



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**(ENCIMA)**

**ATHUS TORRES FLORAMBEL**

**O USO DO MÉTODO JIGSAW E DE EXPERIMENTOS SENSORIAIS NA  
MELHORIA DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE ÁCIDOS E BASES NO ENSINO  
MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2019**

ATHUS TORRES FLORAMBEL

O USO DO MÉTODO JIGSAW E DE EXPERIMENTOS SENSORIAIS NA MELHORIA  
DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE ÁCIDOS E BASES NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino De Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em ensino de ciências e matemática. Área de concentração: ensino de química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisele S. Lopes  
Co-orientador: Prof. Dr. Isaías B. Lima

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F65u Florambel, Athus Torres.  
O uso do método jigsaw e de experimentos sensoriais na melhoria do ensino e aprendizagem de ácidos e bases no ensino médio / Athus Torres Florambel. – 2019.  
90 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Gisele Simone Lopes.  
Coorientação: Prof. Dr. Isaiás Batista De Lima.
1. Ensino de Química. 2. Método Jigsaw. 3. Ácidos e Bases. I. Título.

CDD 372

---

ATHUS TORRES FLORAMBEL

O USO DO MÉTODO JIGSAW E DE EXPERIMENTOS SENSORIAIS NO ENSINO DE  
ÁCIDOS E BASES NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em ensino de ciências e matemática. Área de concentração: ensino de química.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisele Simone Lopes.  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Isaías Batista De Lima  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônio Carlos Magalhaes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



“Nossos sentidos são a porta de entrada das informações presentes no ambiente.”

(Carolina Godinho)

## RESUMO

O método de aprendizagem cooperativa Jigsaw foi utilizado neste trabalho como estratégia de ensino com o objetivo de unir os preceitos da atividade cooperativa, que auxilia os alunos no desenvolvimento de habilidades interpessoais, interdependência positiva e responsabilidade individual, ao uso do poder motivador das aulas experimentais, que despertam a curiosidade e instigam os alunos ao processo investigativo. O método foi associado a experimentos sensoriais envolvendo os sentidos (paladar, olfato e visão) para o ensino do tema de ácidos e bases. A pesquisa foi realizada com alunos do ensino médio (3ª série) de uma escola da rede estadual de ensino em Maracanaú-CE. Para a validação do método, foram utilizados dois questionários semiestruturados, um para analisar as contribuições da aula no modelo proposto para a aprendizagem do tema ácidos e bases, e outro para analisar a aceitação do método, no qual os alunos expõem suas percepções sobre a influência do trabalho cooperativo em sua aprendizagem, organização e relevância das etapas, recursos didáticos utilizados e tema abordado. Os resultados observados mostram que a aula proposta provocou avanços significativos na aquisição, pelos alunos, dos saberes relacionados ao tema abordado e que foi muito bem aceito, inclusive reduzindo a resistência dos alunos para a realização de atividades de leitura. Portanto, conclui-se que aliar diferentes métodos didáticos ao processo de ensino e aprendizagem pode resultar em um importante instrumento de estímulo à aprendizagem dos alunos, com potencial para abrigar as diversas formas do aluno aprender.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Método Jigsaw. Ácidos e Bases.

## ABSTRACT

Aiming to connect the precepts of cooperative activity that assists students in the development of interpersonal skills, positive interdependence, individual responsibility, as well as the use of the motivating power of the experimental classes that arouse curiosity and instigate the students to the investigative process, is that it proposes to application of a teaching strategy that makes use of the cooperative learning method jigsaw, associated to sensory experiments involving the senses (taste, smell and vision). The research is carried out with high school students (3rd grade) from a state school in Maracanaú-CE, on the subject of acids and bases. For the validation of the method will be used two semistructured questionnaires, one to analyze the contributions of the class in the proposed model to the learning of the subject acids and bases and another to analyze acceptance of the method, where the students expose their perceptions about the influence of the cooperative work in their learning, organization and relevance of the stages, didactic resources used and the topic addressed. The observed results show that the proposed class caused significant advances in the acquisition of knowledge by the students, about the theme addressed, and was very well accepted, including reducing the resistance of students to perform reading activities. Therefore, it is concluded that combining different didactic methods with the teaching and learning process can result in an important instrument for stimulating students' learning, with potential to accommodate the various forms of student learning.

**Keywords:** Teaching of Chemistry. Jigsaw Method. Acids and Bases.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem Jigsaw .....	20
<b>Figura 2 -</b>	Acertos por aluno obtidos da aplicação do questionário I antes e depois da aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais .....	47
<b>Figura 3 -</b>	Acertos por questão – Questionário I .....	48
<b>Figura 4 -</b>	Acertos por questão – Turma de referência – Questionário I .....	50
<b>Figura 5 -</b>	Quantidade de acertos da turma por sessão conceitual – Questionário I .....	52
<b>Figura 6 -</b>	Evolução percentual de acertos por sessão conceitual – Questionário I .....	52
<b>Figura 7 -</b>	Respostas dos alunos às questões 1 e 2 do questionário II .....	54
<b>Figura 8 -</b>	Respostas dos alunos à questão 3 - Avaliação das contribuições do grupo de especialistas – Questionário II .....	55
<b>Figura 9 -</b>	Respostas dos alunos às questões 04, 05 e 06 - Avaliação dos recursos didáticos utilizados e tema abordado – Questionário II .....	57
<b>Figura 10 -</b>	Respostas dos alunos a questão 07 - Aceitação do Método Jigsaw associado a experimentos sensoriais – Questionário II .....	58
<b>Figura 11 -</b>	Principais pontos abordados nas justificativas dos alunos favoráveis ao método jigsaw – Questionário II .....	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Lista dos títulos dos periódicos selecionados na 2ª etapa do tópico 3.2 .....	29
<b>Tabela 2</b> - Classificação dos periódicos de acordo com o tipo de publicação, proposta de ensino e finalidade específica .....	30
<b>Tabela 3</b> - Lista dos títulos dos periódicos selecionados na 2ª etapa do tópico 4.2 ....	38
<b>Tabela 4</b> - Classificação dos periódicos de acordo com o tipo de publicação, sentido (paladar, audição, visão, tato e olfato) trabalhado, utilização de experimentos, uso de materiais de baixo custo que facilitem a replicabilidade dos experimentos e por fim se aplicação do experimento aborda os conceitos químicos por meio das sensações .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Aprendizagem Cooperativa
TGT	<i>Teams Games Tournament</i>
STAD	<i>Student Teams Achievement Division</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	15
<b>3</b>	<b>MÉTODO JIGSAW COMO FERRAMENTA DE ENSINO</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>Breve Histórico da Aprendizagem cooperativa (AC)</b> .....	16
<b>3.2</b>	<b>Aprendizagem cooperativa (AC) no ensino</b> .....	18
<b>3.3</b>	<b>Método jigsaw no ensino</b> .....	19
<b>4</b>	<b>TEMA ÁCIDOS E BASES NO ENSINO DE QUÍMICA</b> .....	24
<b>4.1</b>	<b>Teorias sobre ácidos e bases abordadas no ensino médio</b> .....	24
4.1.1	<i>Teoria de Arrhenius sobre ácidos e bases</i> .....	24
4.1.2	<i>Teoria de Bronsted-Lowry sobre ácidos e bases</i> .....	26
4.1.3	<i>Teoria de Lewis sobre ácidos e bases</i> .....	28
<b>4.2</b>	<b>Panorama nacional das pesquisas sobre o ensino de ácidos e bases no ensino médio</b> .....	28
<b>5</b>	<b>OS SENTIDOS (PALADAR, OLFATO E VISÃO)</b> .....	33
<b>5.1</b>	<b>As relações entre as sensações de sabor, cheiro, cor e o nosso corpo</b> .....	33
<b>5.2</b>	<b>Situação das pesquisas sobre ensino de química através dos sentidos</b> .....	37
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	41
<b>6.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b> .....	41
<b>6.2</b>	<b>Delimitações do grupo de estudo</b> .....	41
<b>6.3</b>	<b>Preparações para a aplicação da estratégia de ensino</b> .....	42
<b>6.4</b>	<b>Aplicação das aulas jigsaw associadas a experimentos sensoriais</b> .....	44
6.4.1	<i>Avaliação da aquisição de saberes dos alunos sobre o tema ácidos e bases</i> .....	46
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	47
<b>7.1</b>	<b>Análise das contribuições da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais na aprendizagem do tema ácidos e bases</b> .....	47
7.1.1	<i>Comparação entre o saber prévio dos alunos sobre o tema ácidos e bases e após a aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais</i> .....	47

7.1.2	<i>Comparação do avanço do saber dos alunos sobre o tema ácidos e bases – Turma teste x turma de referencia .....</i>	50
7.1.3	<i>Análise dos dados do questionário I por seção conceitual da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais .....</i>	51
<b>7.2</b>	<b>Aceitação dos alunos no uso do método jigsaw e de experimentos sensoriais na aprendizagem .....</b>	<b>53</b>
7.2.1	<i>Percepções dos alunos sobre a influência do trabalho cooperativo na aprendizagem .....</i>	54
7.2.2	<i>Percepções dos alunos sobre os recursos didáticos utilizados e tema abordado .....</i>	56
7.2.3	<i>Aceitação dos alunos sobre o método jigsaw de aprendizagem colaborativa ..</i>	57
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO I .....</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO II .....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO E SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE D - MATERIAL DE APOIO (CONCEITOS INICIAIS) .....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE E - MATERIAL DE APOIO (SABOR) .....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE F - MATERIAL DE APOIO (OLFATO) .....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE G - MATERIAL DE APOIO (VISÃO) .....</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE H - EXPERIMENTO I (SABOR) .....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE I - EXPERIMENTO II (OLFATO) .....</b>	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE J - EXPERIMENTO III (VISÃO) .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os professores da área de ciências, na apresentação da disciplina e suas propostas, são frequentemente abordados por seus alunos com perguntas do tipo: “Vamos fazer uma bomba?”, “Algo vai explodir?”, “Vai pegar fogo?”, etc. Por razões claras como segurança ou ausência de recursos, a resposta mais comum oferecida pelos professores é: “Não”. Assim, os alunos esperançosos acabam sempre frustrados com a resposta, pois assumem, a partir daí, que terão aulas monótonas (SOARES; SILVA; BENITE, 2011).

Esse pensamento provavelmente se deve ao fato como abordamos essa área no ensino médio, entendendo a Química como uma ciência que se dedica a estudar a matéria, através da compreensão e esclarecimento da composição dos meios materiais e as energias envolvidas em suas transformações, possibilitando que possamos interligá-la a conhecimentos de outras áreas para entender os mais diversos fenômenos e seus contextos, suas dinâmicas e os impactos em suas alterações. Para tal, é necessário recorrermos constantemente a recursos como conceitos, leis e equações. É possível, neste momento, na forma como abordamos esses aspectos técnicos, que estejamos corroborando para a visão comum compartilhada por alunos de ensino médio de que a Química é uma disciplina complicada (OLIVEIRA, 2014).

Considerando as transformações ocorridas em nossa sociedade nas últimas décadas e suas influências em nossa rotina diária, logo percebemos que nossos alunos estão imersos em um ambiente completamente diferente daquele no qual nós aprendemos ciências. Isso pode ser percebido em um ambiente escolar, por exemplo, quando por vezes são os alunos a nos ajudar quando temos dificuldades com os materiais como notebook, projetor e smartphone sem, contudo, compreender os saberes químicos envolvidos na construção e funcionamento de tais equipamentos. Desse modo, segundo Costa (2010, p. 100):

A cada período percebemos o desenvolvimento tecnológico, por isso não é concebível que a escola não esteja em sintonia com essa difusão. Ela é um ambiente proporcionador de discussão, reflexão, construção e troca de conhecimento. Neste espaço, a aprendizagem se efetiva a partir do engajamento de todos que a compõem: gestor, equipe pedagógica e técnica, professores, alunos e comunidade. Os anseios sociais, os avanços tecnológicos, as temáticas cotidianas não podem ficar fora dos muros das escolas; essas devem estar abertas às aspirações atuais.

Assim, os educadores precisam estar constantemente refletindo sobre sua prática pedagógica, sua finalidade e o contexto no qual estão inseridos, aproveitando para evidenciar os conteúdos de seu campo de saber envolvidos e explicitar seu papel para os alunos.

Nesse sentido, se refletirmos, por exemplo, por que os alunos têm tanta expectativa sobre as aulas experimentais de química, como citado no início deste capítulo, encontramos na literatura que esse comportamento acontece por termos, segundo Santos e Santos-Granero (2006, p. 97), “(...) tradição ocidental, na qual os sentidos constituem a dimensão “fisiológica” da percepção. Só podemos conhecer, afirma-se, por meio do corpo e dos sentidos: visão, audição, olfato, tato e paladar”.

Com isso, ressaltamos um ponto relevante, que é o fato de ser primeiramente através dos sentidos que entramos em contato com o mundo. Assim, as sensações são extremamente importantes para que isso seja possível, pois é a partir delas que formamos nossas percepções de mundo, percepções essas que influenciarão diretamente na compreensão que um indivíduo terá sobre fenômenos naturais, e que nós professores de ciências teremos a responsabilidade de contribuir positivamente para a facilitação desse processo.

Outro aspecto que reforça o encantamento dos alunos por experiências envolvendo combustão se deve ao fato de evidenciarem reações que são vistas facilmente a olho nu, por serem de caráter imediato (SOARES; SILVA; BENITE, 2011). Isso condiz com a urgência que nossos jovens têm pela informação, mas que nem sempre é possível satisfazer, haja vista que a compreensão de alguns fenômenos acontece por etapas e, por vezes, necessita de mais tempo e empenho dos alunos. Para que persista a empolgação inicial com o experimento, sugere-se que a utilização de experimentos que chamem a atenção dos alunos seja associada a um método de ensino estruturado, que mantenha uma participação ativa dos alunos em sua construção de conhecimento, possibilitando a socialização dos alunos e favorecendo a associação com atividades que despertem uma identificação (experimental ou não), para que não ocorra uma nova frustração dos alunos com a aula.

Com base nessa perspectiva, os trabalhos dos autores David e Roger Johnson (1999) sobre a Aprendizagem Cooperativa (AC) oferecem estratégias variadas sobre a perspectiva do trabalho cooperativo, que se baseia no estudo em grupos cooperativos para metas coletivas. Essa prática (AC) é fundamentada no processo de aprendizagem que possibilita a troca de informações entre os estudantes em atividades grupais, onde esses são colaboradores da sua própria aprendizagem, além de contribuírem com a aprendizagem dos outros integrantes da classe, caracterizando parceria e ajuda mútua, objetivando a aquisição de conhecimentos acerca de um determinado tema (JOHNSON et al., 1999).

Sendo assim, a AC revela-se uma metodologia adequada para se lidar com as dificuldades apontadas anteriormente, uma vez que pode ser utilizada em associação com outros métodos, como a atividade experimental, que pode tornar a participação dos alunos

ativa durante todo o processo, além de promover a socialização das informações entre os discentes e, portanto, de fundamental importância no desenvolvimento de habilidades sociais e para construção do conhecimento, como sugerem Fatoreli et al. (2010, p. 161):

Se pararmos para recordar as situações nas quais adquirimos conhecimento, facilmente perceberemos que grande parte delas envolve outras pessoas, como familiares ou amigos. Ao percebermos isso, possivelmente concordaremos com a relevância da frase “não se aprende sozinho”.

O trabalho de ação/reflexão sobre a prática pedagógica não é uma atividade tão simples e requer muita dedicação, recurso, leitura e tempo do professor. Desse modo, entendemos que o desenvolvimento de novas estratégias e abordagens de ensino é necessário para superar os desafios do processo de ensino/aprendizagem.

É na tentativa de construir uma ferramenta a mais para auxiliar professores e minimizar os desafios de se ensinar química, que apresentamos este trabalho, no qual daremos ênfase ao método de AC Jigsaw ou quebra cabeça, pois está relacionado ao fato de que cada célula do grupo cooperativo precisa unir as informações de seus membros para compreender completamente o conteúdo/assunto abordado. Esse método tem sido um dos métodos de AC mais utilizado, como ressaltaremos nos próximos tópicos deste trabalho, e ganhou destaque por estar frequentemente relacionado à melhoria do desempenho dos alunos (TEODORO, 2011). Assim, propomos utilizar uma estratégia de ensino que associa o método jigsaw de aprendizagem cooperativa à utilização de experimentos, envolvendo os sentidos para a abordagem de conteúdos temáticos da área de ciência.

Os experimentos envolvem os sentidos olfato, visão e paladar e foram inspirados nas pesquisas desenvolvidas pelos autores Vidal e Melo (2013), Soares, Silva e Benite (2011), Teodoro (2011) e Oliveira (2014) na construção de experimentos que utilizam material de fácil obtenção e que fazem parte do nosso cotidiano, tais como limão, alho, *Compact Disc* (CD) etc. Além disso, são de fácil reprodução para os educadores que se interessarem em replicar as atividades propostas.

Este trabalho resultou em um manual que orienta professores de ciências na replicação ou adaptação da estratégia aqui apresentada, na abordagem de qualquer temática da área de ciências, uma vez que devemos levar em consideração que o ensino de ciências deve estar vinculado às questões sociais e contextuais do cotidiano do aluno, como inclusive já é previsto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2017). Contudo, para evitar que a proposta pareça muito ampla ou vaga, optou-se por utilizar um tema específico.



O tema selecionado para a abordagem foi de ácidos e bases, por tratar de conteúdos muito frequentes em exames de ingresso em universidades, como ENEM e vestibulares, além de contemplar assuntos pertinentes às três séries do ensino médio da rede estadual de ensino, como segue: 1ª série – funções inorgânicas; 2ª série – equilíbrio químico; e 3ª série – características/comportamento das substâncias orgânicas.

Assim, a questão de pesquisa que orienta este trabalho é: “O método jigsaw associado a experimentos envolvendo os sentidos pode melhorar o ensino e a aprendizagem em química no ensino de ácidos e bases?”.

Nessa perspectiva, colocamos em funcionamento uma atividade didática pautada nos preceitos de aprendizagem cooperativa (formato Jigsaw), associada a experimentos envolvendo os órgãos dos sentidos (paladar, olfato e visão), na abordagem do tema ácidos e bases em uma turma de alunos do ensino médio (3ª série) na escola Flávio Ponte.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Identificar o potencial pedagógico do uso do método cooperativo de aprendizagem jigsaw associado a experimentos envolvendo os órgãos dos sentidos (paladar, olfato e visão), para estimular e reforçar a leitura dos textos que serão utilizados como suporte teórico sobre a temática dos ácidos e bases na disciplina de química do ensino médio.

### 2.2 Objetivos específicos

- Compreender os pressupostos teóricos da aprendizagem cooperativa;
- Compreender os pressupostos didáticos do método Jigsaw;
- Conhecer os saberes que os alunos têm dos conteúdos de ácidos e bases;
- Compreender qual a percepção que os alunos têm acerca do ensino de Química;
- Utilizar experimentos sensoriais como motivador de aprendizagem para a temática ácidos e bases;
- Elaborar um guia didático acerca do uso do método jigsaw associado com experimentos sensoriais sobre o conteúdo de ácidos e bases.

### **3 MÉTODO JIGSAW COMO FERRAMENTA DE ENSINO**

Este capítulo tratará dos pressupostos teóricos da aprendizagem cooperativa e nele se discutirá como utilizar o método Jigsaw e seus pressupostos cognitivos, ou seja, os saberes de fronteira desenvolvidos para além da mera aprendizagem do conteúdo que se propõe a mediar a aprendizagem.

#### **3.1 Breve Histórico da Aprendizagem cooperativa (AC)**

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas acerca da criação de métodos de aprendizagem cooperativa. Para Kutnick (1990), os métodos de trabalho cooperativo, devem considerar o tipo de interação entre os membros do grupo, pois caso a relação entre os mesmos desperte inibição, dominação ou controle, seja do professor ou de outros integrantes do grupo que sejam autoritários, a cooperação entre os pares não será estabelecida de forma eficiente. Por outro lado Cohen (1994), acredita que o ponto mais importante dos métodos de aprendizagem cooperativa esteja no tamanho dos grupos que iram cooperar para resolução de atividade coletiva, sendo grupos menores os mais favorecidos uma vez que oportuniza uma participação mais efetiva de cada membro do grupo. Defende também que deste modo os alunos tendem a realizar as atividades sem a necessidade da supervisão direta do orientador/professor.

Na tentativa de entender a influencia do trabalho cooperativo na aprendizagem Slavin (1987), dividiu os métodos cooperativos em duas principais vertentes teóricas: a do desenvolvimento, que se norteia nas teorias piagetiana (PIAGET, 1926) e vygotskiana (VYGOTSKY, 1978), e a da motivação. Deste modo, propõe uma teoria que atrela as duas vertentes, e reforça que o grupo exerce influência no aprendizado individual, pois estimula cada integrante da equipe a dar suporte aos demais, favorecendo a discussão, ação e reflexa.

Na vertente do desenvolvimento temos que, as atividades coletivas que produzem interação entre os alunos influem no aprendizado, por gerarem conflitos cognitivos, propiciando a construção de pensamentos mais elaborados. Já do ponto de vista da motivação, os grupos são estimulados a trabalhar no desenvolvimento individual de seus membros, pois tal ação impacta direta e positivamente na conquista das metas coletivas, sendo assim, cada grupo estabelece uma relação com regras bem definidas, favorecendo ações que facilitam atingir os objetivos. Deste modo, o grupo é recompensado quando desenvolvimento individual de cada um dos participantes é atingido, sendo então essencial que o aprendizado

coletivo seja estímulos para melhoria do aprendizado, fato esse que não se faz necessário na vertente teórica do desenvolvimento.

Ainda segundo Slavin (1987), cada perspectiva sobre o aprendizado colaborativo fundamentasse em um ponto de partida diferente, sendo o foco da vertente do desenvolvimento, a qualidade das relações estabelecidas entre os membros do grupo que realizam uma tarefa cooperativa, pois são os conflitos cognitivos gerados pelo desequilíbrio promovido por essas relações que permitiram a formação de um pensamento mais elaborado. Enquanto que do ponto de vista dos adeptos da motivação, o foco está nas estruturas estabelecidas por cada grupo para obtenção de suas recompensas coletivas. Embora sejam grandes as diferenças, quanto ao foco de promoção da aprendizagem nessas duas proposições teóricas de aprendizado colaborativo, isso não implica dizer que não possam se complementar em determinadas situações. Sendo assim o autor conclui ainda que as pesquisas pautadas nos fundamentos do desenvolvimento, indicam que a aprendizagem acontece quando membros do grupo entram em discordância, ou seja, divergem de opinião e conseguem chegar a um consenso. Assim a divergência entre as diferentes concepções de aprendizagem cooperativa pode levar a uma maior compreensão dos processos de aprendizagem, que são muito relevantes, mas se escondem por trás da eficiência dos métodos cooperativos em melhorar o desempenho dos educandos.

A realização de atividades em grupo, para execução de tarefas em sala pode gerar um aprendizado necessário para os alunos, que a partir da interação entre seus pares desperta maior interesse em participar das investigações coletivas. São muitos os métodos de aprendizagem cooperativa e provavelmente o uso de um desses métodos, leve a utilização de outros, assim os professores podem utilizar vários modelos afim de encontrar aquele que melhor atende a seu objetivo de ensino, ou até mesmo, associar diferentes métodos nessa busca. É nessa perspectiva que se propõe neste trabalho investigar as competências que podem ser desenvolvidas a partir do estudo dos métodos cooperativos de Aronson e Patnoe (1997), em conjunção com trabalhos realizados na linha de desenvolvimento, como é o caso de Perret-Clermont (1980).

Para Aronson e Patnoe (1997) o método Jigsaw, fundamenta-se na proposição teórica motivacional. Onde o conteúdo é realizado em pequenos grupos de estudos. Consistindo em entregar para os estudantes fragmentos do conteúdo a ser estudado, de forma que cada fragmento tenha sentido quando estudado de forma isolada, assim cada membro do grupo original recebe um destes fragmentos e é direcionado, a estudar e debater as informações do texto, com um novo grupo de estudantes, formados por alunos de outros

grupos que receberam o mesmo fragmento do conteúdo. Após esta etapa, os estudantes retornam para seus respectivos grupos originais e socializam os conhecimentos adquiridos com os demais integrantes, essa integração dos conhecimentos, permite assim que todos os estudantes tenham acesso ao conteúdo na íntegra, o que possibilita ao final dos estudos que a aprendizagem de todos os alunos possa ser avaliada individualmente.

### **3.2 Aprendizagem cooperativa (AC) no ensino**

A aprendizagem cooperativa (AC) tem sido amplamente divulgada e grandes contribuições para essa divulgação são atribuídas aos autores David Johnson e Roger Johnson (1999). Desde então, podem ser encontrados diversos trabalhos publicados em periódicos que investigam essa prática (BARBOSA; JÓFILI, 2004; TEODORO, 2011; GOMES, 2017; FATARELI et al., 2010).

Considerando as referências teóricas apresentadas pelos irmãos David Johnson e Roger Johnson (1999), algumas condições são necessárias para que a atividade colaborativa seja produtiva e funcional, como, por exemplo:

- I. Habilidades interpessoais: capacidade de comunicação, confiança, aspectos de liderança, poder de decisão e habilidade na mediação de conflitos;
- II. Processamento grupal: verificações regulares e periódicas do desempenho do grupo e do avanço nas aprendizagens;
- III. Interdependência positiva: o compartilhamento da responsabilidade sobre as atividades do grupo em que cada membro corrobora com as atividades do outro;
- IV. Responsabilidade individual: os integrantes são responsáveis por sua própria aprendizagem, porém também participam ativamente da aprendizagem do outro;
- V. Interação olho-a-olho: interação com os membros do grupo na execução das atividades coletivas, permitindo que o grupo alcance as metas estabelecidas.

Estabelecendo-se essas condições, é possível organizar e planejar as atividades cooperativas. Divididos em pequenos grupos, os alunos irão desenvolver suas atividades que podem ter durações variadas, a depender da atividade planejada. Ressalta-se que o ponto mais importante da atividade é a melhoria do aprendizado individual e coletivo. Outro ponto importante é o de se trabalhar com uma atividade que envolva a resolução de problemas, bem como atividades descritivas de ambientes ou situações (JOHNSON, 1999).

A aprendizagem cooperativa permite o desenvolvimento de atividades muito diversificadas. Dessa forma, muitos métodos de aplicação baseados nos preceitos da

aprendizagem cooperativa foram surgindo ao longo dos anos sendo, portanto, objetos de extensa investigação (COCHITO, 2004). Dentre os métodos de AC, destacam-se: o TGT (*Teams-Games-Tournament*), o STAD (*Student Teams Achievement Division*) e o jigsaw.

O método jigsaw em associação a atividades experimentais foi escolhido para a realização deste trabalho, pois, além dos benefícios adquiridos pelos componentes do trabalho cooperativo, o método Jigsaw tem sido utilizado com sucesso em parceria com outras técnicas, conforme relatado na literatura (BARBOSA; JÓFILI, 2004; GOMES, 2017; FATARELI et al, 2010). Outro importante ponto a ser destacado é que o jigsaw tem sido apontado como método capaz de promover uma postura mais ativa dos alunos, bem como associar as atividades a ganhos em habilidades interpessoais (JOHNSON; JOHNSON, 1975; COCHITO, 2004; BARBOSA e JÓFILI, 2004).

### **3.3 Método jigsaw no ensino**

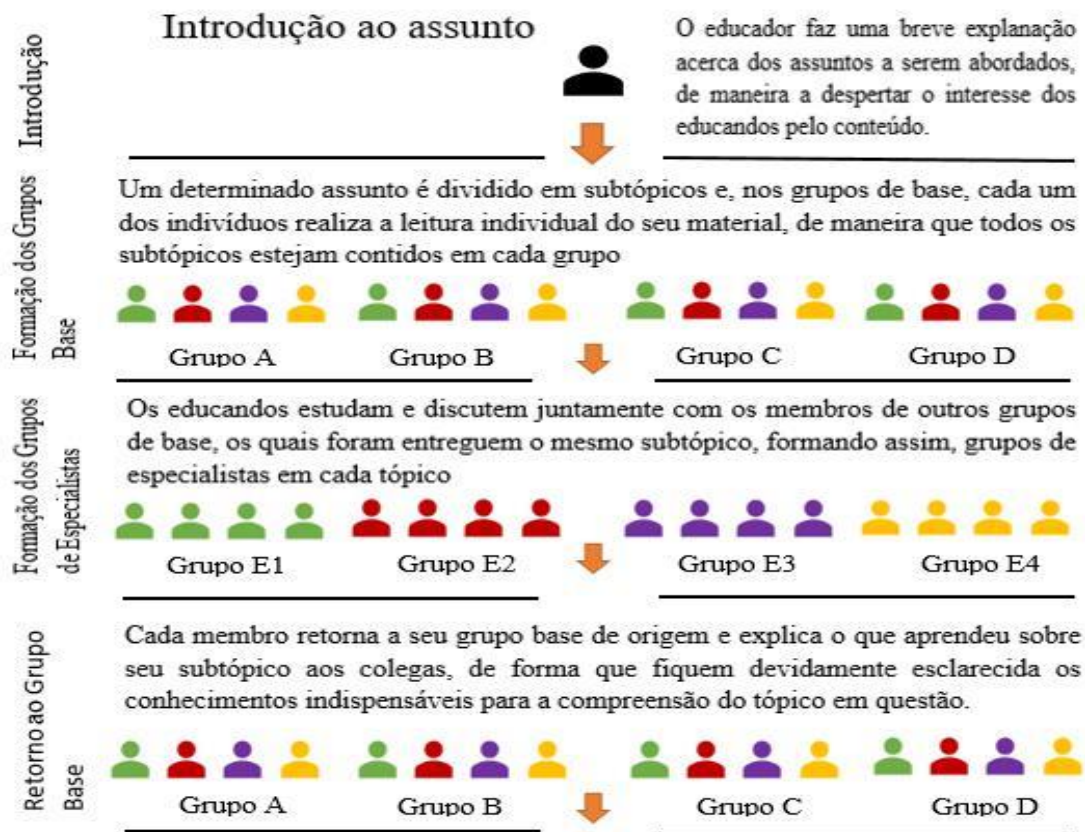
A abordagem de ensino cooperativo jigsaw foi desenvolvida por Elliot Aronson (1978) e segue as fundamentações dos irmãos Johnson (1975). Essa abordagem caracteriza-se por um conjunto de procedimentos criados de forma a construir um ambiente de estudo em que todos os aprendizes são valorizados, procurando-se eliminar aspectos indesejáveis, tal como a competição excessiva entre os participantes.

Segundo a abordagem inicial do método, há quatro estágios genéricos:

1. Introdução: Momento em que o docente irá organizar os grupos de base, apresentar os suportes teóricos e esclarecer os procedimentos para que os estudantes possam entender melhor cada tópico que será trabalhado;
2. Exploração: Os estudantes se reorganizam em outros grupos, chamados de grupos de especialistas (formados a partir de componentes dos grupos de base que possuam o mesmo tópico), para estudar os temas estabelecidos a eles, em maior profundidade. Nessa fase, o professor deve utilizar ferramentas para incentivar a interação entre os alunos;
3. Relato e transformação: Os estudantes voltam ao grupo original (grupo de base) para explicar seu tópico, estudado no grupo de especialistas, para os companheiros. Deve-se entender primeiro as partes, para ter uma compreensão melhor do todo;
4. Integração e avaliação: O que foi obtido pelos alunos em grupos pequenos (especialistas) é integrado com as outras pessoas envolvidas no ambiente de

estudo. O resultado é então avaliado, não havendo um padrão de avaliação, ficando esta fica a critério do professor (COCHITO, 2004; ARONSON; PATNOE, 1997).

**Figura 1** - Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem Jigsaw



Fonte: Adaptação de Fatareli et al.

O simples desenvolvimento de atividades coletivas não configura a aplicação da aprendizagem cooperativa. De acordo com o trabalho relatado por Aronson e Patnoe (1997), é possível evidenciar que caso os grupos não sejam acompanhados, no sentido de serem organizados e motivados, o objetivo inicial de se melhorar o aprendizado não é cumprido, tornando a atividade sem sentido do ponto de vista educacional. Para motivar a formação dos grupos, o docente deve planejar atividades que coloquem os alunos em situações em que a cooperação seja a solução mais efetiva para a resolução de um problema. Dessa forma, cada membro do grupo passa a perceber o outro não como um concorrente, mas como um colega com o qual pode aprender e ensinar. Outro ponto interessante é que o método jigsaw é bastante funcional na promoção da socialização coletiva dos alunos (ARONSON; PATNOE

1997).

O modelo de aula no formato Jigsaw confere grandes modificações se comparado ao modelo tradicional (aula expositiva – transmissão/recepção), pois possibilita, por exemplo, que se tenha em sala não apenas um especialista que, no caso, seria o professor, mas vários, uma vez que os alunos se tornaram especialistas de uma parte do assunto e dividiram a responsabilidade de difundir esse conhecimento aos demais colegas, sempre sob a orientação e supervisão do professor, permitindo, assim, que os alunos percebam que o conhecimento não está restrito à figura do docente.

Alguns fatores são importantes para atingirmos esses objetivos, como citados por Aronson e Patnoe (1997). Entre eles, temos que o ambiente de aprendizagem criado deve deixar claro que, para se atingir a meta estabelecida, a disputa individual é desfavorável. Além disso, eles também enfatizam que é fundamental que os alunos percebam que, para terem êxito, eles devem ter um ambiente cooperativo. Dessa forma, todos os participantes podem contribuir para que seus colegas tenham oportunidade de aprender.

Temos, assim, que o sucesso em um ambiente cooperativo é uma consequência da atenção dedicada ao próximo, em momentos de aprendizagem, com perguntas interessantes, ou em momentos de compartilhamento quando se está ensinando.

Os requisitos exigidos para a aplicação do método jigsaw são habilidade em leitura e interpretação de conceitos, o que favorece sua utilização por um público-alvo de grande amplitude e podem, por exemplo, ser aplicados tanto a crianças como a adultos (ARONSON et al., 1978).

Na utilização do método jigsaw, é feito uso de matéria textual que serve de suporte teórico aos discentes. O mesmo é preparado, partindo da divisão do conteúdo, em subtópicos a serem distribuídos aos grupos de especialistas. Porém, é importante salientar que essa é uma etapa crucial, pois o método jigsaw torna-se ineficaz quando utilizado com materiais que só podem ser corretamente compreendidos quando lidos em sequência, ou seja, a escolha adequada dos subtópicos e consequente adequação de seus materiais textuais, de modo que possam ser compreendidos de forma independente dos demais, é essencial para o sucesso de sua aplicação (ARONSON; PATNOE, 1997).

Por ser um método dividido em etapas, é importante que o docente se atenha às delimitações de tempo, previamente planejadas, de forma a assegurar a execução de todas as etapas de maneira adequada. Sendo assim, para nortear o professor na correta distribuição do tempo das atividades, é que se sugere o proposto por Aronson e Patnoe (1997, p.78),



Os grupos especialistas devem ocupar um terço do tempo destinado para aplicação do método (por exemplo, se o tempo for uma hora, vinte minutos são usados para o grupo especialista), o restante deve ser destinado às discussões nos grupos de base e avaliações.

O grupo de especialistas funciona de maneira independente ao grupo base, ou seja, seus membros agora irão interagir à luz de uma fração do conteúdo a ser estudado e para isso deverão ler, discutir, interpretar conceitos e definir a melhor maneira de expor o conteúdo aprendido aos demais grupos. Para isso, terão que pensar em conjunto, usando bons exemplos que facilitem a exposição do conteúdo e, nesse momento, eles podem recorrer ao professor através de perguntas, tanto sobre o conteúdo em si, para que tenham segurança sobre o aprendido, como também sobre a adequação de suas apresentações. Afinal, é importante lembrar que, até então, essa era uma atribuição reservada apenas ao professor. Portanto, é natural que muitos alunos se sintam inseguros ou acanhados na hora da apresentação e, por esse motivo, é importante que um líder seja escolhido em cada grupo, para mediar todas as atividades.

Durante a supervisão das atividades, o professor deve ter o cuidado de não fornecer respostas prontas, mas sim os elementos necessários para que os alunos encontrem suas respostas. Dessa maneira, o professor assume um papel de orientador da aprendizagem. No acompanhamento das atividades, podem surgir momentos em que seja difícil atender a todos os grupos, então o professor pode aproveitá-los para validar o papel dos líderes, ao se dirigir diretamente a eles na organização das atividades e questionamentos. Assim, as atribuições do líder serão mais bem compreendidas pelos demais membros do grupo, e ficará claro para os líderes que eles têm de dar suporte ao professor. Portanto, o líder terá papel essencial e, por esse motivo, o professor deve ressaltar sua importância sempre que possível.

Por exemplo, na mediação de conflitos do grupo, o professor o deverá fazê-lo por intermédio do líder, dando-lhe as orientações necessárias para que ele possa fazer o próprio grupo encontrar uma solução para superar o problema (ARONSON; PATNOE, 1997).

A utilização do método jigsaw quebra as barreiras do método tradicional (transmissão/recepção) de ensino e descentraliza o conhecimento, tornando a aprendizagem mais acessível, uma vez que se percebe que pode ser realizada também entre seus pares, além de estimular uma participação mais ativa dos estudantes na construção do seu próprio conhecimento. No entanto, o professor pode enfrentar certa resistência por parte dos alunos quanto à aplicação dessa estratégia de ensino cooperativo, em especial se aplicada de forma aleatória. No entanto, se realizada de forma objetiva, os resultados da utilização do método jigsaw são muito promissores, como aponta Aronson (2018),

[...] os estudantes que utilizaram o método expressaram menos preconceito e poucos estereótipos negativos, eram mais confiantes e reportaram gostar mais da escola que os estudantes das aulas tradicionais. Além disso, os estudantes eram mais assíduos e demonstraram grande melhoria acadêmica.

Os autores Barbosa e Jófili (2004) e Fatareli et al. (2010) salientam que esse método é um dos mais utilizados, pois propicia a produção de um conhecimento mais aprimorado, porém sua utilização para estudos com química ainda é recente e existem poucos trabalhos publicados na literatura.

## 4 TEMA ÁCIDOS E BASES NO ENSINO DE QUÍMICA

Este capítulo apresenta uma revisão sobre as teorias de ácidos e bases abordadas no ensino médio, apontando seus aspectos e características. Realizamos uma breve investigação a respeito do panorama nacional das pesquisas sobre ácidos e bases no ensino de química do ensino médio.

### 4.1 Teorias sobre ácidos e bases abordadas no ensino médio

Um dos primeiros químicos que tentou explicar a razão de uma substância ser ácida foi Antoine Lavoisier, ao sugerir, em 1777, que o elemento químico oxigênio era essencial na composição dos ácidos. Assim, segundo essa proposição, todo ácido deveria ser constituído por oxigênio. Porém, em contraponto a essa teoria, Humphry Davy mostrou, em 1808, que o ácido clorídrico (HCl), que se ioniza quando em solução aquosa, liberando os íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), era formado somente pelos elementos químicos hidrogênio e cloro. O mesmo também foi observado em outros ácidos, como o ácido cianídrico (HCN) e sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), o que indicava que o elemento presente nos ácidos era o elemento hidrogênio (H) e não o oxigênio (O) (EBBING, 1998).

#### 4.1.1 Teoria de Arrhenius sobre ácidos e bases

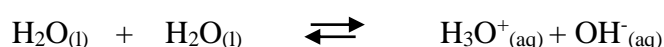
As contribuições dadas pelo trabalho do químico, físico e matemático sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) à ciência, continuam, mesmo após mais de um século, a ter grande relevância no estudo das propriedades e classificação das substâncias, sendo a teoria da dissociação eletrolítica seu trabalho mais relevante. Afinal, foi com esse trabalho que Arrhenius ganhou o Prêmio Nobel, como descreve Oliveira (2008, p.02):

Em 1887, Arrhenius introduziu a teoria de dissociação eletrolítica, com a qual foi ganhador do Prêmio Nobel em 1903. Ele relacionou as propriedades ácidas com o íon hidrogênio ( $\text{H}^+$ ); quanto maior a concentração de íons  $\text{H}^+$ , mais ácida a solução. Ácidos foram definidos como substâncias que poderiam produzir íons  $\text{H}^+$  em solução aquosa. Bases foram definidas analogamente como substâncias que poderiam produzir íons hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) em solução aquosa.

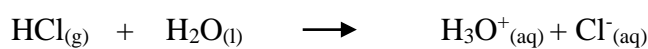
A forma atual de se interpretar o conceito de Arrhenius sobre os ácidos e bases, muito difundido nos livros didáticos do ensino médio, é considerar que os ácidos são substâncias que, quando dissolvidos em água, ionizam, elevando a concentração de íons

hidrônios ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) no meio aquoso, também representado, didaticamente, como  $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ . Enquanto as bases são substâncias que, dissolvidas em água, dissociam-se, elevando a concentração de íons hidroxila  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$  (PERUZZO; CANTO, 2009).

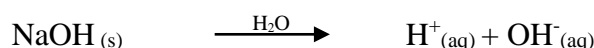
Como observado nessa teoria, a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tem papel fundamental para que possamos classificar as substâncias em ácidas e básicas, sendo também conhecida como Teoria da Solução Aquosa. Em solução aquosa, os íons hidrônio ( $\text{H}^+$ ) e hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) representam, respectivamente, o grupo funcional dos ácidos e das bases, sendo esses os responsáveis por suas propriedades como sabor, ação sobre indicadores, etc. Exercem também um efeito importante, que resulta da seguinte reação, segundo Ebbing (1998):



Dessa forma, a concentração dos íons no equilíbrio de autoionização da água sofre modificação quando há a adição de substâncias ácidas ou básicas, comportamento que explica a elevação da concentração de íons hidrônio na ionização dos ácidos em água, como o caso do ácido clorídrico na reação:

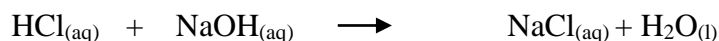


Ou o aumento da concentração dos íons hidróxido na dissociação das bases, como o caso do hidróxido de sódio na reação:



Assim, temos que, segundo esse modelo, a força dos ácidos será determinada através de sua constante de ionização, que indica a facilidade em formar os íons, sendo considerados fortes ácidos como:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HI, HBr, HCl e  $\text{HNO}_3$ . De maneira análoga, as bases têm sua força determinada por sua constante de dissociação. Temos como exemplos de bases fortes: NaOH, LiOH,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , etc.

Outro importante ponto na teoria de Arrhenius é a relação química exercida nas reações entre os ácidos e as bases, denominada reação de neutralização, em que íons hidrogênio do ácido reagem com íons hidróxido da base, formando água, como no exemplo do ácido clorídrico com o hidróxido de sódio na reação (OLIVEIRA, 2008):



O modelo proposto também nos permite entender o porquê de substâncias moleculares, como os ácidos, modificarem a condutibilidade elétrica das soluções quando

são diluídos em água.

Apesar de todas as contribuições feitas por esse modelo, o mesmo não se ajusta a certas situações, como na reação entre o ácido clorídrico e a amônia demonstradas por Ebbing (1998):



Por esse motivo, é necessário recorrer, muitas vezes, a uma teoria mais ampla, que possa abranger situações que não se encaixam na teoria proposta por Arrhenius que, além de se limitar a soluções aquosas, confere caráter básico exclusivamente ao íon  $\text{OH}^-$ , enquanto outras espécies químicas também exercem papel semelhante.

#### 4.1.2 Teoria de Bronsted-Lowry sobre ácidos e bases

Essa teoria também é conhecida como teoria protônica, por considerar as reações ácido/base como um mecanismo de transferência, doação e recepção de prótons, os íons  $\text{H}^+$ , que correspondem ao núcleo do isótopo mais comum do elemento hidrogênio e que, para evitar confusões com a teoria de Arrhenius, são chamados de prótons. Essa teoria foi proposta de forma independente, em 1923, pelo americano G. Lewis, o inglês T. Lowry e o dinamarquês J. Bronsted. No entanto, foi principalmente por meio dos trabalhos de Bronsted que a teoria ganhou grande repercussão e aceitação da comunidade científica (CHAGAS, 1998).

Com base nessa teoria, podemos definir que ácidos são substâncias (moléculas ou íons) que, em reações de transferência de prótons, são capazes de doar prótons, e bases são substâncias que, em reações de transferência de prótons, são capazes de receber prótons (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2015).

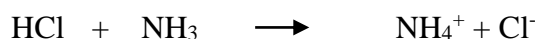
A teoria protônica também abrange ácidos e bases, já previstos na teoria de Arrhenius, além de incorporar uma nova gama de substâncias, como mostra a reação do ácido clorídrico com a água:



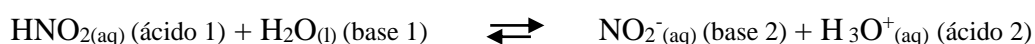
Nesse caso, observamos um doador de prótons (HCl), ácido em ambas as teorias, e um receptor de prótons ( $\text{H}_2\text{O}$ ), base na teoria protônica, mas não previstos pela teoria de Arrhenius. Também podemos constatar, por meio dessa reação entre o ácido clorídrico e a

água, o princípio-chave de funcionamento da teoria protônica, que é a transferência de prótons, no caso do ácido para a água.

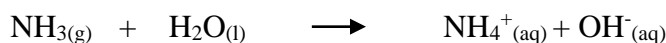
Com essa nova teoria, a limitação do meio aquoso é superada, pois pode ser aplicada a reações que ocorram em outros meios, como, por exemplo, na reação do ácido clorídrico em fase gasosa com a amônia, em que um próton é transferido do ácido HCl para a base NH<sub>3</sub>:



Ao considerarmos as reações em equilíbrio entre ácidos e bases, teremos outra implicação relevante do processo de transferência de prótons, descrito pela teoria protônica, que é a formação do par conjugado, pois a reação de transferência de prótons do ácido (doador), para a base (receptora) ocorrerá tanto na reação direta, como na reação inversa. Assim, tomando como exemplo a reação entre o ácido nitroso e a água (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2015):



Temos, assim, que o ácido 1 e a base 2, bem como a base 1 e o ácido 2, são exemplos pares ácido-base conjugados. Além disso, teremos também a ocorrência de substâncias que podem, em certas reações, comportar-se como ácido e em outras como uma base, sendo assim chamadas de anfipróticas ou anfóteras. Como exemplo, temos o caso da água, que se comporta como base na reação com o ácido clorídrico e como um ácido na reação com a amônia:



Como vimos, a teoria de Bronsted-Lowry tem um alcance bem maior que a teoria da solução aquosa proposta por Arrhenius; no entanto, também apresenta alguns problemas internos, como a restrição a reações de transferência de prótons H<sup>+</sup>, o que não se encaixa, por exemplo, na reação de caráter ácido-base que ocorre entre o óxido básico Na<sub>2</sub>O e o óxido ácido SO<sub>3</sub>, sem a presença do próton H<sup>+</sup>, como descrito por Ebbing (1998):



Sendo necessário, em casos mais específicos como esse, recorreremos a teorias mais amplas, como a teoria eletrônica proposta por Lewis.

#### 4.1.3 Teoria de Lewis sobre ácidos e bases

Ao propor a teoria do par eletrônico para explicar as ligações químicas, G. N. Lewis percebeu que o conceito de ácidos e bases poderia ser estendido a reações entre óxidos de caráter ácido e básico, bem como outras reações. Assim, propôs uma teoria para ácidos e bases, intitulada Teoria Eletrônica, que tem como princípio fundamental a doação e recepção de par eletrônico, o que amplia a classificação dos ácidos e bases bruscamente, pois, simplificadamente, retira o foco da transferência de partículas e o dirige ao conjunto de ligações (OLIVEIRA, 2008).

Tomando como base a teoria do par eletrônico, podemos considerar que ácidos são substâncias que, nas reações químicas, são receptoras de pares de elétrons e bases, substâncias que, nas reações químicas, são doadoras de pares de elétrons (EBBING, 1998). É importante inferir que todas as bases previstas nas teorias anteriores e que foram apresentadas aqui têm pares de elétrons livres, sendo assim consideradas doadoras de um par eletrônico (base de Lewis), ou seja, o número de substâncias básicas não sofre grandes alterações, pois o que é uma base de Bronsted-Lowry é também uma base de Lewis. No entanto, a base de Lewis pode doar um par de elétrons para espécies receptoras ácido de Lewis diferentes de  $H^+$ . Nesse caso, amplia bruscamente a quantidade de substâncias ácidas (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2015).

A ampliação dos conceitos de ácido e base propostos por Lewis traz muitos benefícios, que em especial favorecem o campo da química orgânica onde é aplicada, por exemplo, na investigação das propriedades básicas das aminas, mas também embute uma limitação que seria sua vasta abrangência, uma vez que pode tratar toda reação como uma reação de ácido e base (OLIVEIRA, 2008).

#### 4.2 Panorama nacional das pesquisas sobre o ensino de ácidos e bases no ensino médio

Neste tópico, analisaremos produções nacionais (artigos, monografias e dissertações) dos últimos 10 anos sobre o ensino de ácidos e bases no ensino médio. É necessário compreender a extensão das produções sobre o assunto para nortear a construção dos materiais de apoio e o posicionamento docente na aplicação da aula no formato jigsaw, associada a experimentos sensoriais no ensino de ácidos e bases. É importante lembrar que, embora nesta pesquisa tenha sido escolhido trabalhar com ácidos e bases, essa proposta pode ser estendida para os demais assuntos da química, bastando, para isso, uma adaptação a ser

realizada pelo docente que deseje replicá-la. Sendo assim, este tópico também exerce a função de orientar os docentes na seleção de suas temáticas.

A sistemática de busca dos periódicos foi baseada no trabalho de Teodoro (2011) e seguiu três etapas distintas, descritas da seguinte forma:

- I. Utilização dos mecanismos de busca (Google Acadêmico, Scielo e SBQ) em suas versões gratuitas, à procura de menções sobre ensino de ácidos e bases no ensino médio nos títulos ou palavras-chaves dos periódicos;
- II. Leitura dos resumos dos trabalhos pré-selecionados para seleção dos trabalhos que contiverem relação com assunto ácido e base voltados para o ensino de química no ensino médio;
- III. Leitura dos trabalhos selecionados e posterior classificação segundo os critérios: tipo de publicação, proposta de ensino e finalidade específica.

Na primeira etapa, utilizamos os filtros de busca: período (2008-2018), produções nacionais e busca por títulos. Além disso, foram utilizadas variações da palavra-chave “ensino de ácidos e bases”, sendo encontrados 21 trabalhos no total.

Assim, na segunda etapa de análise, que foi realizada com base na leitura dos resumos de todos os periódicos pré-selecionados na 1ª etapa para investigar os que têm aplicação em ensino de química e que são ou podem ser direcionados ao ensino médio, foram pré-selecionadas 10 publicações relevantes, listadas na tabela 1:

**Tabela 1** - Lista dos títulos dos periódicos selecionados na 2ª etapa do tópico 3.2

Nº DE REFERÊNCIA	TÍTULOS DAS PUBLICAÇÕES
1	A utilização do extrato da casca da jabuticaba ( <i>Myrciaria cauliflora</i> ) como alternativa de indicador natural para o ensino de ácidos e bases
2	Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos
3	O uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de química: estudo de caso a partir da inserção de uma <i>flexquest</i> off-line sobre ácidos e bases
4	O uso do <i>crocodile chemistry</i> como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases
5	Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico.
6	Sequência didática para o ensino de ácidos e bases: da experimentação ao jogo numa abordagem contextualizada
7	O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo



	indicador natural de pH como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases
8	Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da história da ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso
9	O tema da chuva ácida como estratégia para o ensino de ácidos e bases
10	História e filosofia da ciência: uma proposta didática para o ensino de ácidos e bases

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos trabalhos para compreendermos alguns de seus aspectos, o que possibilitou classificá-los de acordo com o tipo de publicação, proposta de ensino e finalidade específica, como mostra a tabela 2.

**Tabela 2** - Classificação dos periódicos de acordo com o tipo de publicação, proposta de ensino e finalidade específica

Nº DE REFERÊNCIA	TIPO DE PUBLICAÇÃO	PROPOSTA DE ENSINO	FINALIDADE ESPECÍFICA
1	Artigo apresentado em encontro científico	Experimental (aula prática)	Uso de indicador de pH no ensino de funções inorgânicas
2	Artigo publicado	Conceitual histórica e Experimental (aula prática)	Uso da abordagem histórica na elaboração e aplicação de aulas experimentais
3	Trabalho de conclusão de curso (TCC)	Flexquest	Uso Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) associada <i>webquest</i> como proposta de ensino.
4	Trabalho de conclusão de curso (TCC)	Proposta de didática com uso de objeto virtual de aprendizagem (OVA)	Uso da TIC <i>Crocodile Chemistry</i> como ferramenta para o ensino
5	Artigo publicado	Temática e Experimental (aula prática)	Uso da temática sabões associada a experimentos para a conscientização ambiental e ensino
6	Dissertação	Sequência didática	Uso de experimentos e jogos em abordagem contextualizada no ensino
7	Artigo publicado	Experimental (aula prática)	Discutir sobre o uso de um novo indicador de pH como recurso didático no ensino
8	Artigo publicado	Conceitual histórica e Experimental (em	Uso da abordagem histórica no ensino associada à experimentação

9	Trabalho de conclusão de curso (TCC)	ambiente virtual) Temática e Experimental (aula prática)	virtual Uso de experimentos relacionados à temática chuva ácida, no ensino
10	Artigo	Proposta didática	Uso da abordagem da história e filosofia da ciência (HFC), no ensino

\*Títulos dos periódicos na tabela 1

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O volume de produções encontradas sobre o tema investigado, bem como a análise das publicações fornecem um panorama nacional sobre o ensino de ácidos e bases e mostram uma clara preocupação dos docentes com a forma tradicional de ensino (transmissão/recepção), uma vez que todas as obras contêm críticas diretas ou indiretas ao ensino voltado para a memorização. Afinal, o ensino voltado para a memorização vai na contramão das orientações já previstas, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), como reforça Batista (2014, p.12):

[...] os PCN (BRASIL, 2002) refutam práticas tradicionais, que valorizam a memorização de informações, em que o estudante torna-se um sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem, não valorizando, então, seus conhecimentos prévios e, conseqüentemente, distantes da realidade sociocultural, política e econômica em que vivemos nos dias atuais.

Outro ponto que merece destaque é a preocupação com a significação da aprendizagem, observada na proposta de ensino de todos os trabalhos analisados, além da crítica que é feita pelos autores ao ensino desassociado da realidade dos alunos, ou seja, que não considera as relações socioculturais, o que torna o ensino menos significativo, como reforça Gondin (2016, p.11):

Nessa configuração, o ensino que ocorre centrado apenas na transferência do conhecimento limita o aprendizado e não observa a real necessidade do estudante, impedindo de certa forma a compreensão dos conceitos químicos. Essas limitações estão relacionadas com as dificuldades de abstração desses conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos, evitando assim o surgimento de concepções mais amplas a respeito do ensino de química, que relacionam o conhecimento de sala de aula com os acontecimentos do dia-a-dia.

Os dados apresentados neste projeto reforçam a proposta desta pesquisa de se trabalhar com experimentos, uma vez que 6 (ASSIS et al., 2012; BELLETTATO, 2012; DANTAS FILHO; SILVA; COSTA, 2016; PENAFORTE; SANTOS, 2014; SILVA;

SANTIAGO, 2012; TEIXEIRA, 2016) dos 10 periódicos utilizam e comprovam a eficiência dessa estratégia e de se trabalhar com o método jigsaw associado a experimentos sensoriais. E 7 (BELLETTATO, 2012; BATISTA, 2014; COSTA, 2016; DANTAS FILHO; SILVA; COSTA, GONDIN, 2016; SILVA; SANTIAGO, 2012; TEIXEIRA, 2016) dos 10 periódicos propõem uma associação de estratégias de ensino que, assim como no caso de uso de experimentos, também expressam resultados promissores.

## **5 OS SENTIDOS (PALADAR, OLFATO E VISÃO)**

Uma característica do método de aprendizagem cooperativa jigsaw, já abordada no capítulo 03, é a utilização de material de aprofundamento teórico, textos contendo fragmentos do conteúdo a ser estudado e que juntos permitem a compreensão do todo. Essa característica do método exige que os alunos leiam, interpretem e discutam sobre os textos e, posteriormente, pensem na melhor maneira de explicar o aprendido aos demais grupos. Porém, o ponto é que leitura técnica não é preferida de nossos alunos, de modo que a estratégia de ensino proposta nesta pesquisa utiliza experimentos sensoriais como fator motivador que estimule a leitura do material textual de apoio, necessária ao aprofundamento do conteúdo a ser estudado pelos grupos de especialistas.

Os experimentos desenvolvidos nesta pesquisa utilizam características organolépticas dos ácidos e bases, como sabor, cheiro e cor que estimulam especialmente os sentidos do paladar, olfato e visão. Dessa forma, discutiremos no próximo tópico quais os aspectos mais relevantes na percepção dessas sensações por nosso corpo.

### **5.1 As relações entre as sensações de sabor, cheiro, cor e o nosso corpo**

Para compreendermos os sentidos, temos que ter em mente que eles não estão restritos apenas ao sentir, pois o sentir se associa às percepções individuais de cada ser humano (RETONDO; FILHO, 2006). Sendo assim, os sentidos se interligam, como observamos, por exemplo, na percepção do aroma em que os sentidos paladar e olfato permitem uma associação na detecção das sensações de sabor e cheiro, compondo a percepção de um aroma, conforme reforça Oliveira (2014, p.35)

O aroma é atribuído à combinação do gosto e do cheiro, ou seja, a mistura dessas duas sensações (olfato e paladar) gera nossa percepção, o aroma. Quando ingerimos algum tipo de alimento, a sensação mais imediata é a do gosto detectado pelo paladar. Mas podemos sentir o cheiro dos alimentos também. Isso fica evidente quando estamos gripados ou quando nosso nariz é obstruído enquanto ingerimos um alimento. Nessa situação, percebemos que o aroma fica diferente, parece que ele fica menos intenso, mas na realidade estamos impedindo a combinação das sensações, ou seja, nessa situação não será gerada a informação do aroma completamente, apenas um dos sentidos, o paladar, terá atividade, enquanto nosso olfato encontra-se inerte frente ao bloqueio nasal.

Nesse sentido, temos que o olfato não está relacionado apenas ao paladar, mas também à visão, pois, juntos, compõem um importante mecanismo de proteção do organismo,

uma vez que, ao analisar um alimento pela cor e pelo cheiro, podemos discernir se o alimento está ou não em condições apropriadas de consumo (VIDAL; MELO, 2013).

Dois dos cinco sentidos são considerados sentidos químicos, por dependerem da interação direta entre os receptores do órgão do sentido com as moléculas químicas, a saber: o paladar e o olfato. Através de propriedades físico-químicas das substâncias, como solubilidade, ponto de fusão e ebulição, volatilidade, polaridade, interações intermoleculares, etc., é que podemos sentir os diferentes sabores e cheiros.

No caso do paladar, são os receptores presentes na língua que irão interagir com as moléculas químicas, por exemplo, nos alimentos, permitindo-nos distinguir seus sabores, que são classificados em cinco categorias: azedo, salgado, doce, umami e amargo. A solubilidade e as interações intermoleculares entre as moléculas que compõe um material e os receptores gustativos são as características físico-químicas mais relevantes, quando se trata do paladar (VIDAL; MELO, 2013).

A distinção dos sabores ocorre através da interpretação dada pelo cérebro sobre os estímulos nervosos criados no paladar, por meio das interações intermoleculares realizadas entre os receptores gustativos e as moléculas do alimento. Um dos exemplos mais comuns é a produção do sabor doce por meio da interação intermolecular conhecida como ligação de hidrogênio e os receptores gustativos (RETONDO; FILHO, 2006).

A saliva é outro ponto importante na percepção dos sabores, pois, ao dar início ao processo enzimático digestivo, aumenta a solubilidade dos alimentos e facilita a interação entre as moléculas da substância e os receptores gustativos da língua (VIDAL; MELO, 2013).

A distinção entre os sabores ocorre muitas vezes de maneira muito sutil, como no caso do sabor doce e amargo, que são diferenciados com base na disposição espacial das moléculas que compõem o alimento, ou seja, o sabor também depende da geometria molecular.

O sabor azedo é proveniente dos estímulos gerados a partir da interação entre ácidos orgânicos ou inorgânicos com os receptores gustativos, interação esta que, assim como no caso do sabor doce, é realizada por meio de ligações de hidrogênio. Já o sabor salgado é gerado com base nos estímulos produzidos pelas interações de natureza eletrostática dos compostos iônicos salinos, em especial o cloreto de sódio (NaCl) e os receptores do paladar (RETONDO; FILHO, 2006).

O quinto sabor é o mais recente de todos e corresponde à interpretação do cérebro dos sinais nervosos produzidos pela interação dos glutamatos, grupo de aminoácidos

presentes em alimentos ricos em proteínas, com receptores do paladar (VIDAL; MELO, 2013).

Assim como no caso do paladar, o olfato também é considerado um sentido químico; porém, para que ocorra a sensibilização do sistema olfatório, que irá gerar os impulsos nervosos que permitem ao cérebro interpretar esses sinais como um cheiro, é necessário que os componentes mais voláteis, por exemplo, de um alimento, se difundam pelo ar até chegar ao muco nasal, onde são dissolvidos para interagir com os milhares de receptores nasais ali presentes.

Desse modo, temos que a volatilidade, pressão de vapor e a difusão gasosa são propriedades físico-químicas importantes para compreendermos como as moléculas chegam ao sistema olfatório. Porém, para entendermos melhor, vamos começar com a pressão de vapor, que corresponde à pressão resultante do equilíbrio de um líquido e o seu vapor em um sistema hermeticamente fechado, ou seja, quanto maior for a pressão de vapor de uma substância, significa que mais fracas são as interações intermoleculares entre as suas moléculas e menor será sua temperatura de ebulição (ATKINS; JONES, 2006).

Já a difusão é o espalhamento de uma substância pelo espaço ou por uma segunda substância. Por exemplo, as moléculas de perfume que se difundem por uma sala. Esse fenômeno também é conhecido como transporte de massas e é o responsável por levar as moléculas de uma substância até nosso nariz (VIDAL; MELO, 2013).

No caso da volatilidade, temos, por exemplo, que quanto mais rápido for a evaporação de uma substância no líquido, mais volátil ela será, pois quanto maior a volatilidade, maior será sua pressão de vapor e menor será sua temperatura de ebulição, resultando em um processo mais rápido de evaporação, como reforçam Brown, Lemay e Bursten (2015, p.468):

Se considerarmos a vaporização da água em sistema aberto, por exemplo, água evaporando em uma tigela, o vapor difunde-se pelo líquido. Pouco vapor, se houver algum, é recapturado na superfície do líquido. O equilíbrio nunca ocorre e o vapor continua a se formar até que o líquido se evapora até secar. As substâncias com pressão de vapor alta (como a gasolina) evaporam mais rapidamente que as substâncias com pressão de vapor baixa (como óleo de motor). Os líquidos que evaporam rapidamente são conhecidos como voláteis.

Portanto, para sentirmos o cheiro das coisas, é essencial que a volatilidade dos componentes da substância possibilite sua difusão e que a solubilidade das substâncias odoríferas permita a sensibilização do sistema olfativo, que ocorre por meio da dissolução no muco nasal de tais substâncias odoríferas difundidas no ar e assim permite a interação com os

quimiorreceptores olfativos, promovendo os estímulos elétricos que interpretaremos como cheiro (SOARES et al., 2011).

No caso da visão, o sistema ocular é fundamentado no processo de recepção de luz que pode advir de processos físicos de absorção e reflexão ou de processos químicos em que os elétrons dos átomos que compõem os materiais são excitados a níveis maiores de energia, após absorverem certas frequências de radiação luminosa incidente sobre eles, refletindo-a em forma de cor (VIDAL; MELO, 2013).

A luz, ao incidir sobre nossos olhos, desperta uma cadeia de mecanismos nas estruturas que compõem o sistema ótico. Cada uma dessas estruturas tem funções bem definidas e que podem ser listadas de acordo com suas funções, como sugerem Vidal e Melo (2013).

- I. A córnea, que além de proteger o olho também faz a curvatura da luz;
- II. A pupila, que junto às íris, é responsável por regular a recepção e intensidade da luz;
- III. O cristalino, responsável pelo ajuste do foco;
- IV. A retina, responsável pelas reações químicas que ocorrem nas células chamadas de cones e bastonetes.

Quanto a essas células especializadas encontradas na retina, chamadas cones e bastonetes, podemos dizer que elas exercem um das principais funções na emissão dos estímulos nervosos que geram no cérebro as imagens, pois é nessas células que ocorrem as reações fotoquímicas de interconversão de isômeros geométricos cis-trans ou, de forma mais específica, os impulsos nervosos enviados para o cérebro são provenientes da interconversão da molécula do isômero cis-retinal em trans-retinal (SOLOMONS, 2012).

Alguns comprimentos de onda não são absorvidos nas reações que ocorrem nas células especializadas e, por esse motivo, recebem o auxílio de uma classe proteica chamada de melanina, que atua tanto na proteção da pele, devido à sua larga faixa de absorção de radiação, como nos olhos, onde absorve a radiação não captada pelas células receptoras, evitando a ocorrência de uma visão difusa. O que explica, por exemplo, o porquê de pessoas albinas terem problemas de visão (RETONDO; FILHO, 2006).

O estudo dos sentidos é muito amplo e pode, em muitos momentos, ser bastante subjetivo, pois, como vimos, nossa percepção de mundo pode afetar a forma como sentimos e interagimos com os objetos. No entanto, através deste estudo, percebemos que os sentidos se complementam de forma a nos proporcionar a melhor maneira de perceber o ambiente no qual estamos inseridos.

## 5.2 Situação das pesquisas sobre ensino de química através dos sentidos

Neste tópico, analisaremos produções nacionais (artigos, monografias e dissertações) dos últimos 10 anos sobre o uso de experimentos sensoriais no ensino de química, com a finalidade de nortear a construção dos experimentos a serem aplicados na aula no formato jigsaw, associados a estímulos sensoriais no ensino de ácidos e bases. É importante ratificar que, nesta pesquisa, os experimentos não têm finalidade quantitativa, pois seu principal papel é despertar a curiosidade dos alunos sobre os fenômenos observados e assim motivá-los na busca por explicações através da leitura do material textual de apoio, ou seja, os experimentos têm a função de impulsionar a leitura adequada dos textos de suporte teórico (APÊNDICE E, F e G).

A sistemática de busca dos periódicos será a mesma descrita no tópico 4.2, baseada no trabalho de Teodoro (2011) e seguirá três etapas distintas, descritas da seguinte forma:

- I. Utilização dos mecanismos de busca (Google Acadêmico, Scielo e SBQ) em suas versões gratuitas, à procura de menções sobre ensino de química através dos sentidos no ensino médio nos títulos ou palavras-chaves dos periódicos;
- II. Leitura dos resumos dos trabalhos pré-selecionados para seleção dos trabalhos que contiverem relação com o assunto química através dos sentidos, voltados para o ensino de química no ensino médio;
- III. Leitura dos trabalhos selecionados e posterior classificação segundo os critérios: tipo de publicação, proposta de ensino e finalidade específica.

Na primeira etapa, utilizamos os filtros de busca: período (2008-2018), produções nacionais e busca em qualquer parte do artigo. Além disso, utilizamos os operadores *aspa* e *AND*, que são operadores booleanos que têm o objetivo de definir para o sistema de busca como deve ser feita a combinação entre os termos ou expressões de uma pesquisa. Optamos por realizar a busca utilizando duas palavras-chaves, uma vez que os termos “sentido” e “sensação” são comumente confundidos. Desse modo, as palavras-chaves foram: “química dos sentidos” *AND* “ensino médio” e “química das sensações” *AND* “ensino de química”, sendo encontrados 18 trabalhos com a palavra-chave 1 e 29 trabalhos com a palavra-chave 2, que totalizam, com exclusão dos trabalhos similares, um total de 40 pesquisas.

Assim, deu-se início à segunda etapa de análise, que foi realizada com base na leitura dos resumos de todos os periódicos pré-selecionados na 1ª etapa, para investigar os que têm relação direta com o uso dos sentidos no ensino de química e que são ou podem ser



direcionados ao ensino médio. Foram pré-selecionadas 8 publicações relevantes, listadas na tabela 3:

**Tabela 3** - Lista dos títulos dos periódicos selecionados na 2ª etapa do tópico 4.2

<b>Nº DE REFERÊNCIA</b>	<b>TÍTULOS DAS PUBLICAÇÕES</b>
1	A música e o ensino de química
2	A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica
3	A temática perfume como contexto para o ensino de química
4	Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro
5	Aromas: contextualizando o ensino de química através do olfato e paladar
6	As sensações e os sentidos no ensino-aprendizagem da química orgânica
7	Perfume como tema contextualizador para o ensino de química no ensino médio
8	Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos trabalhos para compreendermos alguns de seus aspectos, o que nos possibilitou classificá-los de acordo com o tipo de publicação, sentido (paladar, audição, visão, tato e olfato) trabalhado, utilização de experimentos, uso de materiais de baixo custo que facilitem a replicabilidade dos experimentos e, por fim, se aplicação do experimento aborda os conceitos químicos por meio das sensações, conforme a tabela 4.

**Tabela 4** - Classificação dos periódicos de acordo com o tipo de publicação, sentido (paladar, audição, visão, tato e olfato) trabalhado, utilização de experimentos, uso de materiais de baixo custo que facilitem a replicabilidade dos experimentos e por fim se aplicação do experimento aborda os conceitos químicos por meio das sensações

<b>Nº DE REFERÊNCIA</b>	<b>TIPO DE PUBLICAÇÃO</b>	<b>SENTIDO TRABALHADO</b>	<b>EXPERIMENTOS</b>	<b>MATERIAIS DE BAIXO CUSTO</b>	<b>ENVOLVEM AS SENSACIONES</b>
1	Artigo (aceito em revista)	Audição	não	não	não
2	Artigo (aceito em revista)	Visão, olfato e o paladar	sim	sim	sim
3	Trabalho de	Olfato	sim	sim	não

	conclusão de curso (TCC)				
4	Artigo (aceito em revista)	Olfato	sim	sim	sim
5	Dissertação	Olfato e paladar	sim	sim	sim
6	Monografia	Olfato, visão, audição e tato	sim	sim	sim
7	Monografia	Olfato	sim	não	sim
8	Artigo (aceito em revista)	Olfato	não	não	não

\*Títulos dos periódicos na tabela 3

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A análise dos periódicos demonstra que, em todos os casos, um dos aspectos mais relevantes na abordagem das sensações é o seu caráter motivacional, pois, mesmo nos 2 (SILVEIRA; KIOURANIS, 2008; SANTOS; AQUINO, 2010) casos em que não foram desenvolvidos experimentos, os autores revelam que a abordagem dos sentidos despertou a curiosidade dos alunos e instigou o estudo de conceitos químicos. Outro ponto incomum é o potencial da abordagem sensações na significação do ensino de química, pois permite ao aluno associar de forma clara e objetiva o conteúdo estudado e o seu cotidiano, como reforça Cunha (2017, p.14),

Assim, não adianta se estruturar uma metodologia educativa se essa não possuir conceitos com significado para o aluno. A prática não deve sempre seguir os enfoques apresentados na literatura, desenvolver uma educação normativa e perfeccionista, mas sim trabalhar com meios diversificados, considerando a subjetividade dos alunos, sua capacidade cognitiva, necessidades e aspirações.

A relação com o cotidiano pode ser percebida, por exemplo, ao se notar que 5 (VIDAL; MELO, 2013; SOARES et al., 2011; OLIVEIRA, 2014; CUNHA, 2017; BARBOSA; BARCELLOS, 2013) dos 6 (VIDAL; MELO, 2013; MARTINS, 2013; SOARES et al., 2011; OLIVEIRA, 2014; CUNHA, 2017; BARBOSA; BARCELLOS, 2013) trabalhos que fazem uso de experimentos são construídos com materiais de baixo custo, ou seja, de fácil acesso ao aluno e que na maioria das vezes inclusive fazem parte de seu dia-a-dia.

Vimos no tópico 4.1 que a grande variedade de sensações captadas pelo nosso corpo só é possível por que nossos sentidos se complementam, no entanto, apenas 3 (VIDAL; MELO, 2013; OLIVEIRA, 2014; CUNHA, 2017) dos 8 periódicos trabalham com a associação dos sentidos, fato que pode estar relacionado à dificuldade de se encontrar na

literatura exemplos de atividades que façam essa associação. Desse modo, a produção de materiais que possam reduzir essa dificuldade é mais um dos motivos que estimulam a realização desta pesquisa.

Os dados aqui apresentados reforçam a proposta desta pesquisa de se trabalhar com experimentos sensoriais como motivador da leitura e aprendizagem, uma vez que todos os trabalhos analisados expressaram resultados promissores. Além disso, o tema foi fonte de inspiração na elaboração dos experimentos que foram utilizados nesta pesquisa.

## **6 METODOLOGIA**

O presente capítulo apresenta o tipo de pesquisa, os instrumentos utilizados para aquisição dos dados, os sujeitos da pesquisa e o ambiente onde as intervenções foram realizadas, a preparação para aplicação do método e as etapas de seu desenvolvimento.

### **6.1 Caracterização da pesquisa**

Neste trabalho, optou-se por realizar uma pesquisa-ação de natureza aplicada, em que há estreita associação entre pesquisador e objeto (público-alvo) na resolução de um problema coletivo, visando à facilitação do processo de ensino/aprendizagem sobre ácidos e bases (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

A pesquisa apresenta aspectos de abordagem qualitativa e quantitativa, uma vez que se pretendeu analisar não só os dados coletivos gerados por questionários estruturados, mas também os dados individuais descritivos, obtidos por questionários semiestruturados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Assim, foram utilizados dois questionários com finalidades diferentes. O questionário I (APÊNDICE A), utilizado na aplicação da aula, visou nortear e avaliar o processo de aprendizagem, e o questionário II (APÊNDICE B) foi aplicado no intuito de gerar dados relativos à estratégia de ensino abordada. O questionário I foi aplicado aos alunos antes e depois da aula, a fim de analisar os avanços na aprendizagem do conteúdo; e o questionário II foi aplicado somente no momento final da aula.

### **6.2 Delimitações do grupo de estudo**

Utilizamos, como amostragem, uma turma de 30 alunos da 3ª série do ensino médio da E.E.M. Professor Flávio Ponte, em Maracanaú-CE.

A aula no formato jigsaw associada a experimentos sensoriais foi apresentada aos alunos em dois momentos presenciais, constando três aulas, uma aula no primeiro encontro presencial e duas aulas conjuntas no segundo encontro, com tempo total de 150 minutos.

Destaca-se ainda que o método de ensino mais adotado pelos professores de ciências da escola é o método tradicional de ensino (transmissão/recepção), e que nenhum aluno dessa turma tem qualquer familiaridade com o método cooperativo de aprendizagem. Vale ressaltar que a escola não possui laboratório de ciências e, portanto, o uso de

experimentos no ensino só ocorre eventualmente, quando algum professor os leva para a sala de aula.

### **6.3 Preparações para a aplicação da estratégia de ensino**

A preparação para a aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais foi dividida em 3 etapas, organizadas como a seguir. 1ª etapa: fragmentação do conteúdo a ser trabalhado (ácidos e bases) para gerar os conteúdos específicos dos grupos de especialistas, com a devida elaboração dos textos de apoio (APÊNDICE E, F e G); 2ª etapa: formação e distribuição das funções do grupo base; 3ª etapa: preparação dos experimentos.

#### **1ª Etapa**

As etapas de preparação foram realizadas antes da ocorrência das aulas, e muito embora esse tempo não seja incorporado no tempo total da aula, é importante considerá-lo em seu planejamento, conforme reforçam Fatareli et al. (2010, p.162):

Cabe lembrar que o tempo dedicado à execução [...] não se resumiu à sua aplicação em sala de aula, uma vez que exigiu a realização de vários procedimentos de preparação por parte do professor, como a divisão dos grupos, montagem dos experimentos etc.

Assim, nessa etapa, optou-se por utilizar três subtemas sobre a temática dos ácidos e bases, sendo cada um deles relacionados a um dos três sentidos (paladar, olfato e visão), o que resultou na formação de três grupos de especialistas, assim distribuídos:

Grupo I – Tema I: O sabor dos ácidos e das bases;

Grupo II – Tema II: A volatilidade dos ácidos e bases do cotidiano;

Grupo III – Tema III: Os efeitos dos ácidos e bases sobre a cor de um indicador de pH.

Cada grupo de especialistas recebeu um texto de apoio diferente, para utilizar como suporte teórico e compreender melhor os fenômenos observados no experimento realizado por seu grupo. Para elaboração dos textos de apoio, foi utilizado como referência o livro didático (PERUZZO; CANTO, 2006/2009), uma vez que apresenta uma linguagem e organização de conceitos voltada ao público de ensino médio, e em parte dos trabalhos encontrados por esta pesquisa (TEIXEIRA, 2018; VIDAL; MELO, 2013; RETONDO; FILHO, 2006). Assim, o principal motivo de elaborarmos um material extra foi assegurar que cada grupo tivesse em mãos somente o suporte teórico referente ao seu subtema.

## 2ª Etapa

Como abordado no capítulo 3, o método jigsaw consiste em fragmentar um conteúdo para que esses fragmentos possam ser estudados por grupos de alunos (grupo de especialistas) isoladamente, sendo esses fragmentos posteriormente compartilhados na reorganização dos grupos de base (grupo inicial) e que devem ser formados por indivíduos que estudaram partes diferentes do assunto (especialistas), com a finalidade de gerar uma compreensão ativa e participativa do todo.

Assim, pode-se perceber que cada indivíduo tem papel importante nesse processo e, para reforçar essa importância, bem como assegurar uma participação ativa de cada aluno, foi atribuída a cada membro do grupo base uma função específica, totalizando três funções, como descritas por Fatareli et al. (2010, p. 163): 1) redator – redige as respostas do grupo; 2) mediador – organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião; 3) relator – expõe os resultados da discussão.

Desse modo, antes do início da aula, o professor/pesquisador fez a divisão prévia dos alunos em grupos (grupo base), partindo da distribuição dos 30 alunos da turma em 10 grupos de três alunos, atribuindo a cada aluno do grupo sua função (redator, mediador e relator).

## 3ª Etapa

Consiste na preparação dos experimentos e, para isso, foi feita uma seleção de três experiências, sendo cada experimento construído de forma a estimular a compreensão de cada um dos subtemas que foram estudados pelos 3 grupos de especialistas estando, portanto, cada experimento relacionado também a um dos três sentidos (paladar, olfato e visão).

Para a adaptação das experiências, foram considerados os trabalhos presentes na literatura nacional dos seguintes pesquisadores Oliveira (2014), Vidal e Melo (2013), Soares, Silva e Benite (2011) e Arroio et al. (2006). Assim, foi construído o conjunto de experimentos utilizados neste trabalho. Porém, como o foco nesta pesquisa não são os experimentos em si e sim a estratégia de ensino, aqui se apresenta apenas uma breve descrição de sua composição e suas funções no ensino.

Experiência I (APÊNDICE H) – Consiste em um conjunto de soluções preparadas a partir de substâncias predominantemente ácidas e básicas que possam ser ingeridas sem riscos pelos alunos, com a finalidade de permiti-los perceber na prática seus sabores.

Experiência II (APÊNDICE I) – Consiste em um conjunto de cotonetes, que são embebidos em soluções preparadas a partir de substâncias predominantemente ácidas e

básicas que possam ser inaladas sem riscos pelos alunos, com a finalidade de permiti-los perceber na prática seus odores.

Experiência III (APÊNDICE J) – Consiste em um conjunto de soluções preparadas a partir de substâncias de uso doméstico e que tenham caráter predominantemente ácido e básico, com efeitos testados frente a um indicador de pH natural como, por exemplo, o suco do repolho roxo, permitindo que os alunos observem quais as alterações de cores obtidas em cada caso.

Após realizadas todas as três etapas de preparação para aplicação da aula no formato jigsaw associado a experimentos sensoriais, parte-se para o próximo tópico, que é a sua aplicação.

#### **6.4 Aplicação das aulas jigsaw associadas a experimentos sensoriais**

Com o propósito de facilitar a compreensão das etapas de aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais, a mesma foi organizada em 8 momentos, divididos da seguinte forma: 1º e 2º momento em uma aula no primeiro encontro presencial e do 3º ao 8º momento em duas aulas conjuntas, disposição comum nas aulas de ciências (química, física e biologia) no ensino médio.

1º Momento, tempo previsto de trinta minutos (30'): Aplicação do questionário I (APÊNDICE A) para resolução individual dos alunos, para que se tenha uma adequada posição do grau de aprofundamento que os alunos têm do assunto a ser abordado. Deve-se considerar que a turma participante na pesquisa foi formada por alunos da terceira série do ensino médio e que, portanto, já tiveram contato com o tema trabalhado, na primeira série do ensino médio, quando realizaram o estudo das funções inorgânicas.

2º Momento, tempo previsto de vinte minutos (20'): O professor/pesquisador dividiu os alunos em 10 grupos de três alunos. Os grupos formados foram identificados, por questões de organização, por letras em ordem alfabética, como segue: grupo A, grupo B, grupo C, etc. Lembrado que uma vez que foi feita a definição prévia dos membros de cada grupo pelo professor, etapa 2 da preparação, evitaram-se perda de tempo e desorganização nesse momento. Feita a organização, o professor distribuiu as funções redator, mediador e relator a cada membro das equipes e os orientou sobre suas atribuições, aproveitando qualquer tempo sobressalente para tirar dúvidas e ou dar mais exemplos, deixando clara a função de cada membro do grupo.

3º Momento, tempo previsto de quinze minutos (15'): O professor ministrou uma

aula introdutória sobre ácidos e bases, em que foram abordados os conceitos iniciais da teoria da solução aquosa de Arrhenius, utilizando material de apoio específico (APÊNDICE D) com o tema “Os Ácidos e as Bases: O Conceito de Arrhenius”.

É importante que o professor deixe clara a intenção proposta de se classificar as substâncias em ácidas ou básicas mediante suas características, afinal, essa classificação deve ser o foco das atividades desenvolvidas por eles. Sendo assim, os alunos foram instigados, no sentido de levantar questionamentos e curiosidades sobre o assunto, durante a introdução, para que explorassem seus materiais de suporte e as discussões em grupo. É importante inferir que as respostas não foram dadas aos alunos, mas sim recursos para que eles pudessem elaborar suas próprias conclusões.

4º Momento, tempo previsto de cinco minutos (5’): Os alunos foram orientados a formarem novos grupos (grupo de especialistas), compostos por um membro de cada equipe do grupo base, totalizando três equipes de 10 alunos cada. Assim, foram nomeados como segue: grupo I, grupo II e grupo III. Uma vez organizadas, cada equipe recebeu material de apoio teórico sobre o seu respectivo subtema, como segue: Grupo I: O sabor dos ácidos e das bases (APÊNDICE E), Grupo II: A volatilidade dos ácidos e bases do cotidiano (APÊNDICE F), Grupo III: Os efeitos dos ácidos e bases sobre a cor de um indicador de pH (APÊNDICE G).

Observe que, nesse novo grupo, os alunos não possuem função (redator, mediador e relator) definida como no grupo base, possibilitando, assim, que eles possam desempenhar novas funções dentro do grupo de especialista, ou, eventualmente, até mais de uma função. Porém, nesse último ponto, o professor deve ficar atento para evitar que os mesmos se dispersem em suas atribuições.

5º Momento, tempo previsto de vinte e cinco minutos (25’): Cada grupo de especialista ficou encarregado de realizar uma experiência com orientação e supervisão do professor, envolvendo um dos sentidos, além de realizar a leitura e discussão do texto de apoio em grupo e, posteriormente, descrever as conclusões realizadas pelo grupo, para posteriormente transmitirem o conhecimento adquirido para seus respectivos grupos base.

A fim de nortear as discussões dos grupos, relembramos cada grupo sobre as questões contidas no questionário I relativas a cada subtema, e isso foi feito de forma verbal, mas poderia ter sido feito de forma escrita também.

6º Momento, tempo previsto de vinte minutos (20’): Os alunos foram orientados a retornar a seu grupo base para socialização de seus conhecimentos específicos e discutir à luz dos seguintes questionamentos “ácidos e bases fazem parte do nosso cotidiano?”; “Quais suas



principais características?”. Após as discussões, os grupos foram orientados a descrever suas conclusões.

7º Momento, tempo previsto de vinte minutos (20’): Os grupos foram desfeitos e o questionário I (APÊNDICE A) foi reaplicado aos alunos individualmente, para que fosse comparado à primeira aplicação, sendo analisados quais avanços foram obtidos com a utilização da estratégia de ensino jigsaw associada a experimentos sensoriais.

8º Momento, tempo previsto de dez minutos (15’): O professor fez o fechamento da aula e solicitou aos alunos que preenchessem o questionário II (APÊNDICE B).

#### *6.4.1 Avaliação da aquisição de saberes dos alunos sobre o tema ácidos e bases*

Para análise da aquisição de saberes pelos alunos do tema ácidos e bases, utilizando a estratégia “jigsaw associada a experimentos sensoriais”, foi feita a opção de utilizar o mesmo questionário (questionário I), antes e depois da aula. Deste modo, é natural pensar que o número de acertos finais tende a ser maior, independente da metodologia utilizada na aula.

Com o objetivo de estabelecer uma referencia para análise dos dados obtidos do questionário I (APÊNDICE A), antes e depois da aula “jigsaw associada a experimentos sensoriais”, foi feita a aplicação do mesmo questionário, a uma turma da 3ª série da rede particular de ensino do município de Fortaleza-ce, sendo o questionário I aplicado antes e depois de uma aula dita “tradicional”(aula expositiva - transmissão/recepção) sobre o tema ácidos e bases, com os mesmos tópicos abordados na aula “jigsaw associada a experimentos sensoriais”. Reforça-se ainda que não é objetivo desta pesquisa comparar o número de acertos entre as turmas, pois apresentam suas diferenças como será abordado no tópico 7.1.2, mas apenas analisar o avanço no número de acertos, antes e depois da aula, em cada turma, para que se tenha uma referência sobre o avanço do saber dos alunos acerca do tema ácidos e bases, com o uso das diferentes metodologias.

A aula expositiva ocorreu em um único encontro presencial de 100 minutos, duas aulas geminadas, e o tempo da primeira aplicação do questionário I, saber prévio dos alunos, não foi contabilizado no tempo de aula, para se ajustar as mesmas condições da aula “jigsaw associada a experimentos sensoriais”. Deve-se destacar ainda, que a escolha da turma de referência não foi aleatória, e que se buscou uma turma com padrões regulares de disciplina e rendimento, de modo a retratar a realidade de uma grande quantidade de turmas da rede estadual.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

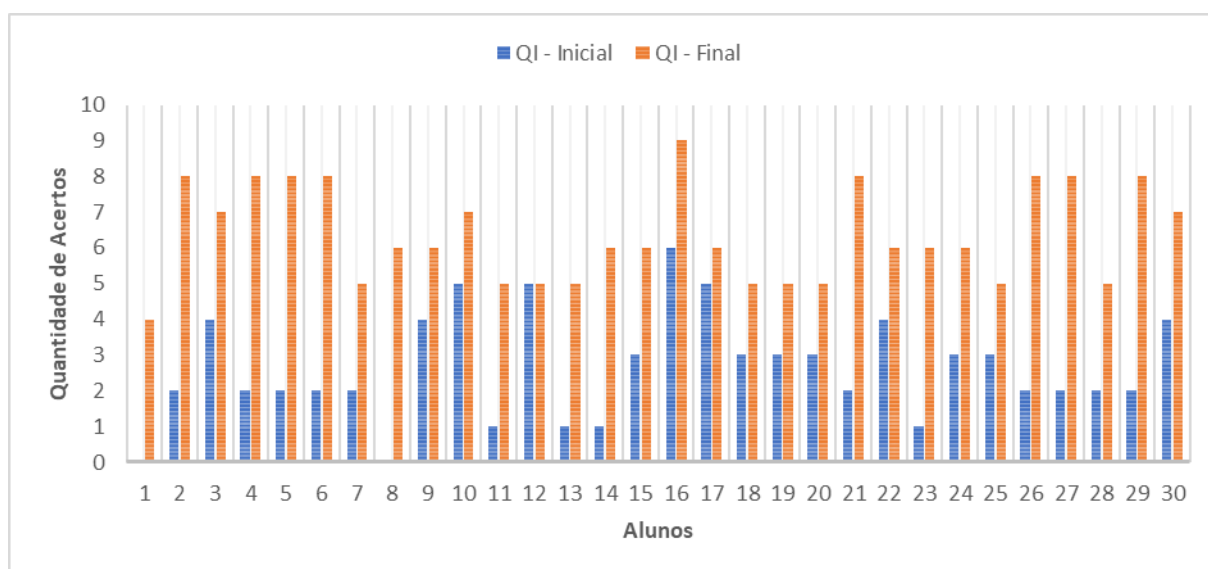
### 7.1 Análise das contribuições da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais na aprendizagem do tema ácidos e bases

#### 7.1.1 Comparação entre o saber prévio dos alunos sobre o tema ácidos e bases e após a aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais

No primeiro e sétimo momento de aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais, descritos no cap 6, foi realizada a aplicação do questionário I, com a finalidade de levantar dados sobre o conhecimento prévio dos alunos acerca do tema abordado e a possível evolução desse conhecimento após a aplicação da aula. Na figura 2, temos a comparação entre o número de acertos obtidos por cada um dos 30 alunos da turma da 3ª série da escola Flávio Ponte que participaram da aula.

Com o objetivo de evitar constrangimento e/ou inibição dos estudantes com a exposição de resultados, os mesmos foram identificados por números de 1 a 30.

**Figura 2** - Acertos por aluno obtidos da aplicação do questionário I antes e depois da aplicação da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais



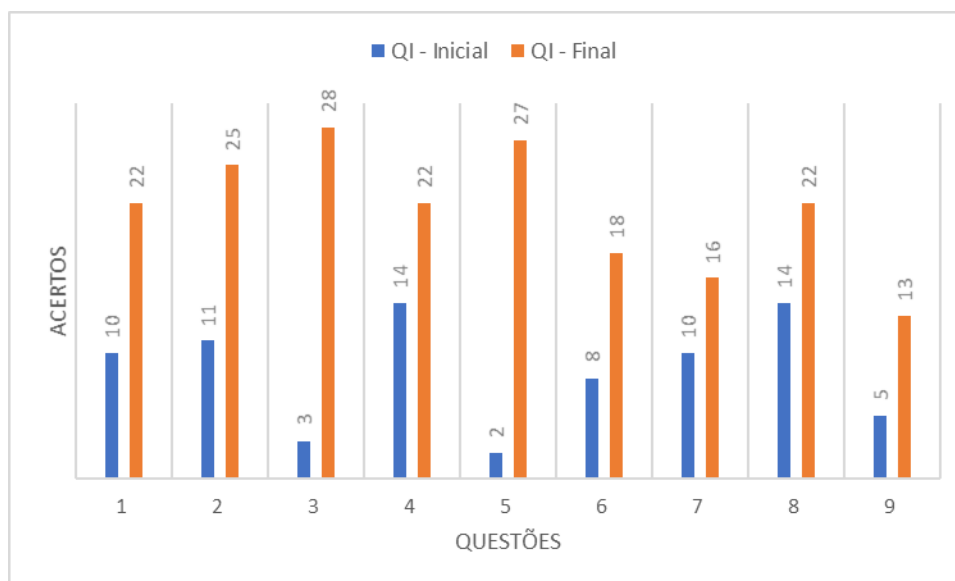
Fonte: Próprio autor (2019).

A análise dos dados mostra que a turma apresenta um conhecimento prévio acerca

do assunto “ácidos e bases” bem heterogêneo, com alunos que zeraram (alunos 1 e 8) e um aluno que acertou 6 (aluno 16) das 9 questões. Ainda assim, temos um certo padrão, uma vez que a maior parte, 20 alunos, ficou na faixa entre 1 a 3 questões, sendo que dos demais, 2 zeraram e 8 alunos conseguiram realizar entre 4 a 6 questões, das 9 questões propostas no questionário I. É importante destacar que, apesar de todos comporem hoje a mesma turma de 3ª série, eles não estiveram juntos desde a primeira série, na qual é estudado o conteúdo abordado na aula proposta, ou seja, os alunos dessa turma tiveram vivências de aprendizagem diferentes, o que ajuda, dentre outros fatores como maturidade, interesse, motivação, afinidade com a disciplina, etc., a compreender as discrepâncias apresentadas.

Na comparação com os resultados obtidos na segunda aplicação do questionário I, temos que 96,7% dos alunos, ou seja, 29 alunos, tiveram um aumento no número de acertos, tendo apenas o aluno 12 mantido seu resultado inalterado.

**Figura 3** - Acertos por questão – Questionário I



Fonte: Próprio autor (2019).

Na figura 3, observa-se que as questões 4 e 8 são as que apresentam maior índice de acerto inicial, 14 acertos cada, o que possivelmente ocorre por serem questões que envolvem impressões sensoriais mais distintas e comuns às aulas de ciências, como sabor dos ácidos (questão 4) e mudança de cor de indicadores de ácido/base (questão 8), repercutindo em uma fixação maior desses tópicos, pois, como reforçam Santos-Granero (2006): “(...) tradição ocidental, na qual os sentidos constituem a dimensão ‘fisiológica’ da percepção. Só podemos conhecer, afirma-se, por meio do corpo e dos sentidos: visão, audição, olfato, tato e

paladar.”

Já as questões com menores índices de acertos são as questões 3 e 5, e é importante destacarmos que, no caso da questão 3, temos a única questão subjetiva do questionário, questão que pede ao aluno que classifique as substâncias presentes em seu cotidiano como ácidas ou básicas e dê exemplos. Assim, o resultado apresentado na questão 3 mostra que nossos alunos, mesmo tendo certo conhecimento do tema, apresentam dificuldades de associar esse conhecimento ao seu dia a dia, quando o assunto é abordado de forma “tradicional” (aula expositiva – transmissão/recepção), pois, vemos ainda na figura 3, que essa é a questão com maior índice de acertos no pós-aula (28 acertos), o que reforça o pensamento de Cervo (2007) de que a negociação de significados, ao usar a aprendizagem cooperativa, é mais efetiva, se comparada à aprendizagem tradicional (transmissão/recepção), pois implica a aquisição de competências sociais como o desenvolvimento social, afetivo, motivacional, cognitivo e de relações cooperativas.

Já a questão 5 também presente na seção dos sabores, como a questão 4, embora destaque a questão relacionada ao sabor das bases e não dos ácidos, mostra uma inversão no resultado, apresentando o menor índice de acertos na primeira aplicação do questionário I, ou seja, o oposto da questão 4, o que possivelmente está associado ao fato do sabor adstringente não ser tão representativo em nosso cotidiano, sendo essa afirmativa coerente com a observação feita durante a aplicação da aula, com os alunos por vezes questionando o professor sobre o significado do termo “adstringente”.

A comparação dos dados da primeira e segunda aplicação das questões 3 e 5, em que temos a maior evolução em número de acertos, mostram que, durante a atividade cooperativa, os alunos dedicaram maior atenção aos pontos de menor compreensão da turma em geral, ou seja, os alunos priorizaram o nivelamento das informações, permitindo a ascensão geral do grupo e não apenas o repasse de informações dos alunos com maior conhecimento do tema aos de menor conhecimento, o que seria evidenciado caso os dados apontassem estagnação do número de acertos dos alunos com melhores resultados iniciais. Desse modo, podemos destacar que a troca e discussão de informações fomentadas pela realização de atividades práticas ajuda a reduzir a distância entre os estudantes, nivelando-os, como observado na figura 2, e contribuindo para o resgate dos alunos que tendem a se distanciar da disciplina, desmotivados por seus resultados.

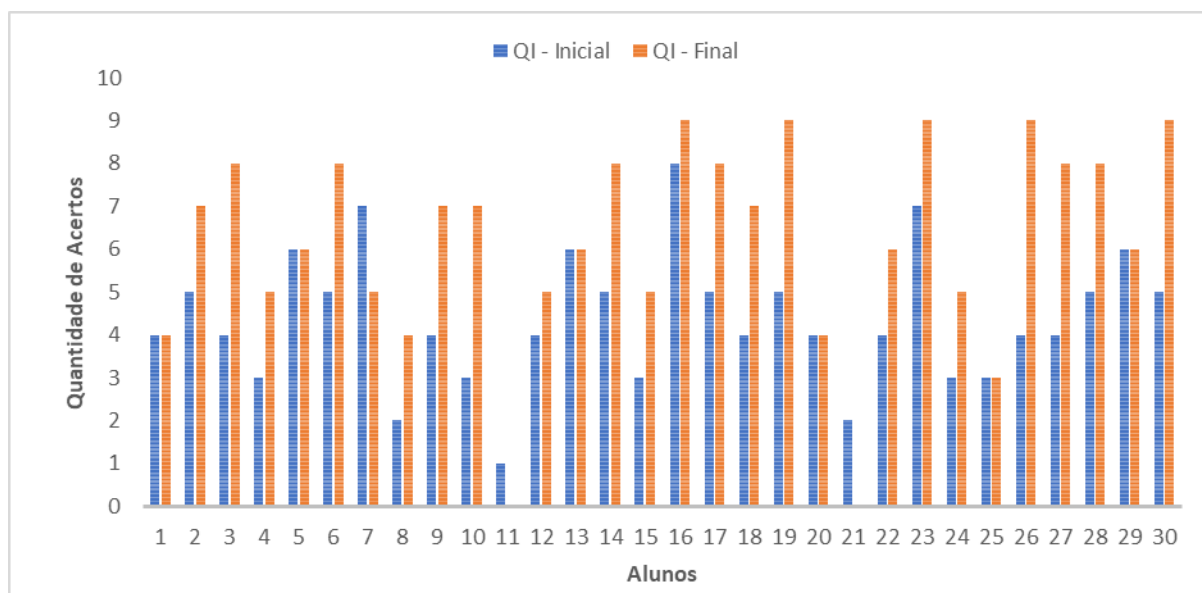
### 7.1.2 Comparação do avanço do saber dos alunos sobre o tema ácidos e bases – Turma teste x turma de referência

O número de acertos iniciais da turma de referência chama a atenção, como mostra a figura 4, portanto, alguns esclarecimentos são importantes.

Na escola campo, o tema ácidos e bases, é realizado quando é feita a abordagem das funções inorgânicas e isso ocorre apenas na 1ª série, nível de ensino em que se estuda química geral, na maioria das escolas da rede estadual de ensino. Outro aspecto marcante é ausência dos pais no acompanhamento dos alunos, sendo em muitos casos a reunião de encerramento do ano letivo o único momento em que se fazem presentes.

Já no caso da turma de referência, temos uma turma que é da rede particular de ensino e que estuda o tema ácidos e bases em duas outras ocasiões (9º ano/fundamental e 1ª série/ensino médio), ou seja, tem um reforço maior para fixação do conteúdo. Atrelado a isso temos a presença mais constante dos pais na escola, mínimo uma vez por bimestre, resultando em um maior acompanhamento no desempenho dos alunos.

**Figura 4** - Acertos por questão – Turma de referência - Questionário I



Fonte: Próprio autor (2019).

Vistas as diferenças apresentadas pelas duas turmas e considerando ainda que as experiências educacionais, motivação e objetivos dos alunos podem ser diferentes, não é objetivo desta pesquisa comparar o número de acertos entre as turmas, mas apenas analisar o

avanço no número de acertos, antes e depois da aula, em cada turma, para que se tenha uma referência sobre o avanço do saber dos alunos acerca do tema ácidos e bases, com o uso das diferentes metodologias.

Assim analisando a figura 4, observa-se que na aula expositiva o avanço no número de acerto ocorre apenas com 70% dos alunos, ou seja, 21 dos 30 alunos, 36,7% a menos quando comparada com a aula “jigsaw associada a experimentos sensoriais”. Além disso, temos 6 resultados estagnados (alunos: 1,5,13,20,25 e 29), ou seja, 5 a mais que na aula utilizando o modelo cooperativo e 3 regressões (alunos: 7, 11 e 21) fato este que não ocorreu utilizando o modelo cooperativo.

O maior avanço percentual atingido na aplicação da aula “jigsaw associada a experimentos sensoriais” indica que um maior número de alunos conseguiu manter atenção satisfatória durante a aula, o que possivelmente se explique com base na maior interação e participação dos alunos quando utilizado o modelo cooperativo.

Destacasse também que diferente do apresentado na figura 2, em que 100% dos alunos com baixo número de acertos, inferior a 5 questões, tiveram melhorias, no modelo de aula expositiva, alunos com baixo desempenho (alunos: 7, 11 e 21) distanciaram-se ainda mais do restante da turma, evidenciando a dificuldade de resgate dos alunos com baixo desempenho, alunos estes que muitas vezes são os menos participativos e que devido aos resultados negativos tendem a se distanciar ainda mais da disciplina.

### *7.1.3 Análise dos dados do questionário I por seção conceitual da aula jigsaw associada a experimentos sensoriais*

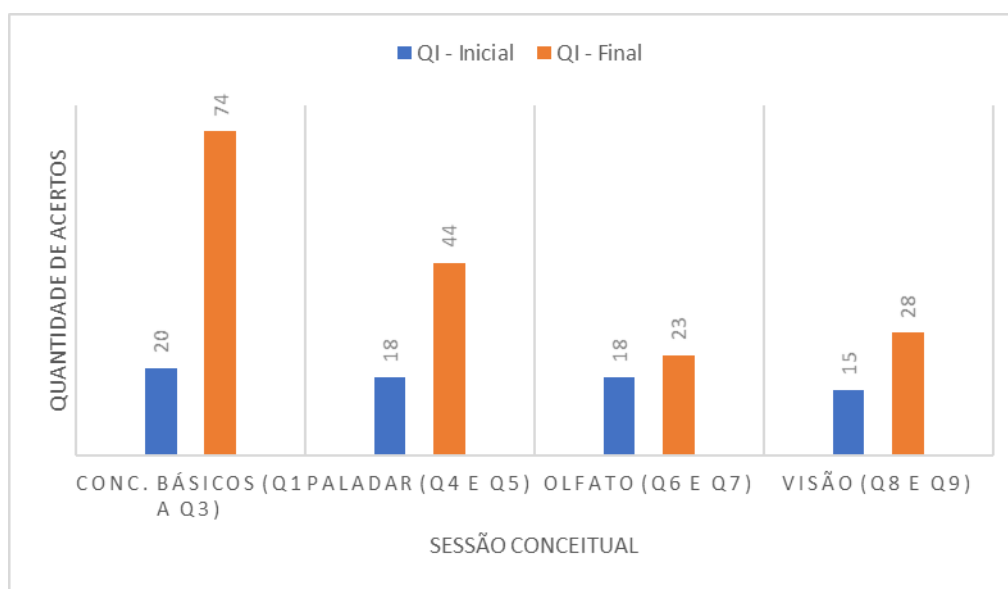
O questionário I foi organizado de modo a agrupar as questões em 4 seções conceituais, uma de conhecimentos básicos (questões de 1 a 3) e três de conhecimentos específicos: paladar (questões 4 e 5), olfato (questões 6 e 7) e visão (questões 8 e 9).

A figura 5 mostra que o conhecimento prévio da turma por seção conceitual se distribui de maneira bem uniforme, apresentando uma discreta vantagem em relação aos conhecimentos básicos, comportamento que se pode dizer esperado, uma vez que se referem aos conhecimentos introdutórios acerca do assunto abordado.

Durante a execução das atividades experimentais, foi observado que o grupo de especialistas II (olfato) apresentou certa dificuldade em transpor suas informações para o papel, pois estavam aparentemente muito ansiosos com a execução das atividades, o que é comum acontecer em uma atividade experimental e, muito embora tenham verbalizado entre

si muito bem suas observações, pontuando, por exemplo, termos mais exemplos de ácidos voláteis devido à sua composição molecular do que as bases, que são em geral compostos iônicos, ou seja, de menor volatilidade e por isso há maior dificuldade em sentir seus odores, os mesmos tiveram dificuldades em repassar essas informações para o grupo base.

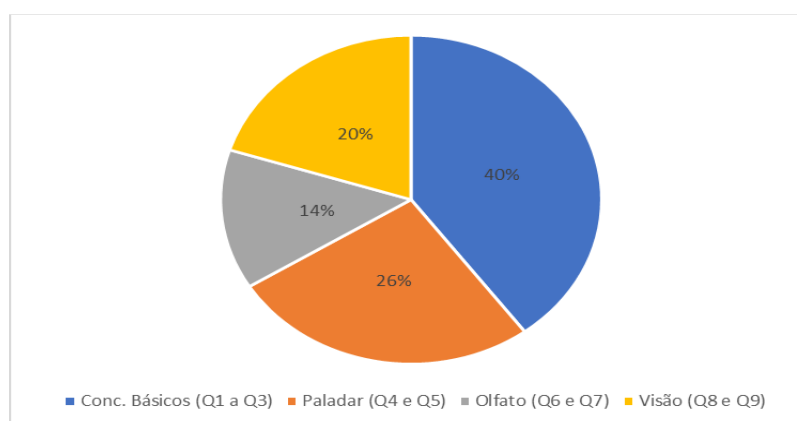
**Figura 5** - Quantidade de acertos da turma por seção conceitual – Questionário I



Fonte: Próprio autor (2019).

Os resultados obtidos na reaplicação do questionário I reforçam o que foi observado durante a execução da aula, uma vez que foi a seção que apresentou os menores avanços percentuais, como destacado na figura 6.

**Figura 6** - Evolução percentual de acertos por sessão conceitual – Questionário



Fonte: Próprio autor (2019).

Nesse ponto, é importante destacarmos que o comportamento apresentado por esse grupo não é tão surpreendente, pois deve-se lembrar que os alunos não estão acostumados com o trabalho cooperativo e que, em geral, costumam realizar suas atividades de modo mais individual, esperando sempre a intervenção do professor em momentos de divergência.

No entanto, com o intuito de favorecer o desenvolvimento da habilidade de liderança, exercida no grupo base pelo mediador, mas que no grupo de especialista pode ser exercido por qualquer um dos membros, foi dado espaço para que os próprios alunos se organizassem e, muito embora tal ação não tenha apresentado o melhor resultado na aprendizagem do tema, devesse considerar suas implicações no desenvolvimento das habilidades sociais e emocionais dos alunos, desenvolvimento que foi perceptível nos comentários realizados pelos alunos no fechamento da aula, pois alguns alunos integrantes do grupo do olfato destacaram ter ciência de que a postura adotada pelo grupo foi bem divergente dos demais e que isso comprometeu o desenvolvimento de seus pares.

Ressalta-se também que o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais devem se tornar mais aparentes com a continuidade na utilização do método cooperativo, observação inclusive realizada por alguns alunos na resolução da questão 7 do questionário II e apresentada aqui no tópico 7.2.3.

Como destacado nos trabalhos de Fatareli et al. (2010) e Barbosa e Jófili (2004), temos que os alunos realizam um trabalho cooperativo mais eficiente quando têm claras suas funções no grupo, o que pode ser reforçado pelo fato de termos maior evolução percentual (40%) nos resultados obtidos no grupo de conceitos básicos, uma vez que, nessa etapa, durante a leitura e discussão dos conteúdos presentes no material de apoio dessa seção, os grupos eram menores, de apenas três membros, levando a concluir que o trabalho cooperativo ocorre melhor em grupos pequenos, uma vez que facilita e intensifica a interação entre os membros do grupo e que cada membro do grupo sabia exatamente sua função, assim resultando na etapa com os melhores resultados obtidos.

## **7.2 Aceitação dos alunos no uso do método jigsaw e de experimentos sensoriais na aprendizagem**

O questionário II (APÊNDICE B) consta de 7 questões, das quais as questões 1, 2, 4, 5 e 6 são respondidas pelos alunos através dos conceitos: ótimo (10-9,0), bom (8,0-7,0), regular (6,0-5,0), ruim (4,0-3,0) e péssimo (2,0-1,0). As questões 3 e 7 apresentam duas



opções aos estudantes, em que os mesmos devem se posicionar de forma satisfatória ou não satisfatória ao questionamento.

As questões estão organizadas com base nas percepções dos alunos sobre os seguintes tópicos: influência do trabalho cooperativo na aprendizagem (questões 1, 2 e 3), recursos didáticos utilizados e tema abordado (questões 4, 5 e 6) e o método jigsaw associado a experimentos sensoriais (questão 7).

### *7.2.1 Percepções dos alunos sobre a influência do trabalho cooperativo na aprendizagem*

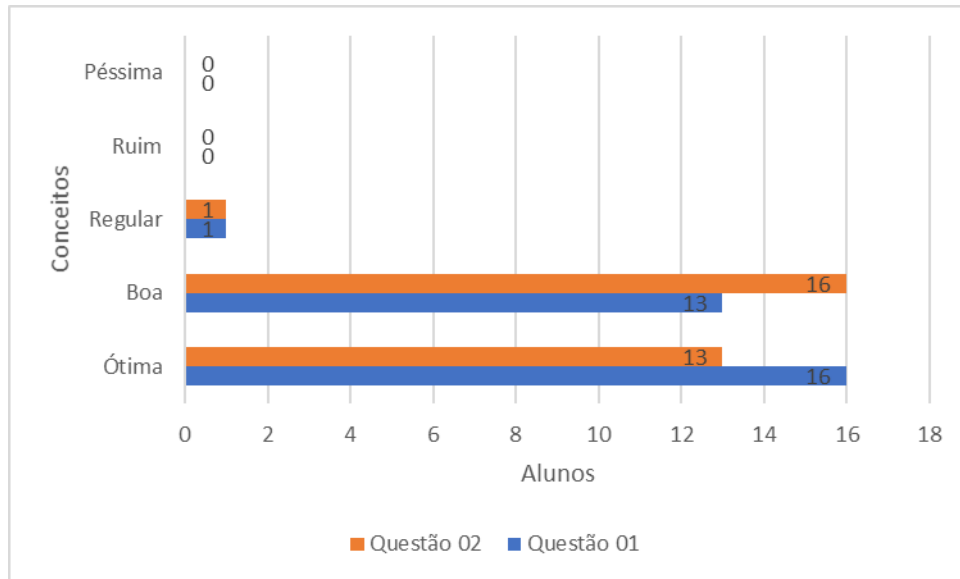
As questões de 1 a 3 buscam identificar como foi a experiência do trabalho cooperativo na aprendizagem, partindo do ponto de vista dos alunos, como segue:

- Como você avalia sua colaboração na aprendizagem de seus colegas de sala com a utilização do método Jigsaw?
- Como você avalia a colaboração de seus colegas de sala em sua aprendizagem com a utilização do método Jigsaw?
- Como você avalia a participação dos grupos de especialistas?

Assim, a análise da figura 7 evidencia três pontos importantes, sendo o primeiro deles o fato de os alunos considerarem o modelo de trabalho cooperativo relevante na aprendizagem, já que 96,7% dos alunos atribuem conceito bom ou ótimo às questões 1 e 2.

O segundo se dá na inversão de valores das questões 1 e 2 nos conceitos bom e ótimo, que indicam que os alunos supõem que sua contribuição na aprendizagem dos colegas é mais relevante que a dos colegas na sua.

Já o terceiro ponto está no fato de apenas um dos alunos ter se mostrado indeciso ou desconfortável, pois é no mínimo razoável a ideia de termos um número maior de alunos que compartilhem dessa opinião, haja vista que eles estão sendo retirados de suas zonas de conforto, em que deixam de ser um sujeito passivo, ou seja, mais confortável e que exige menos esforço do mesmo, modelo de aula tradicional, e passam a exercer um papel ativo em sua aprendizagem. Mediante as observações feitas no decorrer de aplicação da aula, pode-se inferir que um dos principais motivos para os valores tão baixos na resistência ao modelo de trabalho cooperativo tenha sido a sua vinculação à realização de atividades experimentais, ou seja, de cunho prático, estimulando a socialização das informações.

**Figura 7** - Respostas dos alunos às questões 1 e 2 do questionário II

Fonte: Próprio autor (2019).

Associando as informações obtidas na figura 7 com as da figura 8, em que os alunos avaliam a participação dos grupos de especialistas, pode-se inferir que, embora bem aceito pelos alunos, o trabalho cooperativo deve estar mais presente na rotina escolar para possibilitar aos alunos uma melhor compreensão de seus aspectos e contribuições na aprendizagem. Além disso, as atividades propostas nesse modelo devem ser bem organizadas, caso contrário, podem aumentar a resistência dos alunos ao trabalho coletivo, como observo na figura 8, onde houve um aumento da rejeição ao trabalho em grupo. Na etapa dos grupos de especialistas, esse fato possivelmente está relacionado ao aumento no número de integrantes do grupo, que passou de três para dez, levando à conseqüente dispersão da organização.

**Figura 8** - Respostas dos alunos à questão 3 - Avaliação das contribuições do grupo de especialistas - Questionário II

Fonte: Próprio autor (2019).

Como já mencionado anteriormente, essa dispersão foi mais perceptível no grupo do olfato, o que, além de aumentar o índice de rejeição ao trabalho cooperativo, fez com que tivéssemos na referida seção conceitual o menor avanço de aprendizagem, evidenciando assim a importância de as atividades nesse modelo serem bem planejadas e orientadas pelos docentes que são os organizadores do ambiente de aprendizagem.

### *7.2.2 Percepções dos alunos sobre os recursos didáticos utilizados e tema abordado*

As questões de 4 a 6 buscam identificar as percepções dos alunos acerca das contribuições que o uso de experimentos, materiais textuais de apoio fornecidos e tema proposto para aula tiveram em suas aprendizagens, como segue:

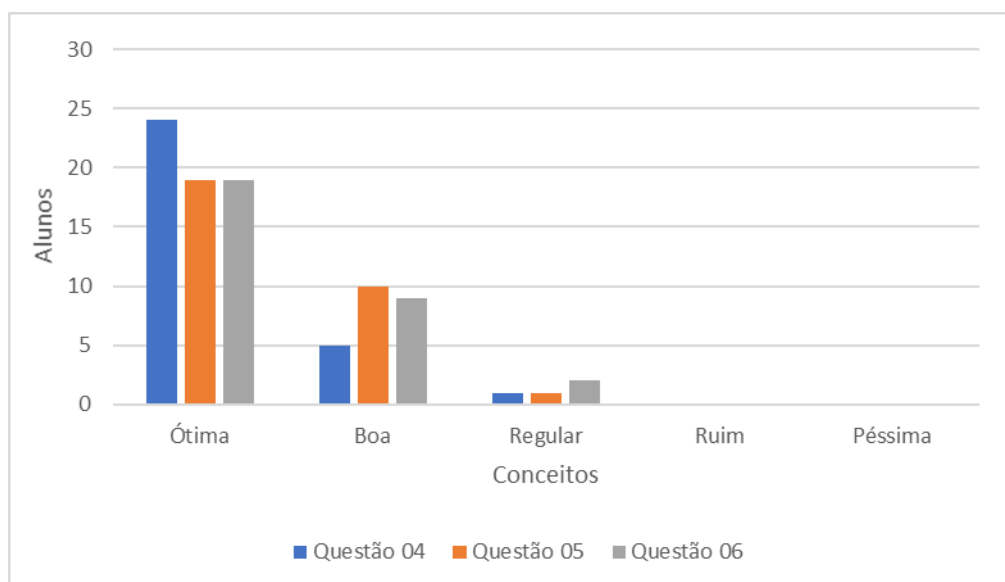
- Como você avalia a contribuição dos experimentos realizados durante a aula em sua motivação para leitura do texto de suporte?
- Que conceito você atribui ao material textual de apoio utilizado?
- O que você acha do tema Ácidos e Bases?

A aceitação do uso de experimentos e dos materiais textuais de apoio utilizados foi muito boa pelos alunos, com uma adesão quase unânime dos conceitos bom e ótimo, como mostra a figura 9, sendo importante ressaltar que o único aluno que atribuiu conceito regular, e foi o mesmo aluno que o fez para os dois tópicos, justificou em campo próprio na questão, que sua escolha foi feita por ter tido dificuldades em concluir as atividades em tempo hábil durante a etapa do grupo de especialistas. A resposta do referido aluno aponta que seu descontentamento com a etapa de trabalho do grupo de especialistas levou a uma generalização da resposta à questão 3, que trata especificamente da etapa de descontentamento mencionada também para as questões 4 e 5, uma vez que tanto os experimentos como os textos também são utilizados nessa etapa.

O fato de a escola campo não possuir laboratório de ciências e o relato dos alunos de que a frequência com que os professores levam algum tipo de experimento para a sala de aula é baixa se destacam, como observado na figura 9, sendo, portanto, o item aqui analisado de melhor aceitação pelos alunos. No entanto, o que mais chama atenção nos resultados observados é a boa aceitação dos materiais de suporte, já que um ponto comum nos relatos dos professores da escola campo é o fato dos alunos apresentarem resistência na realização de atividades envolvendo a leitura, especialmente em aulas de ciências, onde os materiais didáticos utilizam muitos termos específicos à área, o que permite inferir que a associação do

trabalho cooperativo com a realização de atividades experimentais contribuiu significativamente para a quebra da resistência dos alunos em atividades envolvendo a leitura.

**Figura 9** - Respostas dos alunos às questões 04, 05 e 06 - Avaliação dos recursos didáticos utilizados e tema abordado – Questionário II



Fonte: Próprio autor (2019).

O tema da aula, avaliado na questão 06, também foi bem aceito pelos alunos e é importante mencionarmos que ele é peça-chave na montagem de uma aula no formato jigsaw, pois os conteúdos nem sempre podem ser bem compreendidos quando fracionados, como propõe essa abordagem. Logo, a correta adequação do tema ao método de ensino é de fundamental importância no planejamento das ações docentes.

### 7.2.3 Aceitação dos alunos sobre o método jigsaw de aprendizagem colaborativa

A questão 7 busca identificar a aceitação dos alunos acerca do uso do método jigsaw de aprendizagem colaborativa na melhoria de suas aprendizagens, como segue:

- Aprender química seria mais fácil se os professores utilizassem o método Jigsaw de aprendizagem colaborativa?

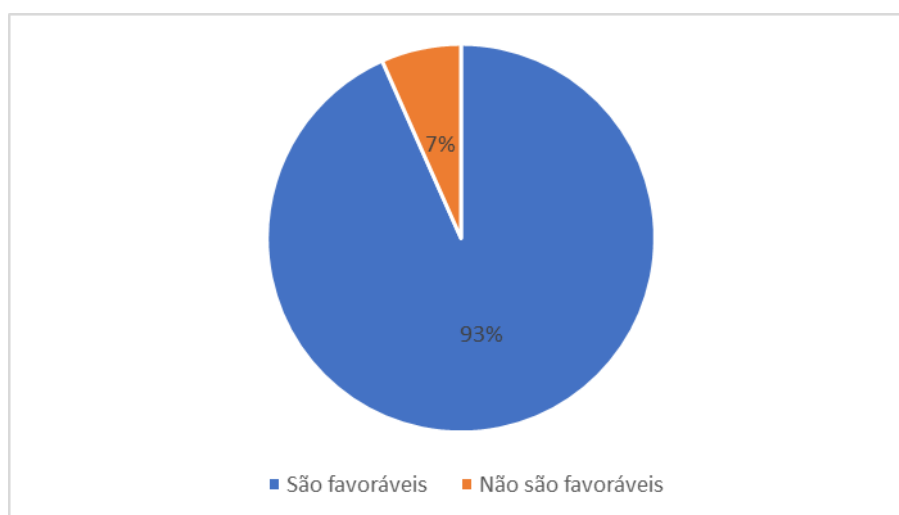
A questão 7 é de natureza subjetiva e, apesar de 100% dos alunos terem indicado suas respostas inicialmente utilizando “sim” e “não”, as justificativas foram bem variadas.

Como apenas dois dos trinta alunos avaliados se mostraram desfavoráveis ao método de trabalho cooperativo jigsaw (figura 10), apresentaremos aqui a transcrição direta de suas respostas:

Aluno 17: “Não, pois nem todos os alunos tem interesse de cooperar com os demais, embora eu tenha estudado com mais liberdade do que costumo nas aulas normais.”

Aluno 28: “Não. A educação precária do país não dispõe de todos os materiais necessários para essa aula e o método de autodidatismo precisa ocorrer mais vezes para funcionar bem, além disso, sem os textos de apoio, essa aula não teria ocorrido tão bem.”

**Figura 10** - Respostas dos alunos a questão 07 - Aceitação do Método Jigsaw associado a experimentos sensoriais – Questionário II



Fonte: Próprio autor (2019).

A análise das justificativas apresentadas pelos alunos 17 e 28 reforça as ideias apresentadas por Barbosa e Jófili (2004) ao entenderem que a cooperação entre os pares ainda não está presente de forma sistemática nas escolas. Tal comportamento precisa ser incentivado, para que possa despertar nos alunos o real significado do trabalho cooperativo.

Pode-se destacar também que, embora os alunos 17 e 28 tenham se mostrado de forma desfavorável ao método jigsaw, suas justificativas apresentam pontos de concordância com as respostas dos demais alunos que foram favoráveis ao método. O aluno 17 fala em maior liberdade e o 28, em ser mais ativo, ou seja, sujeito de sua aprendizagem, embora não tenha se expressado tão bem ao utilizar a expressão “autodidatismo”, o que é compreensivo, já que em aulas ditas tradicionais os alunos estão acostumados e serem meros receptores de

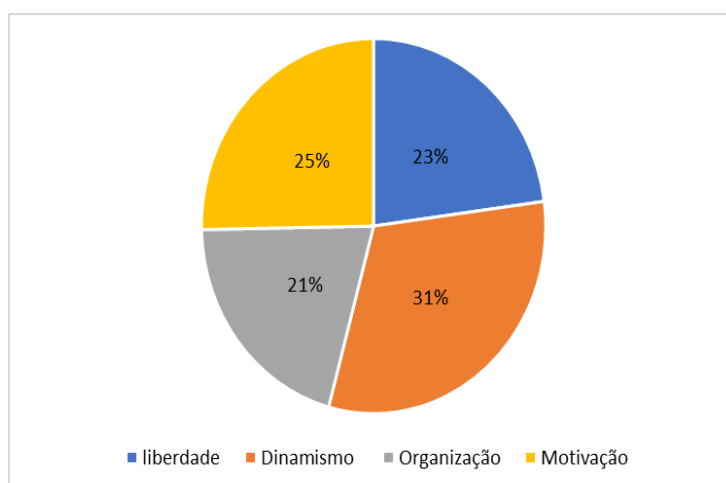
informação, ou seja, exercem função passiva em sua aprendizagem, logo têm dificuldade em classificar seu novo papel em modelo de trabalho diferente.

Quanto às respostas dos alunos que se mostraram favoráveis ao método, foi observado que em geral suas justificativas se atrelavam a 4 pontos específicos: maior liberdade nos estudos, dinamismo da aula, organização e motivação para leitura.

Assim, os dados destacados na figura 11 mostram que mesmo a questão 7 sendo subjetiva, as respostas seguiram muito próximas, com um ligeiro destaque para o dinamismo conferido à utilização do método jigsaw, além de enfatizar com o menor percentual, 21%, outro ponto já discutido no tópico 7.2.1, que é a organização das atividades.

Os dados da figura 11 nos mostram também uma certa uniformidade nas respostas dos alunos, o que é um forte indício de que método proposto alcançou seu objetivo com a maior parte dos integrantes do grupo, e que possivelmente deva se tornar mais efetivo, com o aumento na frequência da utilização de métodos de trabalho cooperativo.

**Figura 11** - Principais pontos abordados nas justificativas dos alunos favoráveis ao método jigsaw – Questionário II



Fonte: Próprio autor (2019).

## 8 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi realizada a aplicação de uma estratégia de ensino que vincula aprendizagem cooperativa pelo método jigsaw ao uso de experimentos sensoriais em uma aula de química sobre ácidos e bases.

Os dados obtidos no presente trabalho mostram que a aula proposta provocou avanços significativos na aquisição de saberes pelos alunos, sobre o tema abordado, e que foi muito bem aceito, inclusive reduzindo a resistência a atividades de leitura. Nesse sentido, os resultados da pesquisa ressaltam ainda que o trabalho cooperativo é mais efetivo quando bem planejado e organizado, e que seu uso mais frequente pode melhorar o interesse dos alunos.

Assim, a utilização do método jigsaw e experimentos sensoriais pode contribuir não somente para despertar a motivação dos alunos em aprender química de forma mais ativa e participativa, mas também desenvolver habilidades sociais e emocionais que os ajudem em seu amadurecimento educacional, o que não tem sido obtido com a utilização do modelo de aula tradicional (aula expositiva – transmissão/recepção) e “isolado” que enfatiza apenas os aspectos cognitivos e o cumprimento do conteúdo curricular.

É importante destacar que este trabalho não visa desqualificar o modelo de aula expositiva, pois ela tem seu valor educativo, mas oferecer uma ferramenta a mais ao dinamismo do processo de ensino e aprendizagem, oferecendo mais opções para os docentes na hora de planejar suas ações pedagógicas.

Deve ser esclarecido também que esta pesquisa não visa apresentar conclusões definitivas sobre a estratégia, nem muito menos a aprendizagem cooperativa, já que a experiência aqui apresentada foi uma aplicação pontual com a utilização de apenas um entre vários outros métodos de aprendizagem cooperativa. Dessa forma, um dos intuitos deste trabalho é divulgar uma estratégia de ensino baseada em aprendizagem cooperativa que tenha apresentado bons resultados.

Conclui-se que aliar diferentes métodos didáticos ao processo de ensino e aprendizagem pode resultar num importante instrumento de estímulo à aprendizagem dos alunos, com potencial para abrigar as diversas formas do aluno aprender.

Portanto, a pesquisa conclui que o emprego do método jigsaw associado a experimentos sensoriais pode trazer grandes benefícios ao processo de ensino e aprendizagem. Por fim, ressalte-se que a aplicação do método proposto não pode ser aplicada a todo e qualquer conteúdo da disciplina, antes é necessário adequá-la a cada conteúdo e à sua especificidade.

## 9 PRODUTO EDUCACIONAL

A pesquisa gerou como produto educacional um manual contendo toda a sequência para a aplicação da estratégia de ensino jigsaw associada a experimentos sensoriais no ensino médio e os instrumentais para sua implementação.

O manual tem como propósito auxiliar professores na aplicação/adaptação de uma aula de ciências, utilizando a estratégia de ensino proposta, uma vez que provocou avanços significativos na aquisição de saberes pelos alunos, sobre o tema abordado, e que foi muito bem aceito, inclusive reduzindo a resistência dos alunos à realização de atividades de leitura.

Desse modo, esse manual irá orientar professores de ciências na replicação ou adaptação da estratégia aqui apresentada, na abordagem de qualquer temática da área de ciências, uma vez que devemos levar em consideração que o ensino de ciências deve estar vinculado às questões sociais e contextuais do cotidiano do aluno, como inclusive já é previsto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2017). Porém, para evitar que a proposta pareça muito ampla ou vaga, optou-se por utilizar um tema específico.

O tema selecionado para abordagem foi “ácidos e bases”, por tratar de conteúdos muito frequentes em exames de ingresso em universidades, como ENEM e vestibulares, além de contemplar assuntos pertinentes às três séries do ensino médio da rede estadual de ensino, como segue: 1ª série – Funções inorgânicas, 2ª série – equilíbrio químico e 3ª série – características/comportamento das substâncias orgânicas.

O manual é composto por 2 unidades, sendo a primeira voltada à preparação para implementação da aula proposta e a segunda mostrando todo o procedimento de execução da aula.



## REFERÊNCIAS

ARONSON, E.; BLANEY, N.; STEPHINS, C.; SIKES, J.; SNAPP, M. **The jigsaw classroom**. Beverly Hills: Sage, 1978.

ARONSON, E. **Jigsaw Classroom**. Disponível em: <www.jigsaw.org>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ARONSON, E.; PATNOE, S. **The jigsaw classroom: building cooperation in the classroom**. [s.l.]: Addison-Wesley Educational Publishers Inc., 1997.

ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, C.; HOMEM-DE-MELO, P.; GAMBARDELLA, M. T. P.; DA SILVA, A. B. F. Química: Motivando o interesse científico. **Química Nova**, v. 29, 2006.

ASSIS, G. C.; SILVA, E. M. C. A.; MENDES, T. S.; NETO, J. L. S. A utilização do extrato da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) como alternativa de indicador natural para o ensino de ácidos e bases. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). **Anais...** Salvador, jul. 2012.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARBOSA, L. T. C.; BARCELLOS, P.S. **Perfume como tema contextualizador para o ensino de química no ensino médio**. 2013-2. 80f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2013.

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química - parceria que dá certo. **Ciência & Educação**, v. 10, nº 1, p. 55-61, 2004.

BATISTA, A. D. **O uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de química: estudo de caso a partir da inserção de uma flexquest off-line sobre ácidos e bases**. 2014. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura plena em Química,

Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

BELLETTATO, R. D. Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos. **História da Ciência e Ensino**, v. 6, p. 71-77, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2017.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 13<sup>a</sup> ed. New York: Prentice-Hall, 2015.

CERVO, A.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v. 23, n° 1, dez. 1998.

COHEN, E. G. Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. **Review of Educational Research**, v. 64, n. 1, p. 1-35, 1994.

COCHITO, M. I. S. Cooperação e aprendizagem: educação intercultural. Lisboa: Acime, p. 180, 2004.

COSTA, A. S. **O uso do crocodile chemistry como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases**. 2016. 68 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura plena em Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

COSTA, S. S. A utilização de diferentes Tecnologias e suas Linguagens na Prática Pedagógica. I Simpósio Regional de Educação/Comunicação. **Anais...** UENNO/cj, v. 1, p. 96-107, 2010.

CUNHA, E. S. **As sensações e os sentidos no ensino-aprendizagem da química orgânica**.

2017. 80f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura em Química, Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes, 2017.

DANTAS FILHO, F. F. D.; SILVA, G. N.; COSTA, A. S. Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico. **HOLOS**, Ano 33, v. 02, p. 161-173, 2016.

EBBING, D. D. **Química geral**. v. 2. 5ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, nº 3, p. 161-168, 2010.

GOMES, H.S. **Aprendizagem cooperativa tendo o método jigsaw como ferramenta para o ensino de química**. 2017. 52 f. (Monografia). Licenciatura em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

GONDIN, C. O. **Sequência didática para o ensino de ácidos e bases: da experimentação ao jogo numa abordagem contextualizada**. 2016. 88 f. (Dissertação). Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. **Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning**. 1ª ed. Boston: Allyn & Bacon, 1975.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. **El aprendizaje cooperativo en el aula**. Buenos Aires: Paidós, 1999.

KUTNICK, P. J. A social critique of cognitively based science curricula. **Science Education**, v.74, n. 1, p. 87-94, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, A. R. **A temática perfume como contexto para o ensino de química.** 2013. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura plena em Química, Instituto de Química da Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

OLIVEIRA, A. M., **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso.** 2008. 71 f. (Dissertação). Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OLIVEIRA, F. V. **Aromas: contextualizando o ensino de química através do olfato e paladar.** 2014. 224 f. (Dissertação). Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PENAFORTE, G. S.; SANTOS, V. S. O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **Revista EDUCamazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, Ano 7, v. 13, nº 2, p. 8-21, jul./dez. 2014.

PERRET-CLERMONT, A-N. **Social interaction and cognitive development in children.** London:Academic Press, 1980.

PERUZZO. F. M.; CANTO. E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** v. 1, 5ª ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009.

\_\_\_\_\_. **Química na abordagem do cotidiano.** v. 1, 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

PIAGET, J. **Language and thought of the child.** New York: Harcourt Brace, 1926.

RETONDO, C. G.; FILHO, P. F.S. **Química das Sensações.** v. 1. 2ª ed. Campinas: Átomo, 2006.

SANTOS, P. N.; AQUINO, K. A. S. Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica. **Química Nova na Escola**, v. 33, nº 3, p. 160-167, abr. 2010.

SANTOS-GRANERO, F. Modos não corpóreos de sentir e conhecer na Amazônia indígena. **Revista de Antropologia**, v. 49, nº 1, p. 93-131, 2006.

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

SILVEIRA, M. P.; KIOURANIS, N. M. M. A música e o ensino de química. **Química Nova na Escola**, nº 28, p. 28-31, 2008.

SLAVIN, R. **Development and motivational perspectives on cooperative learning: a reconciliation**. Child development, v. 58, p. 1161-1167, 1987.

SOARES, M.; SILVA, V.; BENITE, A. Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. **Química Nova Na Escola**, v. 33, nº 1, fev. 2011.

SOLOMONS, T. W. **Química orgânica**. v. 1. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

TEIXEIRA, C. A. M. **O tema da chuva ácida como estratégia para o ensino de ácidos e bases**. 2016. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Licenciatura plena em Química, Instituto de Química da Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

TEIXEIRA, L. R. **Sala de leitura funções inorgânicas**. 2018. Disponível em: <web.ccead.puc-rio.br>. Acesso em: 14 abr. 2018.

TEODORO, D. L.; **Aprendizagem cooperativa no ensino de química: investigando uma atividade didática elaborada no formato Jigsaw**. 2011. 120 f. (Dissertação). Mestrado em ciências (química analítica). Instituto de química de São Carlos – Universidade de São Carlos, São Carlos, 2011.

VIDAL, R. M.; MELO, B. R. C. A Química dos Sentidos: uma Proposta Metodológica. **Química Nova na Escola**, v. 35, nº 1, p. 182-188, ago. 2013.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society:** the development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO I



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**(ENCIMA)**

Questionário 01 – Concepções sobre ácidos e bases.

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

### Grupo de Conceitos básicos

01. Em nosso cotidiano lidamos diariamente com diversas substâncias e entre elas estão as substâncias inorgânicas, que segundo o sistema de classificação criado por Arrhenius, se subdividem em quatro funções denominadas ácido, base, sal e óxido. Por este sistema é possível classificarmos a maior parte das substâncias inorgânicas utilizando apenas sua fórmula química. Considerando a teoria de Arrhenius assinale a alternativa que contém apenas ácidos.

- |   |  |
|---|--|
| a) $\text{CO}$ , $\text{MgO}_2$ e $\text{SO}_3$                     | d) $\text{NaHCO}_3$ , $\text{LiBr}$ e $\text{CaSO}_4$    |
| b) $\text{NH}_4\text{OH}$ , $\text{KOH}$ e $\text{Al}(\text{OH})_3$ | e) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{LiOH}$ e $\text{KSO}_4$ |
| c) $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_3\text{PO}_4$ e $\text{HCN}$ |  |

02. Sabendo que muitos materiais do nosso dia-a-dia apresentam em sua constituição substâncias pertencentes às funções químicas ácido e base, assinale a alternativa que relaciona de forma adequada material e sua função.

- a) Leite de magnésio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) – base
- b) Suco gástrico ( $\text{HCl}$ ) - base
- c) Cal Hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) – ácido
- d) Vitamina C ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) – base

03. Você consegue perceber a química dos ácidos e bases no seu dia a dia? Cite exemplos?

---



---



---

### Grupo de especialistas I – Paladar

04. Os ácidos apresentam diversas características que os diferenciam das demais substâncias como, por exemplo, sua capacidade de se ionizar liberando íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) como único



cátion quando em solução aquosa, seu poder corrosivo e seu sabor. Sobre o último assinale a alternativa que melhor se adequa ao sabor dos ácidos.

- a) Leite de magnésio.
- b) Sal de cozinha.
- c) Caju.
- d) Banana verde.
- e) Vinagre.

05. Assim como os ácidos as bases apresentam diversas características que os diferenciam das demais substâncias como, por exemplo, sua capacidade de se dissociar liberando íons hidroxila (OH<sup>-</sup>) como único ânion quando em solução aquosa, seu poder cáustico e seu sabor adstringente. Com base em seus conhecimentos assinale o item que contém uma substância com sabor adstringente.

- a) Limão.
- b) Abacaxi.
- c) Acerola.
- d) Sal de cozinha.
- e) Leite de magnésio.

### **Grupo de especialistas II – Odor**

Texto base para as questões 06 e 07:

A química do mau cheiro... algo aqui não cheira bem

O processo de sentir cheiro e odores inicia-se com a sensibilização do sistema olfatório por substâncias odoríferas dispersas no ar atmosférico[...] [...] a volatilidade das substâncias odoríferas é essencial para que o sistema olfativo seja sensibilizado, pois é necessário que tenhamos uma interação entre as substâncias odoríferas e as células receptoras. Essa interação é feita pela dissolução dessas substâncias nas camadas mucosas do sistema olfatório das cavidades nasais. Sendo assim, podemos dizer que a substância odorífera entra na cavidade nasal – quando em contato com as células receptoras – gera um sinal elétrico, e este é transmitido para as regiões olfatórias do cérebro.

Fonte: SOARES, M.H.F.B. e et al. **Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro.** Química Nova Na Escola, Vol. 33, N° 1, FEVEREIRO 2011.

Sendo a volatilidade uma característica importante para que possamos sentir o cheiro das substâncias ácidas e básicas, podemos classificá-las em fixas (baixa volatilidade) ou voláteis (alta volatilidade). Com base no exposto e seus conhecimentos sobre a volatilidade dos ácidos e bases, responda:

06. Em quais itens temos exemplo de uma base volátil?

- a) Amoníaco (NH<sub>4</sub>OH)
- b) Soda caustica (NaOH)
- c) Hidróxido de Alumínio (Al(OH)<sub>3</sub>)

- d) Leite de magnésio ( $Mg(OH)_2$ )
- e) Cal Hidratada ( $Ca(OH)_2$ ) – ácido

07. Em quais itens temos exemplo de um ácido fixo, ou seja, não volátil?

- a) Ácido clorídrico – presente no suco gástrico ( $HCl$ )
- b) Ácido ascórbico – presente na vitamina C ( $C_6H_8O_6$ )
- c) Ácido sulfídrico – cheiro de ovo podre ( $H_2S$ )
- d) Ácido acético – presente no vinagre ( $C_2H_4O_2$ )
- e) Ácido sulfúrico – solução de bateria ( $H_2SO_4$ )

### **Grupo de especialistas III – Visão**

08. Ao adicionarmos algumas gotas de um indicador ácido/base preparado a partir do suco do repolho roxo em uma solução aquosa de ácido cítrico extraído do limão, o que se observa alguns segundos depois em sua coloração

- a) Permanece com coloração roxa natural do suco do repolho roxo, pois ácido e base não alteram a coloração do suco do repolho roxo.
- b) Adquire coloração vermelha, pois com a adição do suco de limão, que é uma solução ácida, a um aumento na concentração de íons  $H^+$ .
- c) Adquire coloração amarela, pois o suco de limão, que é uma solução básica, aumenta a concentração de íons hidroxila  $OH^-$ .
- d) A solução fica incolor, pois ácido e base não alteram a coloração do suco do repolho roxo.
- e) Adquire coloração verde, pois o suco de limão, que é uma solução básica, aumenta a concentração de íons hidroxila  $OH^-$ .

09. Em um experimento realizado por Pedro, aluno da escola Flávio Ponte, em suas aulas de química, ele observou que ao adicionar o indicador preparado a partir do suco de repolho roxo a uma solução básica concentrada de hidróxido de sódio ( $NaOH$ ), substância presente na soda caustica, a solução mudava de cor. Assinale o item que indica a cor observado por Pedro e o motivo da mudança de cor.

- a) A cor observada é roxa, pois ácido e base não alteram a coloração do suco do repolho roxo.
- b) A cor observada é vermelha, pois as antocianinas presentes na folha do repolho roxo alteram a cor da solução para vermelho quando em meio básico concentrado.
- c) A cor observada é vermelha, pois as antocianinas presentes na folha do repolho roxo alteram a cor da solução para vermelho quando em meio ácido concentrado.
- d) A cor observada é amarela, pois as antocianinas presentes na folha do repolho roxo alteram a cor da solução para amarelo quando em meio básico concentrado.
- e) A cor observada é rosa, pois as antocianinas presentes na folha do repolho roxo alteram a cor da solução para rosa quando em meio ácido concentrado.

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO II



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**(ENCIMA)**

Questionário 02 – Aceitação do método Jigsaw associado a experimentos sensoriais.

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

**Legenda dos conceitos:** Ótimo (10-9,0), Bom (8,0-7,0), Regular (6,0-5,0), Ruim (4,0-3,0), Péssimo (2,0-1,0)

01. Como você avalia sua colaboração na aprendizagem de seus colegas de sala com a utilização do método Jigsaw? Descreva.

( ) ótima      ( ) boa      ( ) regular      ( ) ruim      ( ) péssima

---

02. Como você avalia a colaboração de seus colegas de sala em sua aprendizagem com a utilização do método Jigsaw? Descreva.

( ) ótima      ( ) boa      ( ) regular      ( ) ruim      ( ) péssima

---

03. Como você avalia a participação dos grupos de especialistas?

( ) Foi importante, pois ampliou a interação e socialização de informações, o que resultou, em um maior aprofundamento do conteúdo.

( ) Não teve relevância em minha compreensão do assunto.

04. Como você avalia a contribuição dos experimentos realizados durante a aula em sua motivação para leitura do texto de suporte?

( ) ótima      ( ) boa      ( ) regular      ( ) ruim      ( ) péssima

05. Que conceito você atribui ao material textual de apoio utilizado?

( ) ótimo      ( ) bom      ( ) regular      ( ) ruim      ( ) péssimo

06. O que você acha do tema Ácidos e Bases?

( ) ótimo      ( ) bom      ( ) regular      ( ) ruim      ( ) péssimo

07. Aprender química seria mais fácil se os professores utilizassem o método Jigsaw de aprendizagem colaborativa?

---

(Fonte: elaborada pelo autor).

## APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO E SOLICITAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA

Nome da Pesquisa: **Método De Aprendizagem Cooperativa Jigsaw Associado A Experimentos Sensoriais No Ensino De Ácidos E Bases.**

**Pesquisadora responsável:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisele Simone Lopes.

**Informações sobre a pesquisa:** Por meio da aplicação de uma aula (150min.), elaborada aos moldes do modelo cooperativo de aprendizagem, na E.E.M. Prof<sup>o</sup>. Flávio Ponte, que envolverá a realização de atividades em grupo como experimentos, resolução de problemas e discussões sobre a temática Ácidos e Bases, deseja-se identificar as potencialidades da estratégia de ensino jigsaw associada a experimentos sensoriais no Ensino de Química.

Assim, convidamos você, aluno das turmas da 3<sup>a</sup> série do ensino médio da escola E.E.M Prof<sup>o</sup>. Flávio Ponte, a participar deste estudo. Assumimos o compromisso de manter sigilo quanto a sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconforto para os participantes.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisele Simone Lopes.

Eu, \_\_\_\_\_ RG  
\_\_\_\_\_, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, solicito a participação da referida pesquisa, bem como ter:

1. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
2. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
3. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
4. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

Maracanaú-ce, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Assinatura do participante

## APÊNDICE D - MATERIAL DE APOIO (CONCEITOS INICIAIS)

### Os Ácidos e as Bases: O Conceito de Arrhenius

#### Você sabia?

---

Durante a digestão, várias enzimas atuam sobre o alimento ingerido, transformando-o de modo que possa ser absorvido pelas células do corpo. Estas enzimas são provenientes do suco gástrico produzido no estômago e composto por enzimas e ácido clorídrico (HCl), pois a ação enzimática depende fortemente da acidez. O muco secretado por glândulas estomacais protege as células da ação agressiva do suco gástrico, porém se o suco gástrico passa para o esôfago, cuja mucosa não é protegida pelo muco, o resultado é uma sensação dolorida de queimação (azia). Para tratarmos a azia além de evitar a ingestão de certos alimentos, diminuir a acidez do estômago com antiácidos pode aliviar seus sintomas. Antiácidos são bases, como hidróxido de alumínio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) e o hidróxido de magnésio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) que neutralizam parte do ácido do estômago.

Adaptado de: PERUZZO. F. M.; CANTO. E. L. Química na abordagem do cotidiano. v. 1, 5ª ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009.

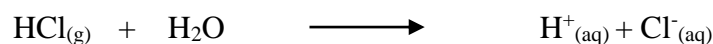
---

O comportamento ácido-base é conhecido há muitos e muitos anos. 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. A teoria de ácido e base que será tratada aqui data do século XX: teoria de Arrhenius (1887).

Svante August Arrhenius (1859-1927), químico, físico e matemático sueco, propôs, em 1887, uma teoria para explicar o comportamento de ácidos e bases. Segundo o conceito de **Arrhenius**, temos que:

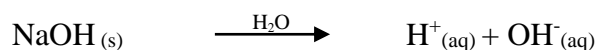
**Ácidos:** são substâncias que, em solução aquosa (dissolvidas em água), liberam como único cátion o íon hidrogênio,  $H^+$ , que, na presença de água, formam o cátion hidrônio ( $H_3O^+$ ).

O cloreto de hidrogênio, HCl, por exemplo, a temperatura ambiente, é um gás. Quando dissolvido em água, o HCl forma íons  $H^+_{(aq)}$  e  $Cl^-_{(aq)}$  e é chamado de ácido clorídrico.



**Bases:** são substâncias que, em solução aquosa (dissolvidas em água), liberam como único ânion o íon hidroxila ( $OH^-$ ).

O hidróxido de sódio, NaOH, é um **sólido iônico** a temperatura ambiente. Quando dissolvido em água se dissocia formando os íons sódio ( $Na^+$ ) e hidroxila ( $OH^-$ ).



Assim, para Arrhenius, o íon  $H^+$  representa o grupo funcional dos ácidos, portanto é o responsável pelas propriedades características dos ácidos como sabor azedo, ação sobre indicadores e inclusive por sua corrosividade sobre certos materiais. Da mesma forma, o íon  $OH^-$  é o responsável pelas propriedades características das bases como sabor adstringente, ação das bases sobre indicadores e pelo ataque a pele, tornando-a escorregadia e provocando lesões.

Após estes conceitos introdutórios sobre ácidos e bases você deve estar se perguntando, e como faço para reconhecer um ácido e uma base no meu dia a dia?

E podemos responder a essa pergunta utilizando definições experimentais como sabor e ação sobre indicadores (procedimentos que serão realizados nos grupos de especialistas) ou com teorias microscópicas como por exemplo a representação dos ácidos e bases proposta por Arrhenius.

Segundo a proposta de representação de Arrhenius os ácidos inorgânicos são representados da seguinte forma:  $H_nX$ . Observe que o H, hidrogênio, por ter maior tendência a formar o cátion está à esquerda na fórmula e assim podemos utilizar esse forma de representação como método alternativo para o reconhecer um ácido inorgânico, pois com exceção da água ( $H_2O$ ), que é um óxido, os demais compostos inorgânicos que têm o elemento H a esquerda de sua fórmula são ácidos, como observado no ácido clorídrico (HCl) presente no suco gástrico e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) presente em líquidos de bateria.

Assim como os ácidos podemos reconhecer as bases inorgânicas utilizando sua forma de representação que é  $Y(OH)_n$ . Observe que a hidroxila ( $OH^-$ ), por ser o ânion está

escrito a direita da fórmula, assim temos que todo composto inorgânico representado com o grupo  $\text{OH}^-$  a direita da fórmula será uma base como observado no hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) presente na soda caustica e no hidróxido de magnésio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) presente no leite de magnésia. Deste modo temos que é possível fazer o reconhecimento de ácidos e bases inorgânicos utilizando suas fórmulas químicas, na qual podemos obter facilmente ao checar o rótulo do produto ou fazendo uma pesquisa rápida na internet.

Fonte: Adaptado de PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. v. 1, 5ª ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009 / TEIXEIRA, L. R. Sala de leitura funções inorgânicas. 2018. Disponível em: <[web.ccead.puc-rio.br](http://web.ccead.puc-rio.br)>. Acesso em: 14 abr. 2018.



## APÊNDICE E - MATERIAL DE APOIO (SABOR)

### Subtema I: O sabor dos ácidos e das bases

#### Você sabia?

---

A sensação de sabor está associada à nossa cultura e ao ambiente onde vivemos. Para nós, brasileiros, é comum criarmos um cachorro para nos fazer companhia, já para alguns orientais, isso é muito estranho, pois eles saboreiam o cachorro em sua diversificada culinária. Comer um escorpião seria algo desafiador e assustador para nós, mas eles o fazem com naturalidade. Diante disso, percebe-se que o paladar está intimamente ligado às percepções, assim como também os outros sentidos.

Fonte: RETONDO, C. G.; FILHO, P. F.S. Química das Sensações. v. 1. 2ª ed. Campinas: Átomo, 2006.

---

Como observamos no texto o paladar está relacionado com nossa percepção, assim o paladar é uma ferramenta natural para o reconhecimento de substâncias, das quais já saboreamos. Porém é importante lembrar que por questões de segurança seria imprudente sair provando as substâncias a fim de reconhecê-las, afinal poderíamos nos deparar com substâncias tóxicas, corrosivas etc. No entanto é comum termos presentes em nossa dieta substâncias que apresentam sabor azedo, tais como o suco de limão e o vinagre. Há também substâncias que apresentam sabor adstringente, ou seja, “amarram” a boca. O sabor adstringente proporciona uma sensação de secura intensa acompanhada de amargura, assim os alimentos são de sabor adstringente, porque precisamente manifestam gosto amargo, como o caso de frutos maduros (banana verde, caju e do caqui verdes).

Na verdade, esses dois tipos de sabor, o azedo e o adstringente, caracterizam dois grandes grupos de substâncias: os ácidos e as bases. Sendo assim seria bem fácil diferenciar pelo sabor um suco de limão e o antiácido estomacal como leite de magnésia, isso porque o sabor azedo dos ácidos e o sabor adstringente das bases, são bem característicos em nosso cotidiano. Deste modo listamos abaixo algumas substâncias de sabor azedo e adstringente presentes em frutos e produtos do cotidiano:

**Sabor azedo:** Sucos de frutas cítricas (laranja, acerola, abacaxi etc), vinagre, suco de tomate, café comum, etc.

**Sabor adstringente:** Antiácidos estomacais como hidróxido de alumínio e leite de magnésia, clara de ovo, banana verde etc.

Fonte: Adaptado de: PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. v. 1, 5ª ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009. / RETONDO, C. G.; FILHO, P. F.S. Química das Sensações. v. 1. 2ª ed. Campinas: Átomo, 2006.

## APÊNDICE F - MATERIAL DE APOIO (OLFATO)

### Subtema II: A volatilidade dos ácidos e bases do cotidiano

#### Você sabia?

---

A detecção do cheiro das substâncias pelo olfato é chamada de transporte de massa, ou seja, as moléculas têm que percorrer um caminho até chegar ao nosso nariz.

Para que moléculas presentes na superfície de uma substância se desprendam e alcancem o nosso nariz, é necessário que a substância em questão apresente **volatilidade**, uma propriedade que está diretamente ligada às interações moleculares das substâncias, pois é dessas interações que depende a possibilidade da passagem do estado sólido ou líquido para o gasoso, possibilitando seu transporte pelo ar até nossos receptores olfativos.

Para sentir o cheiro de um perfume, as moléculas precisam se desprender do líquido (mudando de estado físico: de líquido para gasoso). Em seguida, as moléculas, ao serem transportadas, através do ambiente em que se encontram, alcançam o nariz. Tais moléculas entram em contato com o quimiorreceptor específico. Por último, os quimiorreceptores olfativos se comunicam com o cérebro, onde o odor é interpretado e transformado em uma percepção.

Fonte: VIDAL, R. M.; MELO, B. R. C. A Química dos Sentidos: uma Proposta Metodológica. Química Nova na Escola, v. 35, nº 1, p. 182-188, ago. 2013.

---

Volatilidade é o termo utilizado para dizer que um determinado material líquido apresenta facilidade em passar para o estado gasoso por ter um ponto de ebulição baixo.

Em relação a esse critério, os **ácidos** são classificados da seguinte forma:

**Voláteis:** ácidos com baixo ponto de ebulição que passam facilmente para o estado gasoso. **Exemplos:** HCl, HBr e HClO<sub>4</sub>.

**Fixos:** ácidos com altos pontos de ebulição que, portanto, não passam facilmente para o estado gasoso. **Exemplos:** H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

Quanto a volatilidade das **bases**, temos que:

**Base volátil:** o hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) presente em soluções de amoníaco é a única base volátil (baixo ponto de ebulição).

**Bases fixas:** todas as demais bases são consideradas não voláteis ou fixas (alto ponto de ebulição).

Fonte: Adaptado de: PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. v. 1, 5ª ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009. / VIDAL, R. M.; MELO, B. R. C. A Química dos Sentidos: uma Proposta Metodológica. Química Nova na Escola, v. 35, nº 1, p. 182-188, ago. 2013.

## APÊNDICE G - MATERIAL DE APOIO (VISÃO)

### Subtema III: Os efeitos dos ácidos e bases sobre a cor de um indicador de pH

#### Você sabia?

---

A cor das pétalas de muitas flores pode variar de acordo com a acidez do solo em que se encontram. Um exemplo é a hortênsia, que, em solo ácido, produz flores azuis (quanto mais ácido, mais azul-escuro ficará), já em solos básicos, suas flores são cor-de-rosa. Isso porque as antocianinas, substâncias presentes no extrato de repolho roxo, têm a propriedade de mudar de cor quando em meio ácido ou básico, e por isso são chamadas de indicador de ácido e base. Esse indicador está presente na seiva de muitos vegetais, tais como uvas, jabuticabas, amoras, beterrabas, bem como em folhas vermelhas e flores de pétalas coloridas, como as flores de azaleia e quaresmeira. As antocianinas são responsáveis pela coloração rosa, laranja, vermelha, violeta e azul da maioria das flores.

Fonte: Indicadores ácido-base naturais. Disponível em: <munodoeducacao.bol.uol.com.br>. Acesso em: 15 abr. de 2018

---

Químicos do passado perceberam que as substâncias pertencentes ao grupo dos ácidos quando misturado ao suco de uva ou de amora, deixam esses materiais avermelhados. Já as substâncias pertencentes ao grupo das bases deixam o suco da uva e o da amora azulados. Deste modo temos que o suco da uva e da amora são exemplos de indicadores ácido-base que podem ser utilizados para definir de forma operacional (experimental) quais substâncias pertencem ao grupo dos ácidos e quais pertencem ao grupo das bases.

De forma semelhante ao suco da uva e da amora o extra do repolho roxo, obtido submetendo-se suas folhas picadas à água fervente por cerca de cinco minutos e em seguida coado, também atua como indicador ácido-base isso porque o repolho roxo tem em sua

constituição uma substância antocianinas que nos permite classificar os meios ácidos e básicos da seguinte forma:

**Ácidos:** são substâncias que avermelham/rosam o extrato do repolho roxo.

**Bases:** são substâncias que esverdeiam/amarelam o extrato do repolho roxo.



Fonte: Ph do repolho roxo. Disponível em: <br.pinterest.com> Acesso em: 14 abr. 2018.

É importante também avisá-los que a maior parte das substâncias não se encaixam em nenhum dos dois grupos. É o caso por exemplo, do cloreto de sódio (sal de cozinha), da sacarose (açúcar comum) e do etanol (álcool comum).

A acidez e a basicidade das soluções também podem ser medidas utilizando-se a escala de **pH**. Esta escala está relacionada com a concentração de íons hidrogênio,  $H^+$  ou  $H_3O^+$ , presentes na solução e varia de **0** a **14** a  $25^\circ C$ . Desse modo, soluções aquosas que apresentam pH menor que **7** são consideradas ácidas, e aquelas que apresentam pH maior que **7** são básicas. Quanto mais ácida for uma solução, menor será o valor de seu pH e, quanto mais básica, maior o seu pH. Soluções muito ácidas podem apresentar  $pH < 0$  e soluções muito básicas  $pH > 14$ . Observe na Figura abaixo a escala de pH e o pH de algumas soluções:

## Escala numérica de pH



Fonte: Água. Disponível em: <melhorsaude.org>. Acesso em: 14 abr. 2018.

Fonte: Adaptado de: PERUZZO. F. M.; CANTO. E. L. Química na abordagem do cotidiano. v. 1, 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna Plus, 2009.

## APÊNDICE H - EXPERIMENTO I (SABOR)

Consiste em um conjunto de soluções preparadas a partir de substâncias predominantemente ácidas e básicas que possam ser ingeridas sem riscos pelos alunos, com a finalidade de permiti-los perceber na prática seus sabores.



**\*Sugestão de materiais:**

Utilizar se possível frascos conta gotas para armazenar as soluções, pois assim os alunos podem gotejar as soluções na língua sem as contaminar, possibilitando a utilização por todos os participantes de forma higiênica.

**\*Soluções ácidas:** suco de laranja, suco de limão, suco de abacaxi e vinagre.

**\*Soluções básicas:** Leite de magnésia (sabor original), hidróxido de alumínio (sabor original), suco de caqui verde, suco de banana verde.

**Obs.:** Deve-se evitar a diluição das soluções, pois quando concentradas oferecem melhores resultados para os experimentos propostos.



## APÊNDICE I - EXPERIMENTO II (OLFATO)

Consiste em um conjunto de etiquetas (tiras de papel ou pano) ou de maneira alternativa pode-se utilizar cotonetes, que serão embebidos em soluções preparadas a partir de substâncias predominantemente ácidas e básicas que possam ser inaladas sem riscos pelos alunos, com a finalidade de permiti-los perceber na prática seus odores.



### **\*Sugestão de materiais:**

Utilizar se possível frascos conta gotas para armazenar as soluções, pois confere maior precisão na hora de umedecer o tecido, papel ou cotonete.

**\*Soluções ácidas:** suco de laranja, suco de limão, suco de abacaxi e vinagre.

**\*Soluções básicas:** Leite de magnésia (sabor original), hidróxido de alumínio (sabor original), suco de caqui verde, suco de banana verde.

**Obs.:** Deve-se evitar a diluição das soluções, pois quando concentradas oferecem melhores resultados para os experimentos propostos.

### APÊNDICE J - EXPERIMENTO III (VISÃO)

Consiste em um conjunto de soluções preparadas a partir de substâncias de uso doméstico e que tenham caráter predominantemente ácido e básico e testamos seus efeitos frente a um indicador de pH natural como por exemplo o suco do repolho roxo, permitindo que os alunos observem quais as alterações de cores obtidas em cada caso.



**\*Sugestão de materiais:**

Utilizar se possível frascos conta gotas para armazenar as soluções, pois confere maior precisão na hora de transferir a solução a ser analisada para o recipiente contendo o indicador, suco de repolho roxo.

**\*Soluções ácidas:** Suco de limão, suco de abacaxi e vinagre.

**\*Soluções com caráter básico:** Solução de bicarbonato de sódio, sabão em pó e amoníaco.

**\*Indicador Ácido/base:** Suco de repolho roxo.

**Obs.:** Deve-se evitar a diluição das soluções, pois quando concentradas oferecem melhores resultados para os experimentos propostos.