso, o sal formado (cloreto de sódio –  $NaCl$ ) constitui uma solução de caráter neutro.

- **Reações entre ácido e base fracos:**

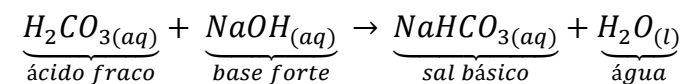


O  $HNO_3$  e o  $Mg(OH)_2$  são ácidos e bases fracos, respectivamente, sendo que o sal formado (nitrato de magnésio -  $Mg(NO_3)_2$ ) constitui uma solução de caráter neutro.

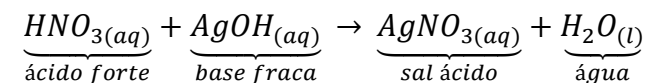
❖ **Neutralização parcial:** ocorre quando a reação acontece entre ácidos e bases considerados com forças diferentes. Dessa forma, a neutralização não ocorre por completo e, dependendo de quais íons estão em maior quantidade no meio, o sal formado pode ser básico ou ácido.

**Sal básico:** possuem cátion proveniente de base forte e ânion proveniente de ácido fraco, assim, os ânions  $OH^-$  não são neutralizados totalmente e é formado um **sal básico**, que também é chamado de **hidróxissal**.

Exemplo:



**Sal ácido:** possuem ânion proveniente de ácido forte e cátion proveniente de base fraca, assim, os cátions  $H^+$  não foram totalmente neutralizados e um **sal ácido** foi originado, que também é denominado de **hidrogenossal**.



### 3.2.2. Nomenclatura dos sais:

De modo geral, a nomenclatura dos sais é dada por:

Nome do ânion + de + nome do cátion

Exemplo:

Sal	Cátion	Ânion	Nome do sal
$NaCl$	$Na^+$ - sódio	$Cl^-$ - cloreto	Cloreto de sódio
$KNO_3$	$K^+$ - potássio	$NO_3^-$ - nitrato	Nitrato de potássio
$FeSO_4$	$Fe^{2+}$ - ferro II	$SO_4^{2-}$ - sulfato	Sulfato de ferro II
$Fe_2(SO_4)_3$	$Fe^{3+}$ - ferro III	$SO_4^{2-}$ - sulfato	Sulfato de ferro III

### 3.3. ÓXIDOS

Praticamente todos os elementos químicos ligam-se ao oxigênio formando óxidos:

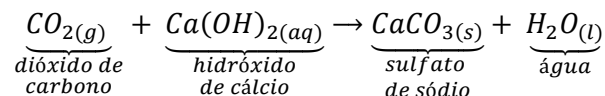
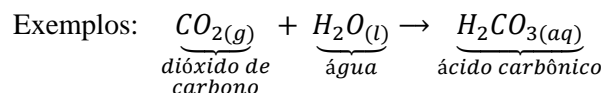
**Óxidos** são compostos binários (formados por apenas dois elementos químicos), dos quais o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

*Os compostos binários de flúor e oxigênio, como o  $OF_2$  e o  $O_2F_2$ , não são óxidos porque o flúor é mais eletronegativo que o oxigênio.*

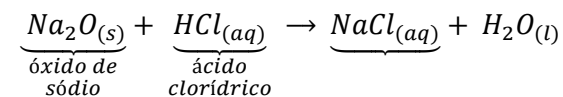
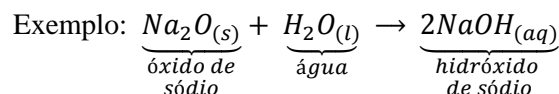
#### 3.3.1. Classificação dos óxidos

Os óxidos podem ser classificados em:

**Óxidos ácidos:** São também conhecidos por anidridos, e reagem com água produzindo um ácido e com base formando sal e água.



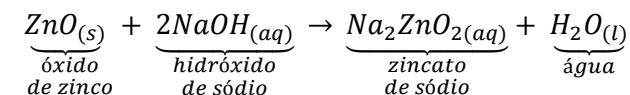
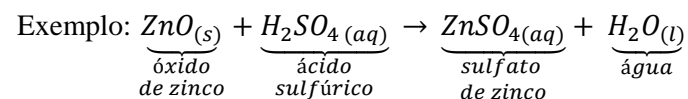
**Óxidos básicos:** Estes compostos tendem a reagir com água formando uma base e com ácido produzindo sal e água.



**Óxidos neutros:** Estas substâncias não reagem com água, ácido ou base.

Exemplo:  $CO(g)$  e  $NO(g)$

**Óxidos anfóteros:** Possuem esse nome por possuírem caráter dual, ou seja, reagem tanto com ácido quanto com base originando como produto sal e água.



**Peróxidos:** Nesta classe os compostos reagem com água produzindo água oxigenada ou peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Sendo a água oxigenada muito presente em nosso cotidiano, tanto para limpeza de ferimentos quanto em produtos descolorantes.

#### 3.3.2. Nomenclatura dos óxidos:

O nome dos óxidos é dado utilizando a seguinte regra:

Óxido + de + nome do elemento químico que está combinado com o oxigênio.

Exemplo:

$CaO$  – óxido de cálcio

$ZnO$  – óxido de zinco

Para os óxidos moleculares, usam-se os prefixos gregos para indicar o número de cada tipo de átomo presente, inserindo a preposição de e o nome do segundo elemento, sempre indicando a quantidade de átomos presentes.

Prefixo	Quantidade de átomos	Prefixo	Quantidade de átomos	Prefixo	Quantidade de átomos
Mono	1	Penta	5	Nona	9
Di	2	Hexa	6	Deca	10
Tri	3	Hepta	7	Undeca	11
Tetra	4	Octa	8	Dodeca	12

Exemplos:

$CO_2$  – dióxido de carbono

$CO$  – monóxido de carbono

$N_2O_5$  – pentóxido de dinitrogênio

Aplicação de alguns compostos inorgânicos:

<p><b>ÁCIDO</b></p> <p><b><i>HCl</i> – ácido clorídrico:</b> Comercializado como ácido muriático, é utilizado na limpeza de pisos e limpeza de superfícies metálicas antes do processo de soldagem. Ácido presente no suco gástrico.</p> <p><b><i>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></i> – ácido carbônico:</b> Presente nos refrigerantes e nas águas minerais gaseificadas.</p> <p><b><i>HNO<sub>3</sub></i> – ácido nítrico:</b> Fabricação de explosivos (TNT, pólvora negra, e outros) e fabricação de salitre (<i>NaNO<sub>3</sub></i> e <i>KNO<sub>3</sub></i>), utilizado como fertilizante.</p> <p><b><i>HF</i> – ácido fluorídrico:</b> Aplicado na gravação de cristais e vidros.</p> <p><b><i>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></i> – ácido fosfórico:</b> Fabricação de fertilizantes, em indústrias de vidros e tinturaria, na produção de refrigerantes a base de cola.</p> <p><b><i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> – ácido sulfúrico:</b> Produção de fertilizantes, soluções de baterias de automóveis, em indústrias de tintas e papéis e no refino de açúcar.</p>	<p><b>BASE</b></p> <p><b><i>NaOH</i> – hidróxido de sódio:</b> Também conhecido como soda caustica. Utilizado na fabricação de sabão, de papel, celulose e corantes.</p> <p><b><i>Ca(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de cálcio:</b> Formado pela dissociação de cal em água, é utilizado na preparação de argamassas e calçação.</p> <p><b><i>Mg(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de magnésio:</b> Usado em produtos farmacêuticos, como antiácidos e laxantes.</p> <p><b><i>NH<sub>4</sub>OH</i> – hidróxido de amônio:</b> Utilizado na produção de fertilizantes, explosivos, em produtos para remover crosta de gorduras, em produtos farmacêuticos e na revelação de filmes fotográficos.</p> <p><b><i>Al(OH)<sub>3</sub></i> – hidróxido de alumínio:</b> Utilizado como antiácido estomacal.</p> <p><b><i>Ca(OH)<sub>2</sub></i> – hidróxido de cálcio:</b> Utilizado em alguns fermentos com a função de produzir gás carbônico (<i>CO<sub>2</sub></i>). Bastante utilizado como antiácido estomacal. Em alguns extintores é componente de espuma para o combate de incêndios.</p>	<p><b>SAIS</b></p> <p><b><i>NaCl</i> – cloreto de sódio:</b> Principal componente do sal de cozinha.</p> <p><b><i>NaF</i> – fluoreto de sódio:</b> Componente de vários cremes dentais e enxaguantes bucais, pois tem a propriedade de inibir a perda de minerais.</p> <p><b><i>CaCO<sub>3</sub></i> – carbonato de cálcio:</b> Usado na fabricação de cimento, vidro comum, cremes dentais (age como abrasivo). Principal componente do calcário.</p> <p><b><i>KNO<sub>3</sub></i> – nitrato de potássio:</b> Empregado como conservantes na fabricação de carnes e embutidos. Usado na composição de fertilizantes.</p> <p><b><i>MgSO<sub>4</sub></i> – sulfato de magnésio:</b> Utilizado na fabricação de sabões e tintas. Empregado como laxante, conhecido como sal-amargo.</p> <p><b><i>NaClO</i> – hipoclorito de sódio:</b> Principal componente da água sanitária. Utilizado para o branqueamento de produtos têxteis e papéis e no tratamento de água.</p> <p><b><i>NaHCO<sub>3</sub></i> – bicarbonato de sódio:</b> Utilizado como fermento químico no preparo de pães e bolos. Principal componente do sal de frutas utilizado como antiácido estomacal.</p>	<p><b>ÓXIDO</b></p> <p><b><i>CaO</i> – óxido de cálcio:</b> Também conhecido como cal. Tem larga aplicação na construção civil, na purificação de açúcares e na agricultura, como fungicida e na correção do solo.</p> <p><b><i>MnO<sub>2</sub></i> – óxido de manganês:</b> Utilizado na fabricação de aço e, combinado com outras substâncias, utilizado como desinfetante, secante e corante de cerâmicas e tijolos.</p> <p><b><i>SnO<sub>2</sub></i> – óxido de estanho:</b> É empregado na fabricação de folhas de flandres e de latas para acondicionar alimentos, em soldas e como pó para polimento.</p> <p><b><i>ZnO</i> – óxido de zinco:</b> Usado em cremes de assadoras, pomadas e cosméticos em geral por possuir propriedades antissépticas, cicatrizantes e bloqueadoras dos raios ultravioletas.</p> <p><b><i>CO<sub>2</sub></i> – dióxido de carbono:</b> Gás liberado na respiração e na queima de combustíveis fósseis, sendo um dos responsáveis pelo aquecimento global.</p>
--	---	--	--



## 4. Discussão em grupos

- O que é má digestão? Quais os sintomas da má digestão?
- Você já teve azia ou sensação de queimação no estômago?
- Quais os procedimentos que costuma adotar para combater esses distúrbios?

Sugestão de texto para leitura:



## COMO OS ANTIÁCIDOS FUNCIONAM

Quem nunca teve uma azia ou aquela sensação ruim de queimação no estômago? Toda vez que sentimos isso a primeira coisa que nos vem à mente é correr e tomar um antiácido. Porém, você sabe como eles funcionam? Tem ideia de que tipo de reação eles causam no nosso organismo para que tudo volte ao normal?

Os antiácidos são medicamentos que aumentam o pH gástrico, com esse aumento o ácido clorídrico é neutralizado. Esse é o ácido que causa aquela sensação de queimação no estômago toda vez que comemos algo muito pesado, sendo que, ele é produzido em excesso quando um alimento muito “pesado” chega ao estômago e não há suco gástrico em grande quantidade para processá-lo. É muito comum a auto-medicação no caso dos antiácidos por conta da facilidade na identificação do problema e também pela agilidade na resolução dele, mas é importante frisar que dependendo do caso a utilização do antiácido pode ocasionar mais problemas, como nos casos de úlceras.

Alguns elementos são muito utilizados na composição dos antiácidos tais como o hidróxido de Magnésio, o hidróxido de Alumínio, o Carbonato de cálcio e o Bicarbonato de sódio. O magnésio e o alumínio agem proporcionando alívio rápido e prolongado ao indivíduo e a maioria dos antiácidos possuem esses dois elementos em paralelo ajudando assim no tratamento. O Carbonato de cálcio também é muito utilizado, ele anula o ácido gástrico e com isso dá uma sensação de alívio por muito tempo, só se deve tomar cuidado em casos de ingestão exagerada já que o recomendado para um indivíduo adulto é de 2000mg por dia. O bicarbonato de sódio foi utilizado por muito tempo no combate à má-digestão, mas por conta de diversos efeitos colaterais foi substituído por outros elementos menos abrasivos.

O uso do antiácido é simples e rápido, mas uma dieta balanceada e principalmente comer devagar e sem stress são algumas das atitudes que devem ser tomadas para que você não sofra de problemas estomacais e não dependa deles para estar bem. Outro ponto bem importante é que dores constantes de estômago precisam ser diagnosticadas, pois o efeito do antiácido em uma úlcera, por exemplo, pode agravar ainda mais o caso e só se consegue um diagnóstico preciso realizando uma consulta médica.

[www.cliquefarma.com.br/blog/como-funcionam-antiacidos/](http://www.cliquefarma.com.br/blog/como-funcionam-antiacidos/)

## Referências:

- ANTUNES, Murilo Tissoni. *Ser Protagonista Química 1*. São Paulo: Editora SM, 2013.
- ATKINS, Peter W; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química v. 1*, São Paulo: Ática, 2013.
- FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. *Funções inorgânicas*. Disponível em: <<https://bit.ly/26yqdl4>>. Acesso em: 17 mar. 2017.
- MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.
- PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. *Química na abordagem do cotidiano*. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 3 volumes.
- PINHEIRO, Barbara Carine Soares; BELLAS, Renata Rosa Dotto; SANTOS, Lilian Moreira dos. Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, 18, 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-11. Disponível em: <<https://bit.ly/2IviORT>>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA. *Teoria de Arrhenius*. Disponível em:< <https://bit.ly/2Mr8RaG>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, jul./dez., 2000.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. et al. *Química cidadã: volume 1*, Editora Nova Geração, 2013.
- SOU FARMACEUTICO. *Antiácidos*. Disponível em:< <https://bit.ly/2MsF3u8>>. Acesso em: 07 jan. 2017.
- TABELA DE ÂNIONS. Disponível em:< <https://bit.ly/2KdQw4a>>. Acesso em: 05 mar. 2017.
- WICHMANN, Pat. *O Ministério da Digestão adverte: baixa acidez estomacal pode ser seu problema!*. Disponível em:< <https://bit.ly/2KuUEsv>>. Acesso em: 20 maio 2017.

## Anexo 1

### AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS

1 – Classifique os alimentos abaixo como ácidos ou básicos:

ÁGUA SALGADA	REFRIGERANTE	CERVEJA	ÁGUA	LEITE
LEITE DE ARROZ	LIMÃO	VINAGRE	LEITE DE MAGNÉSIA	SAL DE FRUTAS

ALIMENTOS ÁCIDOS: \_\_\_\_\_

ALIMENTOS ALCALINOS: \_\_\_\_\_

2 – Sabemos que os compostos inorgânicos são classificados em quatro grupos: ÁCIDO, BASE, SAIS E ÓXIDO. Explique cada um desses grupos:

ÁCIDO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

BASE: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ÓXIDO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SAL: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_