

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

José Augusto Stefini

CONTEXTUALIZANDO CONCEITOS DE ÁCIDOS  
E BASES NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE  
UMA UEPS

Passo Fundo

2018

José Augusto Stefini

CONTEXTUALIZANDO CONCEITOS DE ÁCIDOS  
E BASES NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE  
UMA UEPS

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

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

S816c Stefini, José Augusto  
Contextualizando conceitos de ácidos e bases no Ensino Médio por meio  
de uma UEPS / José Augusto Stefini. – 2018.  
126 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –  
Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Química – Métodos de ensino. 2. Química (Ensino médio). 3.  
Química experimental. I. Zoch, Alana Neto, orientadora. II. Título.

CDU: 54

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

José Augusto Stefini

CONTEXTUALIZANDO CONCEITOS DE ÁCIDOS  
E BASES NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE  
UMA UEPS

A banca examinadora abaixo APROVA, em 27 de setembro de 2018, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Prof. Dra. Alana Neto Zoch - Orientadora  
Universidade de Passo Fundo

Prof. Dr. Jean Carlo Salome dos Santos Menezes  
Universidade do Contestado

Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz  
Universidade de Passo Fundo

Prof. Dra. Aline Locatelli  
Universidade de Passo Fundo

## **AGRADECIMENTOS**

À minha professora e orientadora, Dra. Alana Neto Zoch, pelos ensinamentos, pelas palavras de incentivo e dedicação que teve durante o tempo em que me acompanhou na elaboração desse trabalho de mestrado.

Aos professores e colegas do PPGECM-UPF, pelo conhecimento compartilhado durante as aulas e pela relação de amizade criada nessa etapa das nossas vidas.

À direção da escola, e em especial a professora de Química Cleusa Miorando, por acreditar e possibilitar que esse trabalho fosse realizado com seus estudantes.

Aos estudantes do 2º Ano do Ensino Médio, pela troca de experiências que proporcionaram durante as aulas.

Aos meus pais e irmãos por todas as palavras de incentivo e de carinho que sempre me impulsionaram para atingir meus objetivos.

À minha esposa Vívian, pelo carinho, amor e por estar sempre ao meu lado apoiando e dando força para superar os obstáculos que surgiram.

E a todos os amigos que de uma forma ou outra participaram desse momento ímpar em minha vida.

Ser professor é estar em constante movimento e em sintonia com a responsabilidade que é dada ao seu papel diante da sociedade em que vive.

## RESUMO

O Ensino de Química ainda se encontra distante da realidade dos estudantes e é notável a necessidade de melhorar o aprendizado escolar promovendo um ensino contextualizado e significativo. Um ensino contextualizado é visto por diversos autores como uma possibilidade de mudança na significação dos conceitos químicos. Atrelado a isso, a utilização de diferentes estratégias e ferramentas podem facilitar a aprendizagem dos estudantes. Assim, o objetivo desse trabalho foi elaborar e aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na busca de detectar indícios de uma aprendizagem significativa dos conceitos químicos relacionados a ácidos e bases. O trabalho está vinculado à linha de pesquisa Fundamentos Teórico-Metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM/UPF). A teoria cognitivista e construtivista de David Ausubel, denominada Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi a base teórica que norteou a pesquisa. A UEPS, produto educacional elaborado, tem como estratégias de ensino a experimentação, a leitura de textos e a simulação computacional. Ela foi desenvolvida com 29 estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública de Água Santa - RS. Foram ferramentas de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem a aplicação de pré e pós-teste, a avaliação somativa individual, as atividades colaborativas realizadas em grupo e os registros do professor feitos ao longo do desenvolvimento da UEPS. A análise foi de cunho qualitativo e quantitativo. Na avaliação somativa individual, 52 % dos estudantes obtiveram um percentual de acertos acima de 70% e na comparação do pré e pós-teste, observou-se que os estudantes avançaram na construção dos conceitos químicos tanto na quantidade de acertos, quanto na elaboração de respostas mais estruturadas e relacionadas com o conteúdo. Nesse sentido, observou-se que a maioria dos estudantes que se envolveu nas atividades trabalhadas em sala de aula, apresentou melhores resultados nas avaliações e, principalmente, na argumentação e discussão sobre a utilização dos conceitos de ácidos e bases. O Produto Educacional encontra-se disponível no portal EduCapes: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/430285>>.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Ensino de Química. Experimentação.

## ABSTRACT

The chemistry teaching is still distant from the student's reality and is remarkable the necessity to improve the school learning, promoting a contextualized and meaningful teaching. Many authors see the contextualized teaching as a possibility of changing the meaning about chemical concepts. Connected to this, the use of different strategies and tools could facilitate the student's learning. Thus, the aim of this work was elaborate and applied a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) as a way to detect meaningful learning evidences related of chemistry concepts about acids and bases. The work is linked to Theoretical-Methodological Fundamentals for the Mathematics and Science Education research line (PPGECM/UPF). The cognitivist and constructivist theory of David Ausubel, named Meaningful Learning Theory (MLT), was the theoretical basis that guided this research. The PMTU, educational product elaborated, has as teaching learning strategy the experimentation, the text reading and the computer simulation. It was developed with 29 second year' students of public high school from Água Santa – RS. The application of pre- and post- test, individual somative evaluation, the collaborative activities and the teacher registers, realized during the PMTU development, was the tools for data collection. The analyses had qualitative and quantitative approach. On the individual somative evaluation, 52% of students obtained one percentage of correct answers greater than 70% and in pre- and post-test comparison observed that students advanced in chemical concepts construction, both in right answers and responses elaboration, which was more structured and related to the contents. In this way, it was observed that the majority students who was involved with proposed activities in classroom showed better results in evaluation and, mainly, in the argumentation and discussion about the use of acids and bases concepts. The educational product is now available in the EduCapes portal: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/430285>>.

**Keywords:** Meaningful learning. Chemistry teaching. Experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resposta da questão 1 pelo Estudante E-18.....	62
Figura 2 - Estudante desenvolvendo atividades de sistematização no quadro. ....	69
Figura 3 - Resposta errada do estudante E-03 para a questão 02. ....	72
Figura 4 - Escala de pH. ....	73
Figura 5 - Demonstração do comportamento das moléculas ao selecionar a opção de ácido forte para a solução. ....	78
Figura 6 - Demonstração do comportamento das moléculas em solução ao selecionar, neste caso, a concentração desejada para uma base fraca. ....	79
Figura 7 - Estudantes utilizando os netbooks na execução das atividades com o simulador químico. ....	79
Figura 8 - Resposta do primeiro grupo (E09, E16 e E23) para a Questão 01. ....	80
Figura 9 - Respostas do segundo grupo (E04, E24 e E29) para a Questão 04. ....	80
Figura 10 - Resposta do estudante E18 para a questão 01. ....	87
Figura 11 - Resposta do estudante E24 nas questões 01 e 02 do pós-teste. ....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos encontrados na Revista QNEsc. ....	32
Quadro 2 - Trabalhos selecionados nos EDEQs que abordam a TAS.....	34
Quadro 3 - Trabalhos selecionados nos ENEQs que abordam a TAS.....	36
Quadro 4 - Resumo dos trabalhos selecionados nos ENEQs. ....	38
Quadro 5 - Indicação das atividades e número de períodos em cada passo da UEPS.....	45
Quadro 6 - Ferramentas de coleta de dados e critérios de análises. ....	49
Quadro 7 - Respostas dos estudantes para a Questão 01.....	51
Quadro 8 - Resultados de cada ferramenta de ensino (A-F) pesquisada. (Legenda: 1. Menos gosta; 2. Gosta um pouco; 3. Indiferente; 4. Gosta; 5. Mais gosta).....	53
Quadro 9 - Filtros utilizados na pesquisa e seus respectivos resultados. ....	55
Quadro 10 - Trabalhos selecionados após critérios de buscas.....	56
Quadro 11 - Categorização das repostas dos estudantes. ....	62
Quadro 12 - Dados da avaliação do trabalho em grupo 01. ....	70
Quadro 13 - Questionamentos levantados pelo professor sobre o vídeo.....	76
Quadro 14 - Questões utilizadas para avaliar as considerações dos estudantes sobre a utilização do simulador.....	81
Quadro 15 - Respostas dos estudantes para a terceira questão sobre a utilização do simulador. ....	81
Quadro 16 - Questão 01.....	83
Quadro 17 - Questão 02.....	83
Quadro 18 - Questão 03.....	84
Quadro 19 - Questão 04.....	84
Quadro 20 - Questão 05.....	85
Quadro 21 - Comparação da porcentagem de acertos para cada uma das substâncias indicadas na questão 03. ....	88
Quadro 22 - Questão 07 do pós-teste. ....	88
Quadro 23 - Avaliação dos trabalhos. ....	89

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados das revistas QNEsc.....	30
Gráfico 2 - Resultados dos Anais dos EDEQs. ....	31
Gráfico 3 - Resultados dos Anais dos ENEQs. ....	31
Gráfico 4 - Quais partes do conteúdo de Química você sente maior dificuldade?.....	52
Gráfico 5 - Como você estuda? .....	54
Gráfico 6 - Porcentagem de acertos para a questão 03.....	63
Gráfico 7 - Porcentagem de acertos por questão. ....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade.
EDEQ	Encontros de Debates sobre o Ensino de Química.
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química.
EJA	Educação de Jovens e Adultos.
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais.
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais +.
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.
PE	Produto Educacional.
PPGECM-UPF	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo.
QNEsc	Revista Química Nova na Escola.
SBQ	Sociedade Brasileira de Química.
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa.
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Considerações sobre o Ensino de Química.....</b>	<b>17</b>
2.1.1	<i>Experimentação no Ensino de Química .....</i>	<i>19</i>
2.1.2	<i>Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS: uma abordagem baseada na contextualização.....</i>	<i>22</i>
<b>2.2</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel .....</b>	<b>25</b>
2.2.1	<i>Levantamento bibliográfico sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa no Ensino de Química .....</i>	<i>29</i>
2.2.1.1	<i>Levantamentos de dados quantitativos.....</i>	<i>30</i>
2.2.1.2	<i>Levantamento dos dados qualitativos.....</i>	<i>32</i>
2.2.1.3	<i>Considerações sobre a pesquisa realizada .....</i>	<i>40</i>
<b>2.3</b>	<b>Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>PRODUTO EDUCACIONAL PROPOSTO.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>Local e público alvo.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2</b>	<b>Produto educacional.....</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Primeiras concepções dos sujeitos da pesquisa.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2</b>	<b>Pesquisa bibliográfica em Teses e Dissertações da CAPES.....</b>	<b>55</b>
<b>5.3</b>	<b>Resultados da aplicação da UEPS.....</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário 01 – Sondagem inicial.....</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE B – Atividade Experimental 01.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE C – Pré e pós-teste.....</b>	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE D – Trabalho em grupo 01 .....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE E – Atividades de Sistematização I – Parte A .....</b>	<b>107</b>
	<b>APÊNDICE F – Atividade Experimental 02.....</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE G – Atividades de Sistematização I – Parte B .....</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE H – Orientações para trabalhar o vídeo 1 .....</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE I – Orientações para a utilização do simulador computacional .....</b>	<b>112</b>

<b>APÊNDICE J – Atividades de Sistematização II.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE K – Avaliação Somativa Individual .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO A – Texto de apoio 01.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO B – Texto de apoio 02.....</b>	<b>125</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Química necessita de estruturação e de postura por parte dos professores para melhorar a maneira que são apresentados os conteúdos disciplinares e as ações pedagógicas desenvolvidas na sala de aula. Segundo Zanon e Maldaner (2010, p. 103), “muito se discute sobre a necessidade de superar os aprendizados escolares notadamente centrados na repetição de conteúdos descontextualizados e fragmentados, com questionável papel formador para a vida em sociedade”.

O professor, por sua prática, tem a difícil tarefa de acompanhar as mudanças que ocorrem fora de sua sala de aula e ao mesmo tempo, interpretar e relacionar estas com seu conteúdo disciplinar contribuindo assim, para a formação de cidadãos críticos capazes de engajar-se na atual sociedade.

Chassot (2010, p. 28) tonifica essas palavras dizendo que o conhecimento nos dias atuais chega à escola de todas as formas e com as mais diferentes qualidades, exigindo dos professores outra postura. Reforça ainda, que o “transmissor de conteúdo já era” dando espaço ao formador de pensamentos críticos que por sua prática, permita que os estudantes sejam capazes de discriminar “verdades” de falácias, e que a sua escolha de conteúdos esteja relacionada a uma melhor qualidade de vida da sociedade.

A prática docente para se encaixar nesse contexto, deve ser continuamente revisada. Segundo Freire, “a reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando “blábláblá” e a prática, ativismo” (2004, p. 22, grifo nosso).

Este desafio do ser professor e de estar em constante movimento começou a despertar em mim o interesse em encontrar maneiras de proporcionar aos estudantes uma aprendizagem científica que fosse significativa para suas vidas. Segundo Mortimer (2010, p. 191), “quando o estudante é capaz de aplicar os novos significados a uma variedade de diferentes fenômenos e situações, ele se tornou capaz de entender esses novos significados e se apropriou deles como seus próprios significados”.

Minha trajetória acadêmica para tornar-me professor iniciou em 2004 ao ingressar no curso de Química Licenciatura Plena da Universidade de Passo Fundo. Durante todo o curso, a preparação para tornar-se um professor capaz de significar os conceitos químicos e relacionar estes com a vida dos estudantes, sempre guiaram as minhas pesquisas e ações docentes.

A experiência como docente ficou restrita aos estágios supervisionados realizados durante o curso. Nesse momento, percebi o quanto era importante o papel do professor e o

aprendizado que esta atividade trazia para vida, tanto dos estudantes, quanto do próprio professor. Como já dizia Freire (2004, p. 23):

Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Quem ensina, ensina alguma coisa a alguém.

Após a conclusão do curso de licenciatura não retornei para a sala de aula, contudo, a prática de ensinar continua presente na atual profissão que exerço frente à educação ambiental em uma empresa de saneamento.

Essas atividades ambientais proporcionam o contato com inúmeros estudantes de diferentes níveis de ensino. Como a Química se apresenta de forma mais destacada no Ensino Médio, devido às divisões disciplinares que o atual sistema de ensino propõe, comecei a observar essas turmas que visitavam a empresa em busca de conhecimento sobre o tratamento e qualidade da água.

Por meio das atividades desenvolvidas nessas visitas, notou-se que os estudantes não conseguem relacionar a Química com os acontecimentos que os cercam. A Química nesse contexto aparece como meramente uma disciplina científica onde suas teorias e conteúdos não se aplicam ao contexto social.

Minha inquietude como professor, mesmo na informalidade, começou a despertar o interesse em encontrar maneiras de proporcionar aos estudantes uma aprendizagem que fosse significativa para suas vidas. Em consonância com esse anseio, surge a oportunidade de cursar um mestrado na área de ensino e encontrar nele subsídios para propiciar um Ensino de Química que fosse relevante e satisfatório.

As primeiras questões que surgem para atender tais requisitos supracitados são se a partir de uma intervenção didática utilizando diferentes estratégias de ensino haverá um maior interesse pelos estudantes em aprender Química?

E ainda, como contribuir para que o ensino torne-se prazeroso e, principalmente, significativo para o estudante?

Embasando essas questões na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel e nas visões contemporâneas sobre a aprendizagem de Marco Antonio Moreira, surgiu a pergunta que norteou essa dissertação de mestrado profissional: A realização de uma sequência didática como a UEPS, utilizando diferentes estratégias para a abordagem de conceitos químicos relacionados a acidez e basicidade, pode contribuir na busca de evidências de aprendizagem?

Os objetivos principais da prática pedagógica desenvolvida nesse trabalho foi elaborar e aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), segundo os passos criados por Moreira (2011), na busca de detectar evidências de Aprendizagem Significativa dos conceitos químicos relacionados a ácidos e bases.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Utilizar a Teoria da Aprendizagem Significativa para embasar a pesquisa;
- Elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como produto educacional, para abordar os conceitos de ácidos e bases utilizando diferentes estratégias de ensino;
- Aplicar o produto educacional;
- Identificar os indícios de aprendizagem significativa, resultante da intervenção didática desenvolvida, por meio dos instrumentos de avaliação definidos nesse trabalho;
- Comparar os resultados com outros trabalhos relacionados ao mesmo conteúdo.

Para atender os objetivos dessa proposta, foi implementada, então, como sequência didática, uma Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), tendo como base a Teoria Aprendizagem Significativa de Ausubel e, portanto, alinhada a fundamentação teórica desse projeto. A UEPS, como produto educacional, buscou proporcionar um ensino contextualizado e significativo para os estudantes, introduzindo estratégias diversificadas a fim de proporcionar uma melhor interação com os conceitos químicos.

Como primeiro capítulo será apresentado o referencial teórico que embasou a pesquisa elaborada, o qual traz considerações sobre o Ensino de Química, mostrando alguns obstáculos que hoje permeiam o ensino e os desafios do ser professor. Algumas estratégias (experimentação e simulação computacional) utilizadas na prática pedagógica foram destacadas como forma de sustentar a proposta desse trabalho e, buscando uma abordagem mais contextualizada, que possibilitasse a discussão do impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade, foi descrito um item das bases da CTS.

Outro item do referencial teórico foi constituído pelas bases da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel, a qual foi a norteadora dessa intervenção didática. Também é descrito um levantamento bibliográfico do tipo Estado da Arte ou Estado do Conhecimento, conforme defendido ou proposto por Ferreira (2002), sobre trabalhos publicados em revistas e eventos do Ensino de Química que traziam em sua estrutura alguma relação com a TAS.

Em outro item será apresentado um breve resumo sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS (MOREIRA, 2011), as quais direcionaram a estruturação da sequência didática e, logo após, apresenta-se o item que delinea a construção do produto educacional.

No próximo capítulo é apresentado o produto educacional. Primeiramente, são descritos os sujeitos envolvidos e local que foi aplicado a sequência didática. Em seguida, apresenta-se as atividades desenvolvidas divididas nos passos da UEPS.

Na sequência descreve-se a metodologia, em que se identifica o tipo de pesquisa e os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados nessa intervenção didática e a forma que eles foram analisados, a fim de poder avaliar a ocorrência de evidências de aprendizagem pelos estudantes bem como uma mudança de postura em relação ao seu envolvimento no processo de ensino e aprendizagem.

Em seguida, estão apresentados os resultados e a discussão dos mesmos, tendo como base os referenciais adotados, bem como, outros dados encontrados na literatura, pertinentes à linha de discussão adotada.

E, como fechamento dessa dissertação, são apresentadas as considerações finais do autor sobre o trabalho desenvolvido.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Considerações sobre o Ensino de Química

Falar sobre o Ensino de Química automaticamente nos remete à importância da Química na sociedade e a necessidade de formar cidadãos críticos para que consigam discutir e entender seus acontecimentos. Chassot (2010, p. 33) diz que utilizar a ciência como “uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo natural e sabê-la como descrição do mundo natural ajuda a entendermos a nós mesmos e o ambiente que nos cerca”. Adverte ainda, que este é apenas um dos diversos óculos para ler o mundo.

De certa forma, o Ensino de Química é capaz de proporcionar essa leitura, mas, a falta de interesse e dificuldade por parte dos estudantes está cada vez mais presente nas salas de aula. Silva e Santiago (2012, p. 49) atribuem essas dificuldades a vasta gama de conteúdos ministrados em pouco tempo; falta de laboratórios e utilização das novas tecnologias; uso exagerado do livro didático. Desta forma, segundo os autores, “não se tem conseguido despertar o interesse do aluno pela Química, ao contrário, é muito mais comum ouvir relatos de que detestam e não conseguem ver a aplicação do que aprenderam no seu dia a dia” (SILVA; SANTIAGO, 2012, p. 49).

Entretanto, o que acontece em muitas escolas é a falta de comprometimento por parte dos próprios professores.

Professores que orientam seu fazer docente segundo tais concepções, dificilmente perceberão a necessidade de pesquisar sobre seu ensino, ou mesmo de melhorá-lo à luz de contribuições de pesquisas, pois, usualmente, atribuem a pouca aprendizagem de seus alunos à falta de base e de interesse dos mesmos, e/ou à falta de condições de trabalho na escola. Como para tais professores só há problemas de aprendizagem, mas não de ensino (!), não vêem razão ou necessidade para a pesquisa nesse campo (SCHNETZLER, 2010, p. 2).

Para contrapor essa situação, diversos modelos de ensino são criados e modificados a fim de romper com o círculo vicioso que caracteriza esse ensino tradicional. Segundo Schnetzler (2010), a produção de propostas de ensino elaborada nos últimos 20 anos enfatiza a utilização da experimentação e contextualização no sentido de Química. Grande parte destes trabalhos é apresentada em Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Química onde discutem a necessidade de realizar práticas pedagógicas que confirmem relevância e significação ao Ensino de Química (SCHNETZLER, 2010, p. 58).

O fazer pedagógico do professor não se resume mais em conseguir “dar” todo o conteúdo previsto, mas, sim, de selecionar e organizar suas atividades de forma que torne o Ensino de Química significativo a seus estudantes. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs):

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 2000. p. 6).

Considerando os documentos implantados pelo Ministério da Educação a fim de atingir tais objetivos, uma das propostas é a apresentada pelos PCN+ em que discute a aprendizagem frente a diferentes realidades brasileiras. Propõe em seu texto, o desenvolvimento das atividades dentro de unidades temáticas não fazendo menção aos conteúdos disciplinares. Ainda, valoriza a investigação e compreensão da natureza para discutir de forma interdisciplinar e contextualizada os conteúdos de todas as áreas do conhecimento. (BRASIL, 2002).

Para o Ensino de Química, são sugeridos nove temas estruturadores para serem desenvolvidos durante os três anos do Ensino Médio. Esses temas visam o desenvolvimento de habilidades e competências pelos estudantes através de situações problemas reais para que consigam criticamente interpretar, argumentar e posicionar-se frente às decisões a serem tomadas. (BRASIL, 2002).

Zanon e Maldaner (2010, p. 113) alertam que:

Desenvolver, na prática, o ensino capaz de propiciar tais inter-relações dinâmicas de saberes, mediante formas de contextualização dos conteúdos do ensino escolar, implica compreender que não se tornará fácil mediar o acesso à linguagem química, de modo a internalizar os significados conceituais coerentes com as explicações científicas.

Trabalhar conteúdos químicos de forma diferente exige que o professor tenha domínio sobre sua prática e, principalmente, sobre o conhecimento químico. Tornar-se pesquisador de sua própria prática é fundamental para que seu olhar esteja atento às diversas formas de traduzir o conhecimento científico para o saber escolar. O importante é ter clareza sobre quais são seus objetivos e como seus estudantes reagirão aos desafios que serão submetidos/desafiados. Quando os estudantes tornam-se capazes de aplicar um significado aprendido em outra situação de sua vivência é uma evidência que ocorreu a aprendizagem.

A mudança de concepção do professor em prol de um ensino satisfatório está associada à escolha de novas metodologias e estratégias de ensino. Assim, a seguir são apresentadas

algumas concepções sobre a estratégia da experimentação, a qual envolve as atividades experimentais e o uso do simulador computacional. Também se discorre sobre a abordagem CTS, utilizada nessa dissertação na modalidade de Enxerto CTS, pois, se buscou selecionar textos, que fazem parte do produto educacional, que permitissem trazer as discussões da CTS para a sala de aula.

### *2.1.1 Experimentação no Ensino de Química*

A utilização de estratégias de ensino busca propiciar ao professor uma gama de possibilidades dentro do seu fazer pedagógico que visem facilitar a aprendizagem.

Uma estratégia muito utilizada no Ensino de Química é a experimentação. As atividades experimentais possibilitam aos estudantes a compreensão do método científico, a discussão dos resultados e com isso a apropriação dos conceitos químicos (LÔBO, 2012). A utilização da experimentação oportuniza uma prática investigativa a qual pode conduzir a uma maior interação/ participação dos estudantes no desenvolvimento das aulas de Química.

A experimentação só terá sentido, de sua utilização, se priorizar “atividades centradas nos processos criativos e cognitivos, privilegiando a ação do aluno enquanto construtor de seu próprio conhecimento, e fundamentada no modelo construtivista de aprendizagem” (ZULIANI; ÂNGELO, 2010, p. 70).

A experimentação no Ensino de Ciências/Química está diretamente associada à investigação e explicação de um fenômeno ou teoria, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar. Contudo, o fato de realizar uma atividade experimental não quer dizer que irá ocorrer aprendizagem, tudo está relacionado à forma de abordagem que será empregado pelo professor e os questionamentos que esta atividade pode proporcionar.

Um dos problemas encontrado no Ensino de Ciências/Química é a falta de atividades experimentais. Isso se deve a uma série de fatores que definem a não utilização dessa estratégia no processo de aprendizagem. Silva, Machado e Tunes (2010, p. 241) citam alguns desses obstáculos enfrentados no ensino: a falta de laboratórios nas escolas; a deficiências dos laboratórios, como materiais, reagentes, sistemas de água, luz e gás; a grade curricular, em função do escasso tempo disponível, dificultando a inclusão de atividades durante as aulas; entre outras.

Embora existam dificuldades para utilizar atividades experimentais no Ensino de Química, o papel do professor é de encontrar maneiras de incluí-las no seu fazer pedagógico, pois segundo Giordan (GIORDAN, 1999, p. 1):

É de conhecimento dos professores de ciências o fato da experimentação despertar um forte interesse entre os alunos em diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta.

Com isso, a utilização de atividades experimentais no Ensino de Química auxilia na compreensão, ou ampliação da visão, sobre os fenômenos químicos, possibilitando a contextualização e a interdisciplinaridade em situações que estão presentes na vida dos estudantes, o que pode aumentar o interesse e a curiosidade sobre a ciência.

Muitos são os tipos de experimentação que podem ser utilizados no ensino. A seguir será feita uma breve apresentação de alguns desses tipos.

#### **a) Atividades experimentais demonstrativas investigativas**

É definida como atividade experimental demonstrativa investigativa aquela que o professor pode utilizar durante suas aulas para questionar seus estudantes sobre os fenômenos que estão ocorrendo e relacionar com os conceitos químicos abordados (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Questionar, observar, registrar, está entre os processos que uma atividade experimental demonstrativa investigativa representa. A partir de uma atividade, muito pode ser desenvolvido junto com os estudantes, como a sua capacidade de enxergar uma reação química ocorrendo, as mudanças ocorridas nas características das substâncias investigadas, e principalmente, a interpretação e a transcrição dos resultados para uma linguagem que seja representativa para eles e que possibilite a aprendizagem. Essa participação ativa dos estudantes durante uma atividade experimental investigativa vem em encontro das palavras de Suart e Marcondes (2009, p.55) que segundo os autores:

Ao participarem dos momentos de uma investigação científica, os alunos podem se envolver na resolução de um problema, trocar ideias com os pares, discutir e testar suas hipóteses, promovendo seu desenvolvimento conceitual, atitudinal e cognitivo; entretanto, sempre mediados pelo professor que; questionando, dialogando e propondo questões, auxilia os alunos na elaboração de suas ideias.

A utilização de experimentos possibilita também, como já escrito anteriormente, que temas sejam incluídos, possibilitando uma contextualização do ensino. Acrescido a isso, considera-se que abordagens com temas contemporâneos são maneiras de aumentar o interesse dos estudantes.

Vários trabalhos são publicados na área de Química abordando a experimentação no ensino como uma possibilidade de investigar sobre temas que são relevantes a sociedade. A exemplo disso, o trabalho de Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) que buscou, a partir de uma situação problema, investigar o teor de álcool na gasolina e, principalmente, de verificar se através dessa atividade os estudantes seriam capazes de se apropriar dos conhecimentos químicos para resolver a situação problema apresentada. Em seus resultados, os autores atentam que: “Em uma proposta de atividade investigativa, faz-se necessário a explicitação dos conhecimentos prévios disponíveis sobre a atividade, sem os quais se torna impossível a sua realização” (2010, p. 105). Ao final do trabalho, puderam observar que os estudantes conseguiram se apropriar e utilizar o conteúdo para resolver a situação problema proposto.

A atividade experimental demonstrativa investigativa pode contribuir para um ensino contextualizado e com isso, proporcionar evidências de aprendizagem. Cabe ao professor organizar seu material em conformidade com seus objetivos de educador.

#### **b) Simuladores computacionais**

A utilização de simuladores no Ensino de Química não se resume a apenas simular as reações químicas ou procedimentos que ocorrem nos laboratórios. A sua atividade se estende, por exemplo, para apresentar teorias e conceitos químicos que acontecem em níveis microscópicos fazendo com que os estudantes possam criar modelos mentais a partir da observação e levá-los ao entendimento dessas teorias (RIBEIRO; GRECA, 2003).

A utilização da tecnologia na educação é uma tendência no atual cenário tecnológico. Várias ferramentas estão disponíveis em diferentes formatos, como *hardwares*, *softwares*, além de vários sites que hospedam simuladores virtuais online.

Para o Ensino de Química, site como o do “*Phet*”<sup>1</sup> da Universidade do Colorado, disponibiliza vários simuladores sobre diferentes conceitos químicos. O uso desses simuladores é gratuito e para muitos deles não é necessário realizar o *download*, podendo ser utilizado diretamente no próprio site.

Outros simuladores estão disponíveis no repositório do Ministério da Educação - Banco Internacional de Objetos Educacionais. Além de simuladores, outros tipos de materiais didáticos são encontrados como vídeos, textos, aulas, outros.

Pesquisas relacionadas a utilização de simuladores no Ensino de Química estão tornando-se comuns em vários programas de pós-graduação de instituições de ensino.

---

<sup>1</sup> Endereço eletrônico do website *Phet* – *University of Colorado*: <<https://phet.colorado.edu/>>.

Montenegro (2013) em seu trabalho de mestrado em Ensino de Ciências utilizou um *software* contendo uma Tabela Periódica Interativa como ferramenta de ensino. O resultado encontrado foi o aumento no interesse dos estudantes sobre o conteúdo trabalhado. Ainda destaca que os estudantes apresentaram “entusiasmo” diante da utilização dessa ferramenta.

A utilização dessas ferramentas tecnológicas tem o propósito de aproximar o mundo dos estudantes com a escola. Instigar a curiosidade, a investigação e a participação dos estudantes no processo de aprendizagem, corroborará para um ensino diversificado com resultados positivos para a educação.

### 2.1.2 *Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS: uma abordagem baseada na contextualização*

A evolução da ciência e tecnologia na atual sociedade repercute diretamente na ação pedagógica das escolas, pois se acredita que a educação é o principal instrumento de contextualização e construção do conhecimento e o resultado esperado é (ou seria) a aproximação da escola com os anseios da sociedade.

Conforme Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 148), “a atual sociedade, marcada pela revolução tecnológica, vem exigir da escola que esta possa criar oportunidades para a formação de competências básicas, tanto no exercício da cidadania como no desempenho de atividades profissionais”.

Diante dessas palavras, torna-se evidente que a educação tem um papel fundamental na formação de cidadãos que possam intervir na sociedade de forma a melhorar a qualidade de vida, no âmbito social, político e econômico. Porém, ainda existe um distanciamento de assuntos relacionados à sociedade na maioria das salas de aula, tornando o ensino descontextualizado (SANTOS, 2007).

Contextualizar o ensino é uma das maneiras de promover o letramento científico e tecnológico na sala de aula. Santos (2007, p.5) define que a contextualização no ensino de ciências pode ser vista com os seguintes objetivos:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

Com tantos desafios para o ensino de ciências é fundamental a busca de abordagens que contemplem a contextualização. A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – se

encaixam nesse contexto, uma vez que, seu objetivo é de promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, tornando-os capazes de discutir as implicações sociais relacionadas ao uso da ciência e tecnologia, além de desenvolver o pensamento crítico tornando-os mais conscientes e responsáveis com o mundo em que vivem (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS, M., 2005; AULER, 2002).

O movimento CTS surge nos países europeus por volta dos anos de 1960 e 1970 causando mudanças em prol de uma educação científica e tecnológica. Formou-se a partir dos “questionamentos em torno da ciência e tecnologia, com relações às armas nucleares e químicas, agravamento dos problemas ambientais e seus impactos na vida das pessoas” (PINHEIRO; MATOS; BAZZO, 2007, p. 152).

No Brasil, segundo estudos de Krasilchik (1980, 1987) apud Santos (2007, p. 3), a partir de 1970 iniciaram a inclusão de tópicos de CTSA nos currículos de ensino de ciências. Ainda, o mesmo pesquisador aponta que cursos com ênfase em CTS só vieram a surgir a partir de 1990 através de desenvolvimento de pesquisas científicas e publicações em dissertações de mestrados e doutorados, artigos científicos, e outros.

Percebe-se que nas recomendações curriculares mais antigas, a abordagem CTS esteve presente implicitamente nos cursos de ciências. A partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), começou a ganhar destaque e aparecer explicitamente (SANTOS, 2007). Em 2000 o Ministério da Educação (MEC), lança os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) o qual denomina um dos seus cadernos como “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” destacando a importância das tecnologias no ensino (BRASIL, 2000).

No primeiro capítulo intitulado como “O sentido do aprendizado na área” os PCNEM explicam a utilização do termo “Tecnologias”:

Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional (BRASIL, 2002, p. 6-7).

A partir disso, percebe-se a pretensão de ter um aprendizado com caráter prático e crítico sobre a utilização da tecnologia. Logo, se assemelha aos objetivos da abordagem CTS em formar cidadãos críticos a partir de um ensino contextualizado e preocupado com a ação da ciência e tecnologia nas questões sociais, políticas, econômicas e ambientais da sociedade.

Contudo, para ser trabalhado em sala de aula, Stefini e Zoch (2016) alertam que “A utilização da abordagem CTS na sala de aula implica no desafio aos educadores em compreender o ambiente escolar como um todo, ou seja, conhecer a sociedade em que a escola está inserida e os problemas que a cercam” (STEFINI; ZOCH, 2016).

Pinheiro, Matos e Bazzo (2007) refletindo sobre CTS no Ensino Médio citam três classificações visualizadas para as experiências utilizando esse tipo de enfoque. Enxerto CTS, Ciência e Tecnologia por meio de CTS e CTS puro. O presente trabalho se encaixa no que se refere aos estudos realizados no Brasil e que melhor se assemelham a metodologia que será desenvolvida que é o enxerto CTS. O objetivo do enxerto CTS, segundo esses autores, contempla: “Introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia” (PINHEIRO; MATOS; BAZZO, 2007, p. 154).

Esta mesma modalidade de implementação de abordagens CTS no ensino, Auler (2002, p. 34) define como “Projetos através de Enxertos CTS” que “consistem em desenvolver o conhecimento científico sem que ocorram alterações no currículo tradicional, havendo acréscimos, com maior ou menor intensidade, de temas CTS”.

Ao se pretender trabalhar com temas contemporâneos ligados a ciência e tecnologia, um dos primeiros desafios dos educadores é de romper com a estrutura linear do aprendizado tradicional (SANTOS et al, 2010). Para isso, a escola em todos seus níveis, deverá estar aberta aos desafios que um ensino contextualizado vier a originar.

O ponto de partida para a aprendizagem utilizando temas, é que estes devem ser situações problemas que tragam a realidade dos estudantes. Que exijam destes, a reflexão e o posicionamento crítico. Que ao final sejam capazes de tomar decisões e de perceber a ciência em suas vivências.

Somado a isso, uma das propostas apresentadas pelos PCN+ é a discussão da aprendizagem frente às mais diferentes realidades brasileiras. Propõe em seu texto, o desenvolvimento das atividades dentro de unidades temáticas não fazendo menção aos conteúdos disciplinares. Ainda, valoriza a investigação e compreensão da natureza para discutir de forma interdisciplinar e contextualizada os conteúdos de todas as áreas do conhecimento. (BRASIL, 2002).

Como citado anteriormente, para Ensino de Química, são sugeridos nove temas estruturadores para o Ensino Médio visando o desenvolvimento da criticidade, da argumentação, da interpretação, ou seja, de constituir a cidadania dos estudantes. (BRASIL, 2002).

Uma ferramenta disponível para os educadores é o livro didático. No livro “Química e Sociedade” (SANTOS; MÓL, 2005) vários textos temáticos são incorporados aos conteúdos de Química. Além disso, foram incluídos a esses temas, discussões sobre problemas ambientais, desigualdades sociais, problemas relacionados ao acesso à tecnologia, o papel das indústrias químicas frente à sociedade, entre outras discussões.

Outro livro didático que apresenta temas na contextualização de conteúdos para o Ensino de Química é o livro “Química: Ensino Médio”, de Mortimer e Machado (2013). O destaque desse livro se deve a utilização desta ferramenta para o desenvolvimento e aplicação do produto educacional proposto nesse trabalho.

Contudo, além de livros didáticos, inúmeros trabalhos publicados apresentam resultados a partir da utilização de temas no ensino com enfoque em CTS. Trabalho como o de Menezes, Santos e Melo (2014) que utilizou a temática água para trabalhar o conteúdo de soluções no Ensino de Química apresenta resultados satisfatórios na evolução conceitual dos estudantes frente à contextualização e experimentação utilizadas.

Amaral (2016) apresenta em seu trabalho uma sequência didática com enfoque CTS, apresentando diversas situações problemas para contextualizar o conteúdo de reações químicas. Segundo a autora, o trabalho possibilitou desenvolver junto com os estudantes habilidades e competências necessárias para a cidadania demonstrando preocupações sociais e com o meio ambiente.

Como prévia desse produto educacional aplicado, em 2016 foi desenvolvida uma sequência didática para o Ensino de Química utilizando o tema água e aplicado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio (STEFINI; ZOCH, 2016). Ampliar as discussões, enriquecer o tema com os estudantes e mostrar como a Química está presente no meio ambiente foram os objetivos desse trabalho.

Acredita-se que a utilização da abordagem CTS no ensino possa impulsionar as questões que envolvem a ciência tecnologia e sociedade “despertando o senso crítico, a postura e a defesa dos alunos perante situações que envolvam o seu dia-a-dia” (PINHEIRO; MATOS; BAZZO, 2007, p. 161). Cabe ao professor de Química/Ciência repensar o seu fazer pedagógico e aos poucos ir ampliando seu olhar crítico sobre a ciência e o seu papel na sociedade.

## **2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**

A fim de sistematizar o conhecimento químico para que este tenha significado, a utilização de uma teoria de aprendizagem é necessária para nortear a prática pedagógica do professor. O

grupo da área de Química dentro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - UPF vem desenvolvendo trabalhos tendo como fundamentação teórica a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e esta foi selecionada dentro desta dissertação. Além disso, dentro da disciplina de Teorias de Aprendizagem, ao entrar em contato com as diferentes teorias, e realizando um levantamento sobre a TAS no Ensino de Química para compor o artigo exigido na disciplina, verificou-se que poucos trabalhos utilizam a TAS como fundamentação teórica, constituindo-se um campo a ser explorado. Assim, a TAS foi a que teve melhor alinhamento com as concepções do autor sobre a aprendizagem e, por isso, foi selecionada para fundamentar esta dissertação.

A TAS proposta por Ausubel parte do princípio que a aprendizagem acontece na estrutura cognitiva dos indivíduos, onde o conhecimento adquirido se relaciona de forma substantiva e não arbitrária com o conhecimento já existente organizando-se de forma hierárquica (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999). Considera que a Aprendizagem Significativa é o “mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento” (AUSUBEL, 1963, apud MOREIRA, 2011, p. 26).

Para Ausubel, o armazenamento de novos conceitos no cérebro humano ocorre de maneira organizada, formando uma estrutura hierárquica conceitual, onde interagem e são assimilados a conceitos mais gerais. Segundo Trindade e Hartwig (2012, p.83):

Esse processo envolve a interação da nova informação com uma teia de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do estudante, a qual Ausubel define como subsunçor, que é, nessa concepção, um conceito facilitador ou inseridor para um novo assunto, ou seja, o conhecimento prévio que será ativado para facilitar a inserção de uma nova informação.

O termo subsunçor pode ser definido como o conhecimento existente que o indivíduo possui. Os subsunçores darão suporte para a ancoragem de novas ideias, informações, conceitos, possibilitando a sua retenção. Com essa interação, tanto o novo conhecimento, quanto o conhecimento prévio do aprendiz, se tornam mais elaborados e completos para enfrentar novas situações.

Segundo Romano Junior (2012, p. 41) o tipo de interação entre os conceitos já existentes (subsunçores) e os novos conhecimentos, determinarão o tipo de aprendizagem, a qual poderá variar de uma aprendizagem mecânica até a aprendizagem significativa.

Quando não existe o conhecimento prévio ou este está suprimido, a aprendizagem pode ocorrer de forma mecânica, até que se estabeleça algum conhecimento, por menor que seja, na

estrutura cognitiva do indivíduo e que possa servir como subsunçor para o novo conhecimento. Outra maneira que pode ser utilizada para suprir tal carência é a utilização de organizadores prévios.

Moreira (1999, p. 155) esclarece:

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. [...] Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa [...].

A utilização de organizadores prévios no ensino pode contribuir para uma aprendizagem significativa. Os organizadores prévios podem ser um texto, uma situação problema, uma atividade experimental, ou qualquer material que possa a vir criar uma nova situação aos estudantes e que estes consigam utiliza-lo como subsunçor (âncora) para o novo aprendizado.

Segundo Ausubel (1973 apud, SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 40) a aprendizagem torna-se significativa e com mais sentido à medida que o novo conhecimento vai se interligando com o conhecimento prévio dos estudantes. Na aprendizagem significativa a estrutura cognitiva do estudante se desenvolve de maneira organizada e hierarquizada, apresentando maior quantidade e qualidade nos significados de conceitos como ponto de ancoragem.

Entretanto, tanto a aprendizagem mecânica quanto a aprendizagem significativa podem apresentar dois tipos de aprendizagem: por recepção e por descoberta.

Na aprendizagem por recepção todo o conteúdo a ser ensinado é apresentado ao estudante na forma final exigindo-o a internalização do material apresentado e fazendo com que o mesmo memorize (aprendizagem mecânica). O conteúdo só será considerado significativo quando for assimilado pelo estudante durante o processo de internalização (SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 40).

Quando a aprendizagem ocorre por descoberta, o estudante irá descobrir o que irá aprender. Mas novamente, será significativo somente se o estudante conseguir integrar essas novas informações com seu respectivo subsunçor, reorganizando-o e transformando-o no produto final desejado (SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 40).

Existem inúmeras formas de ensinar um conteúdo em sala de aula, e diversas maneiras de abordar tais conceitos, entretanto, para ocorrer a aprendizagem significativa, duas condições são fundamentais: uma é a predisposição favorável do sujeito em aprender, em que deve partir dele o interesse em relacionar os novos conhecimentos aos prévios, indiferente neste caso, se o

estudante quer somente memorizar um conceito ou conteúdo (aprendizagem mecânica). A outra é que o material utilizado no processo de ensino aprendizagem seja potencialmente significativo, ou seja, o material deve se relacionar de forma lógica e explícita com conhecimentos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (TRINDADE; HARTWIG, 2012).

Seja com um material potencialmente significativo, ou que os estudantes estejam predispostos a aprender, para procurar evidências da aprendizagem significativa, segundo Ausubel, o trabalho do professor não deve ser apenas de verificar se o estudante é capaz de responder atividades semelhantes as já realizadas ou de resolver problemas comuns a tal conceito, pois corre o risco que ocorra uma “simulação da aprendizagem significativa” através de uma aprendizagem mecânica (memorizada) (MOREIRA, 2011, p. 164).

Segundo Zoch e Locatelli (2015, p. 43) “A teoria de Ausubel propõe que o professor apresente situações novas, de maneira a fazer com que o aluno demonstre habilidade em transformar o conhecimento adquirido para resolvê-las”, e com isso, irá obter evidências de aprendizagem significativa.

Para Ausubel (apud MOREIRA, 2011), durante a ocorrência da aprendizagem significativa, dois processos relacionados podem ocorrer, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva é o processo que ocorre quando um novo conceito se modifica a partir da interação e ancoragem deste em um conceito subsunçor. Geralmente ocorre através de um processo de subordinação.

No ensino, segundo Ausubel apud Moreira (2011, p.169):

A diferenciação progressiva é vista como um princípio programático da matéria de ensino, segundo o qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade.

Em outras situações, ideias já estabelecidas podem, quando novas ideias surgirem, ser reconhecidas como relacionadas. A partir dessa situação, pode ocorrer uma nova organização na estrutura cognitiva e estas adquirirem novos significados. Esta recombinação de ideias previamente existentes é o que Ausubel refere-se à reconciliação integrativa. Ou seja, na aprendizagem, devem ser exploradas relações entre ideias, apontando similaridades e diferenças importantes reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (AUSUBEL apud MOREIRA, 2011).

A TAS de Ausubel, vem em encontro do anseio principal de um professor, fazer com que seus estudantes aprendam significativamente para suas vidas. Partir do que os estudantes

já sabem é um atributo dessa teoria cognitivista, que apoiada em uma metodologia eficiente, será capaz de auxiliar na idealização dos objetivos desse trabalho.

### *2.2.1 Levantamento bibliográfico sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa no Ensino de Química*

A busca de referenciais teóricos alavancou o desenvolvimento desse estado da arte ou do conhecimento, para identificar trabalhos relacionados a TAS no Ensino de Química, antes da elaboração do produto educacional. Esse tipo de pesquisa “são definidas como de caráter bibliográfico e buscam “mapear” e discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento” (FERREIRA, 2002, p. 258). Com esse levantamento buscou-se identificar os trabalhos publicados na área de Ensino de Química nos últimos dez anos que apresentassem em seu texto citações e discussões sobre a TAS de David Ausubel (1963, 1968, apud MOREIRA, 2011). Outras teorias de aprendizagem que utilizam o termo Aprendizagem Significativa foram desconsideradas nessa pesquisa.

Foram escolhidos para esse levantamento os trabalhos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc), nos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) e os presentes no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Os trabalhos apresentados em tais encontros foram escolhidos devido à reconhecida relevância que possuem para a área de ensino em Química. A ferramenta utilizada para essa pesquisa foi à internet. Assim, somente o conteúdo eletrônico disponível foi classificado, o que resultou em um período de busca de 2006 a 2016 para a QNEsc; 2012 a 2016 para o EDEQ e 2008 a 2016 para o ENEQ. Vale ressaltar que a busca foi realizada até o período de 2016 pois o produto educacional foi elaborado ao final de 2016 e aplicado em 2017.

Foram estabelecidos três termos que serviriam como instrumento de busca sendo eles: “aprendizagem significativa”, “Ausubel” e “UEPS”. A pesquisa foi realizada buscando encontrar os termos nos títulos, palavras-chave e resumo presentes nos trabalhos publicados, seguindo essa ordem.

Após a seleção dos trabalhos que apresentaram ao menos um dos termos, a segunda etapa da pesquisa caracterizou-se pela leitura dos mesmos para verificar se os termos encontrados estavam relacionados à TAS de Ausubel. Após obter a relação destes artigos/resumos realizou-se uma nova leitura na íntegra para, desta vez, identificar o campo temático, nível escolar, abordagem metodológica, ou outros aspectos que pudessem contribuir para a investigação da aplicação da Teoria de Ausubel na área de Química.

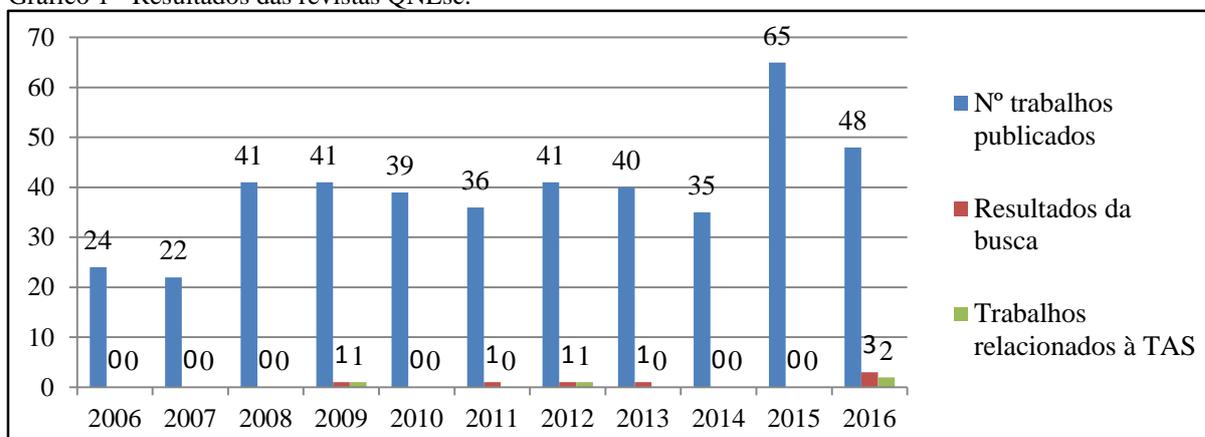
Para melhor organização, os resultados e discussão serão apresentados em duas partes. Na primeira os dados quantitativos da pesquisa serão apresentados por meio de gráficos. Para a segunda parte dos resultados, serão trazidos os dados qualitativos dos trabalhos selecionados pelo critério de busca. Com a utilização de quadros, serão apresentados os trabalhos encontrados e discutida a utilização da TAS.

### 2.2.1.1 Levantamentos de dados quantitativos

A primeira etapa da pesquisa realizou-se nos periódicos da Revista Química Nova na Escola e apoiou-se na ferramenta de busca do site da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) o qual realiza busca em todos os periódicos da revista.

Como resultado quantitativo, a ferramenta de busca indicou apenas quatro artigos que apresentaram ao menos um dos termos usados no critério de seleção. Contudo, apenas dois artigos tinham relação com a TAS. Os artigos selecionados foram publicados nos anos de 2009 e 2012. O Gráfico 1 representa os resultados encontrados na revista.

Gráfico 1 - Resultados das revistas QNEsc.



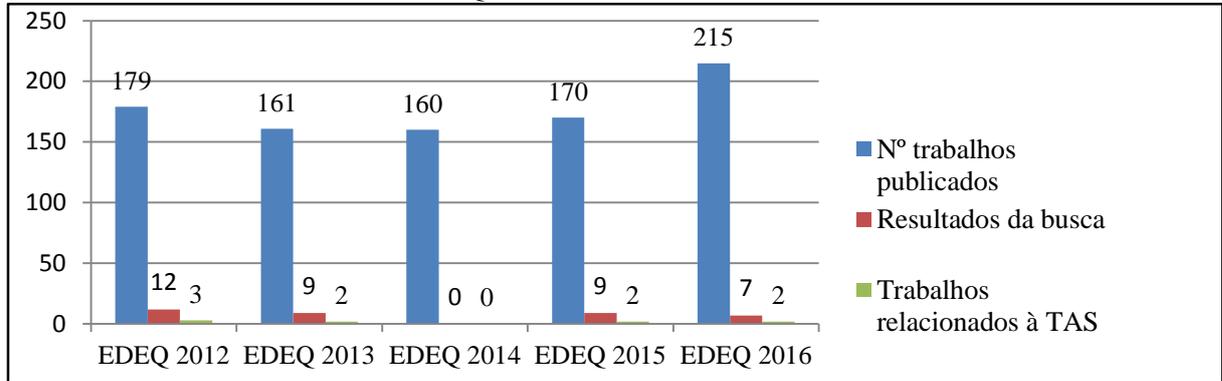
Fonte: Do autor.

A segunda pesquisa aconteceu nos Anais dos Encontros e Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ). Os EDEQs acontecem anualmente em diferentes cidades no estado do Rio Grande do Sul. O encontro serve para que estudantes de diferentes instituições de ensino apresentem trabalhos relacionados ao Ensino de Química.

Devido a disponibilidade eletrônica dos Anais foram investigados os EDEQs de 2012 à 2016. Nas edições anteriores os Anais eram apresentados e entregues aos participantes na forma de CD-ROM e material impresso os quais não comportam o tipo de busca elencados nesse artigo para que houvesse a compilação dos trabalhos publicados nessas edições.

O Gráfico 2 apresenta o número de trabalhos completos apresentados em cada uma das edições e o respectivo resultado da busca pelos termos instituídos na pesquisa. Também estão relacionados no gráfico, os resultados de trabalhos que mencionam a TAS.

Gráfico 2 - Resultados dos Anais dos EDEQs.



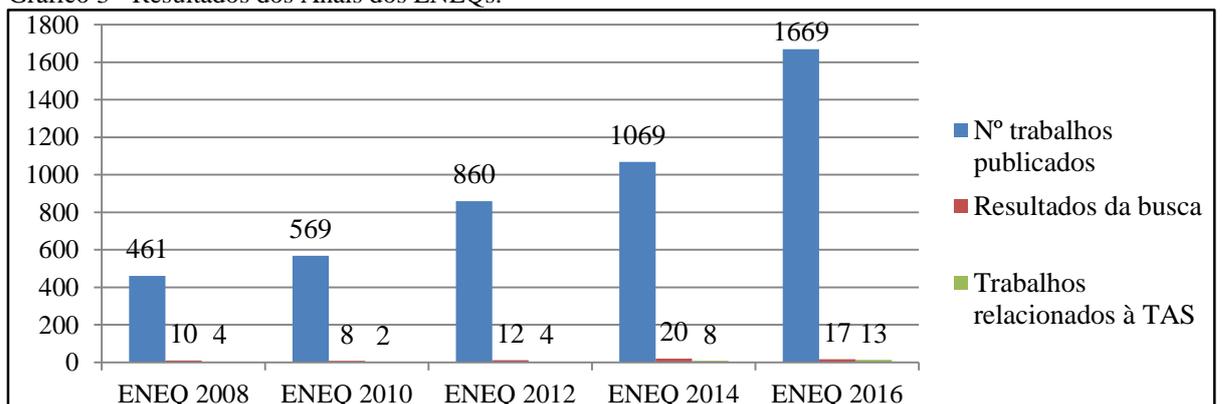
Fonte: Do autor.

Com base nos resultados apresentados pelo Gráfico 2 pode-se verificar que poucos trabalhos apresentaram relação com a Teoria de Ausubel onde, em um total de 885 trabalhos publicados no período de 2012 à 2016, somente 9 trabalhos mostraram relação com o objeto dessa pesquisa representando aproximadamente 1% dos trabalhos publicados.

Outro grande evento da área de Ensino de Química é o ENEQ. Esse encontro estende-se por todo o território brasileiro e possui periodicidade bianual. Cada encontro acontece em um diferente estado brasileiro e conta com a participação de estudantes da área da Química que o utilizam para divulgar suas pesquisas nas mais diferentes áreas de ensino. A pesquisa foi realizada nos Anais dos ENEQs referentes ao período de 2008 à 2016.

O Gráfico 3 apresenta os trabalhos encontrados nos Anais dos ENEQs que apresentaram os termos de busca selecionados e o número de trabalhos que fazem relação a TAS.

Gráfico 3 - Resultados dos Anais dos ENEQs.



Fonte: Do autor.

Os ENEQs representam para o Ensino de Química o mais importante encontro de estudantes e professores no âmbito nacional, justificado pelo grande número de trabalhos publicados, conforme apresenta o Gráfico 3. Quando se refere aos trabalhos que envolvem a TAS, o número encontrado é reduzido representando menos de 1 % do total de trabalhos publicados.

O número de trabalhos publicados na área de Ensino de Química relacionando à Teoria de Aprendizagem é pequeno. Uma das hipóteses é referente ao principal autor brasileiro que se apoia na teoria de Ausubel que é Marco Antonio Moreira o qual é da área da Física.

### 2.2.1.2 Levantamento dos dados qualitativos

A discussão dos trabalhos que abordavam a TAS será apresentada a seguir e dividido por material pesquisado.

A Revista QNEsc apresentou poucos trabalhos que abordassem o tema proposto nessa pesquisa. No Quadro 1, apresentado a seguir, estão os quatro trabalhos encontrados, os anos de sua publicação, onde foram encontrados os termos de busca e quais foram selecionados por abordar a TAS.

Quadro 1 - Trabalhos encontrados na Revista QNEsc.

Nº	Título do trabalho	Referência
1	Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa	GUIMARÃES, C. C. <i>Revista Química Nova na Escola</i> , São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
2	Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas	TRINDADE, J. O. da; HARTWIG, D. R. <i>Revista Química Nova na escola</i> , São Paulo, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.
3	Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa	SILVA, R. M. et al. <i>Revista Química Nova na escola</i> , São Paulo, v. 38, n. 3, p. 237-243, 2016.
4	O Ensino de Química Usando Tema Baía de Guanabara: Uma Estratégia para Aprendizagem Significativa	ABREU, N. S.; MAIA, J. L. <i>Revista Química Nova na escola</i> , São Paulo, v. 38, n. 3, p. 261-268, 2016.

Fonte: Do autor.

Nos trabalhos selecionados na Revista QNEsc, todos foram aplicados com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, na disciplina de Química.

No trabalho intitulado “Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa” foram utilizadas as atividades práticas como ferramenta de ensino aprendizagem. Para isso, a estratégia foi a de elaborar questionamentos sobre as

propriedades químicas de algumas substâncias e a partir das respostas dos alunos, realizar as atividades experimentais para identificá-las relacionando-as com os conceitos químicos. Por meio da metodologia utilizada no referido trabalho, pretendeu-se, através da aprendizagem por descoberta, tornar a aprendizagem significativa. O autor concluiu em seu trabalho, que o fato de desenvolver uma atividade experimental não é motivador. O que foi motivador foi a problematização e investigação utilizada na aprendizagem.

No segundo trabalho, “Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas” várias estratégias de ensino foram utilizadas com o objetivo de tornar a aprendizagem significativa para os alunos. Foi desenvolvido um minicurso referente ao conteúdo de Ligações Químicas organizado a partir da Teoria de Ausubel e como avaliação da aprendizagem foram construídos mapas conceituais pelos alunos. Os autores concluíram que a utilização dos Mapas Conceituais é um recurso válido para sondar em profundidade as limitações e potencialidades de aprendizagem dos alunos, porém entendem que o resultado poderia ser melhor se não tivesse a falta de motivação para a aprendizagem significativa e a ausência de recursos materiais.

O trabalho “Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma Aprendizagem Significativa” buscou através da construção de pilhas naturais com laranjas e as diferenças de potencial em distintas condições experimentais integrar os conteúdos de cinética e eletroquímica no segundo ano do Ensino Médio. A atividade foi baseada no modelo teórico da Aprendizagem Significativa considerando a interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A conclusão dos autores é que ocorreram indícios de AS através de um debate após a atividade experimental considerando que a articulação de conhecimentos distintos foi favorecida pela atividade.

O quarto trabalho, intitulado “O Ensino de Química usando tema baía de Guanabara: uma estratégia para Aprendizagem Significativa”, foi desenvolvido com estudantes de Ciências do 9º Ano onde a partir de um tema gerador, baía de Guanabara, desenvolveu-se maquetes, realizou-se jogos, questionários e leitura e debates de textos. Segundo a conclusão dos autores, as atividades contribuíram para a Aprendizagem Significativa onde possibilitaram relacionar os conhecimentos e as experiências cotidianas dos estudantes com o conhecimento científico.

Na segunda fonte de pesquisa, os EDEQs, foram selecionados seis trabalhos que abordam a TAS. O Quadro 2 apresenta os títulos desses trabalhos e o ano que foram publicados no evento.

Quadro 2 - Trabalhos selecionados nos EDEQs que abordam a TAS.

Nº	Título do trabalho	Referência
1	Perspectivas sobre aprendizagem significativa no contexto do Ensino de Química	MOURA, P. R. G. et al. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 32, 2012, Porto Alegre - RS. <i>Anais...</i> Porto Alegre: UFRGS / IFRS, 2012. v. 1.
2	Aprendizagem significativa das Funções Orgânicas no terceiro ano do Ensino Médio por meio da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)	NASS, S.; FISCHER, J. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 33, 2013, Ijuí - RS. <i>Anais...</i> Ijuí: Unijuí, 2013.
3	O processo de ensino e de aprendizagem como investigação da Ciência Química a partir do tema reações químicas: o pão nosso de cada dia	FACHINI, F.; SCHARF, M. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 32, 2012, Porto Alegre - RS. <i>Anais...</i> Porto Alegre: UFRGS / IFRS, 2012. v. 1.
4	Aprendizagem significativa e transposição didática: avaliação do conhecimento por meio de mapas conceituais.	COSTA, B. S. et al. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 33, 2013, Ijuí - RS. <i>Anais...</i> Ijuí: Unijuí, 2013.
5	Aprendizagem na educação básica: uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre soluções químicas no cotidiano	BOOTH, I. A. S. et al. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 35, 2015, Porto Alegre - RS. <i>Anais...</i> Porto Alegre: Colégio Marista Rosário, 2015.
6	Preparo de um bolo: organizador prévio de uma proposta metodológica para o ensino de cálculos químicos	BORDIN, G. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 35, 2015, Porto Alegre - RS. <i>Anais...</i> Porto Alegre: Colégio Marista Rosário, 2015.
7	Perspectivas de utilização de fundamentos conceituais e procedimentais da Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto escolar (da Química)	SILVA, A. L. S. da; MOURA, P. R. G. de. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 36, 2016, Pelotas - RS. <i>Anais...</i> Pelotas: UFPEL, 2016.
8	Tabela Periódica Adaptada para Língua de Sinais: um instrumento pedagógico facilitador do processo de ensino-aprendizagem de alunos surdos.	SCHEIN, A. A.; VAZ, J. M. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA - EDEQ, 36, 2016, Pelotas - RS. <i>Anais...</i> Pelotas: UFPEL, 2016.

Fonte: Do autor.

Vários métodos de pesquisa foram encontrados durante a leitura na íntegra dos trabalhos selecionados. Para melhor entendimento, será realizado um breve resumo desses trabalhos abordando as relações com a TAS.

Antes de iniciar esse levantamento, cabe informar que no Gráfico 2 foram apresentados sete resultados para trabalhos que abordam a teoria, e no Quadro 2 foram apresentados apenas seis títulos, a distorção refere-se ao trabalho de número 2, que foi publicado em 2012 e 2013 contendo o mesmo conteúdo.

No trabalho 1 foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a TAS com o objetivo de refletir sobre como ocorre à aprendizagem na estrutura cognitiva dos alunos. Os autores destacaram ainda a importância do professor nesse processo. Para complementar a pesquisa, utilizaram referências de Novak e de Moreira.

O trabalho 2 foi desenvolvido com alunos do 3º ano do Ensino Médio na busca de contemplar os conceitos químicos sobre as Funções Orgânicas. Para isso, utilizaram-se as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como ferramenta de ensino. Através do tema “perfume”, foi construído um vídeo relacionando-o com os conceitos químicos. Ao final, um questionário com questões químicas foi respondido pelos alunos para avaliar se ocorreu a aprendizagem de forma significativa.

Os trabalhos 3, 5 e 6 foram desenvolvidos com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Foram abordados os conceitos químicos sobre Reações, Soluções e Cálculos Químicos respectivamente.

O trabalho 3 propôs seu desenvolvimento a partir uma situação-problema relacionada ao tema “Fabricação do pão” onde foram feitos questionamentos prévios aos alunos afim de identificar os subsunçores e, a partir disso, relacionar o tema com o conceito químico. Já o trabalho 6, utilizou o tema “Receita de bolo” como organizador prévio para utilização dos cálculos químicos, além disso, foram empregados textos e atividades experimentais para complementar o trabalho. Como avaliação, foi realizado um pós-teste para verificar a aprendizagem dos alunos.

O trabalho 5 foi dividido em duas turmas de uma escola, em que na primeira manteve-se a metodologia tradicional de aulas expositivas e na segunda turma foi desenvolvido uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), e para avaliação foram realizados pré-testes e pós testes em ambas as turmas comparando-as pelas respostas dos alunos e o quanto eles desenvolveram uma aprendizagem significativa em cada método de ensino.

O trabalho (4) do EDEQ discutido aqui, intitulado “Aprendizagem significativa e transposição didática: avaliação do conhecimento por meio de mapas conceituais” foi desenvolvido com alunos da graduação em Licenciatura Plena de Química. Primeiramente foi utilizado um texto que serviria como organizador prévio. A partir disso, foi empregado como ferramenta a construção dos Mapas Conceituais tanto da Transposição Didática quanto da Aprendizagem Significativa a fim de relacionar os conceitos e hierarquiza-los e assim, avaliar a ocorrência da aprendizagem.

O sétimo trabalho cujo título é “Perspectivas de utilização de fundamentos conceituais e procedimentais da TAS no contexto escolar (da Química)” trata-se de uma revisão de literatura a respeito dos fundamentos teóricos e perspectivas metodológicas de utilização da teoria de aprendizagem significativa. É discutido no artigo a importância da realidade contextual no aprendizado de novos conceitos.

O trabalho número 8, “Tabela Periódica Adaptada para Língua de Sinais: um instrumento pedagógico facilitador do processo de ensino-aprendizagem de alunos surdos”,

trata-se de um resumo publicado sobre o desenvolvimento de um material didático utilizando como base a tabela periódica dos elementos, os quais seus elementos foram transcritos para a língua de Sinais potencializando o ensino de estudantes surdos utilizando a TAS. Ainda é feita uma reflexão sobre a responsabilidade social do professor.

A pesquisa no Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – resultou em 31 trabalhos publicados que abordaram a TAS. O Quadro 3 apresenta-os e informa o ano que foram publicados.

Quadro 3 - Trabalhos selecionados nos ENEQs que abordam a TAS.

Nº	Título	Referência
1	O ensino contextualizado de Química e a busca de uma aprendizagem significativa	BASTOS, T. M. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba – PR. <i>Anais...</i> Curitiba: UFPR, 2008.
2	Utilizando mapas conceituais para verificação da aprendizagem significativa, utilizando o tema separação de misturas	SOUZA, A.; OLIVEIRA, A. M.; DOMINGOS, D. C. A. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba – PR. <i>Anais...</i> Curitiba: UFPR, 2008.
3	Concepções sobre equilíbrio químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS	GOMES, J. N.; RECENA, M. C. P. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba – PR. <i>Anais...</i> Curitiba: UFPR, 2008.
4	Conhecimentos prévios: um relato de sala de aula	VERONEZ, K. N. S. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba – PR. <i>Anais...</i> Curitiba: UFPR, 2008.
5	Desenvolvimento de animação interativa para a aprendizagem significativa sobre pH	SILVA, C. X. da; RECENA, M. C. P. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília – DF. <i>Anais...</i> Brasília: UnB, 2010.
6	Projeto PIBID-UFBA: Planejamento, execução de plano de ensino sobre soluções, articulado a experimentos e avaliação da aprendizagem, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.	AMARAL FILHO, J. J. do. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília – DF. <i>Anais...</i> Brasília: UnB, 2010.
7	Sais, uma pitada de Química: uma proposta didática de ensino e aprendizagem significativa	SANTOS, M. de F. C. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador – BA. <i>Anais...</i> Salvador: UFBA, 2012.
8	Divulgação científica na formação docente: uma experiência com o tema radioatividade e energia nuclear	RODRIGUES, A. A. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador – BA. <i>Anais...</i> Salvador: UFBA, 2012.
9	Relato de experiências sobre uma aula introdutória no estudo de gases	SOUZA, P. V. T. de; OLIVEIRA, D. M.; AMAURO, N. Q. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador – BA. <i>Anais...</i> Salvador: UFBA, 2012.
10	Química e Arte: Uma Articulação Mostrada Através de Mapas Conceituais	ARGOLO, M. I. S.; COUTINHO, L. G. R.; CHACON, E. P. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador – BA. <i>Anais...</i> Salvador: UFBA, 2012.
11	Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica na perspectiva da Aprendizagem Significativa	SILVA R. M. da. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
12	A contribuição da Perspectiva da Aprendizagem Significativa para o ensino de Cinética Química	MORAIS, M. I. Q. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.

Continua...

...Continuação.

Nº	Título	Referência
13	Ensaio Prático - Construindo caminhos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Físico-Química	DILKIN, E. R. S.; BERGAMO, J. A.; FARIA, A. G. V. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
14	Contextualização no Ensino de Química rumo à aprendizagem significativa	SILVA, U. P. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
15	Avaliação de uma Unidade Didática de Ensino Potencialmente Significativa para trabalhar conceitos de Termoquímica no contexto da Educação Básica	SILVA, T. P. da; SILVA JUNIOR, C. N. da. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
16	O ensino e a aprendizagem do conceito químico de substância como material puro	BELLAS, R. R. D.; SILVA, J. L. P. B. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
17	Contextualizando a temática Gases no Ensino Médio sob uma perspectiva dialogada e experimental	SALES, F. R. P. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
18	A combinação de jogos didáticos, experimentação e Mapas Conceituais no ensino de Reações Químicas	SANTOS, A. de J. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014, Ouro Preto – MG. <i>Anais...</i> Ouro Preto: UFOP, 2014.
19	A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e a (re)significação de conceitos químicos	OLIVEIRA, J.C. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
20	Saneamento básico como tema integrador da sala de aula e o ambiente: aula de ciências através da contextualização	FRANCINE, N. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
21	Desenvolvimento e aplicação de jogos para o ensino de ligações químicas e forças intermoleculares	DE, A. M.P.; WATANABE, Y. N. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
22	Conhecimentos prévios dos estudantes do Ensino Médio sobre matéria e suas propriedades	CRISTO, A. S.; FARIAS, S. A. de. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
23	Contribuições de simulações em vídeo para a Aprendizagem Significativa no Ensino Médio	CRISTO, A. S.; FARIAS, S. A. de. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
24	Aprendizagem Significativa do conteúdo cinética química a partir das atividades experimentais investigativas	FERREIRA, A. D. O. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
25	Utilização de mapas conceituais como instrumento de ensino-aprendizado de conceitos químicos na disciplina de ciências naturais	SILVA, R. de O. et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
26	A contextualização, numa abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): uma estratégia metodológica para a aprendizagem significativa de conceitos químicos representados pelo mundo real.	AGUIAR, C. E. P.; CASTILHO, R. B. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
27	Abordagem de ensino temática e elaboração de perguntas com respostas na aprendizagem significativa de conteúdos químicos	CORRÊA, R. E. L.; PINHEIRO, D. R. P. O.; FARIAS, S. A. de. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
28	A utilização de mapas conceituais como estratégia de auxílio aos processos de ensino e aprendizagem	SILVA, É. R. A. da, et al. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.

Continua...

...Continuação.

Nº	Título	Referência
29	Condições de trabalho dos professores de Química da região de Capivari	AVANCI, E.; PENÃO, D. C.; SILVA, C. B. da; In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
30	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS no Ensino de Ciências e Matemática: uma revisão bibliográfica.	MARIALVA, T. C.; SOUZA, K. S.; FARIAS, S. A. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.
31	Análise das propostas de sequências de atividades apresentadas nos ENEQ's do período de 2008 a 2014	SOUZA, R. de C. N.; SILVA JÚNIOR, C. N. da; MAZZÉ, F. M. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis – SC. <i>Anais...</i> Florianópolis: UFSC, 2016.

Fonte: Do autor.

Está apresentado no Quadro 4 um resumo dos trabalhos indicados no Quadro 3, caracterizando-os segundo o nível de ensino, os conceitos químicos abordados e as estratégias/ferramentas utilizadas na aprendizagem com o objetivo de torná-la significativa.

Quadro 4 - Resumo dos trabalhos selecionados nos ENEQs.

Nº	Nível do ensino	Conceitos Químicos	Estratégia de abordagem e avaliação			Ferramentas utilizadas
			Organizador prévio	Mapa Conceitual	Pré e pós-teste	
1	E. Médio	Não citado	X			Entrevistas
2	E. Médio	Separação Misturas	X	X		Experimentação
3	Graduação	Equilíbrio Químico	X			Questionário
4	E. Médio	Vários Conceitos	X	X		Questionário
5	E. Médio	Ácidos e Bases	X	X	X	TICs
6	E. Médio	Soluções	X		X	Questionário
7	E. Médio	Sais inorgânicos	X	X		Vídeos
8	Graduação	Radioatividade / Energia Nuclear	X	X	X	Blog Spots e Vídeos
9	E. Médio	Gases	X			Experimentação
10	E. Médio EJA	Reações Químicas	X	X		Filme
11	E. Médio	Eletroquímica Cinética	X	X		Experimentação
12	E. Médio	Cinética Química		X		Mapa Conceitual
13	Graduação	Físico-Química	X	X		Sequência didática Experimentação
14	E. Médio	Metais pesados	X			Experimentação
15	Graduação	Termoquímica	X			UEPS Vídeos
16	E. Médio	Substâncias	X	X	X	Sequência didática
17	E. Médio	Gases	X			Sequência didática Vídeo Experimentação

Continua...

...Continuação.

Nº	Nível do ensino	Conceitos Químicos	Estratégia de abordagem e avaliação			Ferramentas utilizadas
			Organizador prévio	Mapa Conceitual	Pré e pós-teste	
18	E. Médio	Reações Químicas	X	X	X	Jogos didáticos Experimentação
19	E. Médio	Não citado	X			Entrevistas
20	9º Ano	Meio Ambiente	X			Vídeo Questionário
21	E. Médio	Ligações Química	X			Jogos
22	E. Médio	Propriedade dos Materiais	X			Questionário
23	E. Médio	Transformação da Matéria	X			TIC's
24	E. Médio	Cinética	X			Questionário
25	9º Ano	Ligações Químicas	X	X		Simulação Vídeo
26	9º Ano	Ciências	X			Leitura textos
27	E. Médio	Ácidos e Bases	X			Questionário
28	Graduação	Química Ambiental	X	X		Leitura de textos

Fonte: Do autor.

Percebe-se nos trabalhos investigados que a grande maioria, com exceção de um, utilizou, em sua proposta metodológica, organizadores prévios. Segundo Moreira (1999) os organizadores prévios incluem-se nos dois processos que fazem com que ocorra a Aprendizagem Significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ou seja, são materiais potencialmente significativo utilizado antes que um novo assunto seja introduzido aos alunos. Esses materiais podem ser uma pergunta, um filme, um texto, uma situação problema, entre outros, no sentido de fazer com que o aluno possa ir organizando suas ideias acerca dos conceitos a ser desenvolvidos.

Outra estratégia largamente utilizada nos trabalhos para se chegar à Aprendizagem Significativa foi à utilização de Mapas Conceituais (MC). Segundo Moreira (2012) os MC são diagramas de significados que relacionam e hierarquizam conceitos com palavras ou com outros conceitos facilitando a aprendizagem. São bastante utilizados na avaliação ao final da aprendizagem de conceitos/ conteúdos verificando se os mesmos foram significativos.

Os trabalhos 29, 30 e 31, embora apresentem em seu contexto a utilização da TAS, não estão listados no Quadro 4 por não apresentarem desenvolvimento de atividades de ensino. O trabalho 29 faz um levantamento de laboratórios em escolas na região pesquisada. Os trabalhos 30 e 31 são pesquisas do tipo “estado da arte” sobre trabalhos publicados em eventos de Química.

A fim de atingir uma aprendizagem que seja significativa para seus alunos, inúmeros professores e pesquisadores da área da Química buscam em suas práticas pedagógicas uma

evolução cognitiva com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino. Aprimorar suas técnicas pedagógicas e inovar seu método de ensino é o desafio do professor.

Todos os trabalhos que foram pesquisados trazem conhecimentos e técnicas que poderão ser utilizadas na prática de ensino. Os estudos trazidos por esses trabalhos resultaram em uma reflexão sobre a utilização da TAS no de Ensino de Química, além de indicar possíveis e promissoras estratégias para obter resultados satisfatórios e mais eficientes no processo de ensino aprendizagem.

### 2.2.1.3 Considerações sobre a pesquisa realizada

A escola recebe diariamente a pressão de preparar e qualificar os alunos a fim de torná-los cidadãos capazes de resolver os problemas da sociedade de forma crítica e responsável. Cabe à escola assumir esse compromisso de formar esses cidadãos melhorando o seu sistema de ensino. Ao professor, resta-lhe o dever de ser um pesquisador de sua própria prática pedagógica, melhorando-a no sentido de fazer com que seus alunos se apropriem do conhecimento de forma significativa.

A pesquisa dos trabalhos publicados em eventos na área de Química que utilizavam a Aprendizagem Significativa de Ausubel como embasamento teórico/prático no ensino, perfizeram 1%, em média, do total de trabalhos em cada um desses locais de busca, o que é um percentual baixo. Desta maneira, justifica-se a escolha desta teoria para embasar o trabalho desenvolvido nessa dissertação.

Embora o número de trabalhos seja baixo, o estudo vem em prol do conhecimento diversificado que essas pesquisas fazem ao expor técnicas, estratégias e metodologias com olhares sempre voltados para a melhoria do ensino. É possível, por meio da leitura desses trabalhos, observar o quão complexo é o ensino e que as ferramentas utilizadas buscam uma ruptura do sistema tradicional de educação, procurando dar significado aos conceitos químicos relacionando-os com a vida do estudante.

## 2.3 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) segundo Moreira (2011, p. 3-5), são sequências didáticas fundamentadas, sobretudo, na TAS, a qual tem como objetivo facilitar a aprendizagem significativa de conteúdos específicos, os passos propostos para essa sequência estão descritos a seguir:

1. Definir o tópicos específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. Criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;
7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS

deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Partindo de um exemplo específico o autor denomina cada aspecto sequencial por: 1 – Situação Inicial; 2 – Situação-problema; 3 – Revisão (Exposição Dialogada); 4 – Nova Situação-problema; 5 – Avaliação Somativa Individual; 6 – Aula Expositiva Dialogada integradora final; 7 – Avaliação da Aprendizagem; 8 – Avaliação da UEPS. Estas denominações foram utilizadas no produto desta dissertação.

A proposta de produto educacional desse projeto remete-se a elaboração de uma UEPS que servirá como estratégia de ensino para trabalhar os conceitos de comportamento ácido e base no Ensino Médio de Química. A UEPS está delineada no próximo item dessa dissertação. Antes, foram descritos os dados obtidos de um levantamento realizado no site da Capes de Teses e Dissertações, buscando identificar outros trabalhos na área de Ensino de Química que utilizaram essa sequência didática e verificar o que os autores concluíram sobre a mesma.

O levantamento utilizou o termo “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas” em qualquer período de data. Foram registrados cento e treze (113) trabalhos (o registro apresenta cento e quinze, mas, dois estavam duplicados). Destes, 46,9% são na área de Física, 11,5% na de Química, 9,7% na de Matemática, 6,2% na área de Biologia, 3,5% na área de Ciências (Ensino Fundamental) e 22,1% são de outras áreas (Administração, Economia, etc.).

Dos treze trabalhos envolvendo Química, dois são teses de doutorado e os demais (84,6%) são dissertações de mestrado profissional, sendo que cinco do PPGECEM-UPF. Aqui, nessa dissertação, se discorrerá sobre os outros sete trabalhos (um deles não estava disponível na internet) que utilizaram UEPS.

Trabalhando com o tema estruturador Química e Hidrosfera, Santana (2014) construiu uma UEPS trazendo atividades experimentais com materiais de baixo custo e cartilhas para trabalhar com várias questões envolvendo a água (poluição hídrica, tratamento de água, etc.). Com a unidade a autora comenta que foi possível desenvolver habilidades procedimentais, por meio dos experimentos, que auxiliaram na aprendizagem dos conteúdos. A avaliação se deu pelas respostas dadas às questões contidas nas cartilhas e nas discussões em grupo e via análise de mapa conceitual construído por grupo de alunos. Foi possível identificar que a UEPS motivou os estudantes a aprender e que eles apresentaram um maior domínio conceitual.

Souza (2015a) utilizou uma UEPS para o ensino de Química Orgânica. As estratégias de ensino que constituíram sua UEPS foram apresentação de vídeo, execução de atividades lúdicas e atividades experimentais. Pelo pós-teste e nos seminários que os estudantes apresentaram, a pesquisadora verificou uma evolução nos conhecimentos em relação aos itens trabalhados. Entretanto, pontua que na avaliação somativa individual, em que a autora empregou uma prova objetiva, o desempenho ficou abaixo do esperado, a maioria ficando com um número de acertos próximos a 50%, o que a autora toma como o resultado do real conhecimento adquirido. Fazendo uma análise geral de todos os recursos avaliativos, Souza (2015) considera que “uma parcela significativa dos alunos captou significados” ampliando a capacidade de aplicar o conhecimento em Química Orgânica.

Souza (2015b) aplicou uma UEPS para tratar do ensino de isomeria em uma escola técnica do Rio de Janeiro. A autora se baseou em informações da neurociência, em relação a construção do conhecimento para a escolha das atividades que seriam desenvolvidas na UEPS. Uso de software, pesquisas em grupo, resolução de problemas e participação em feira de Ciências foram elencadas como atividades. Souza concluiu que houve uma mudança na atitude dos estudantes, ficando mais participativos, o que levou a uma aprendizagem significativa, observada também no rendimento maior obtido nas avaliações formais (entre 60-80%).

Silva (2015) elaborou uma UEPS para trabalhar os conceitos mais gerais de Termoquímica, utilizando experimentação, imagens e uma flexquest como estratégias de ensino. Verificou que a proposta permitiu identificar, nos mapas conceituais elaborados pelos estudantes, novas reconfigurações conceituais. Além disso, em um levantamento feito com os estudantes em relação a sequência desenvolvida, observou que ela foi considerada válida para a formação deles.

Santos (2016) empregou uma UEPS para a abordagem de tópicos de Bioquímica em uma turma do EJA, utilizando o açaí como tema, uma vez que essa fruta fazia parte da cultura da sua região. Como organizador prévio foi utilizado um vídeo sobre as propriedades da fruta e um texto da EMBRAPA sobre a composição química da mesma. Multimídia, atividades lúdicas com massa de modelar, pesquisa em grupo foram algumas das estratégias empregadas. A conclusão foi de que a UEPS motivou os estudantes a aprender e relacionar os conteúdos com seu cotidiano.

A UEPS desenvolvida por Saron (2016), para tese de doutorado, teve como foco o ensino de Química Ambiental, por meio de uma experiência de índice de qualidade da água. Ela foi aplicada em um curso de graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária. O autor

identificou evidências de aprendizagem por meio das avaliações formativas, usadas ao longo da aplicação, e um relatório técnico da atividade experimental.

Beber (2018), em sua tese de doutorado, buscou empregar o conhecimento popular e mapas conceituais para trabalhar conceitos químicos de Cinética Química. Por meio de pré e pós teste, avaliação individual escrita e mapas conceituais a autora sinalizou que o uso dos saberes populares auxiliou na predisposição dos estudantes em aprender. Os mapas conceituais foram muito eficientes para diagnosticar<sup>1</sup> o processo de aprendizagem dos estudantes.

Como se pode verificar a utilização de UEPS no ensino de Química em dissertações e teses ainda é incipiente quando comparados à área de física. Todos os trabalhos tiveram uma avaliação positiva em relação a melhoria na participação dos estudantes e na captação de significados, resultando em evidências de aprendizagem. O uso de estratégias diversificadas contribuiu para esses resultados, além de abordagens mais contextualizadas.

### 3 PRODUTO EDUCACIONAL PROPOSTO

Nesse item está apresentado o produto educacional elaborado, a UEPS, além disso foram indicados o local em que ele foi aplicado e a turma envolvida. Também constam o instrumento de coleta de dados usado para avaliar a ocorrência de aprendizagem pelos estudantes. O produto educacional é apresentado em sua íntegra no portal EduCapes, no endereço: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/430285>>.

#### 3.1 Local e público alvo

Foram sujeitos dessa pesquisa 29 estudantes matriculados na 2ª Série do Ensino Médio de Química da Escola Estadual de Ensino Médio Cláudio Antônio Benvegnú localizada na cidade de Água Santa, RS. A escolha da 2ª Série ocorreu devido ao conteúdo programático que foi desenvolvido. Os estudantes desse trabalho foram designados pela letra E seguida de um número (E1, E2...) para resguardar a identidade dos mesmos.

A escola atende como modalidade de ensino, o Ensino Médio regular e Educação de Jovens e Adultos – EJA. O total de estudantes matriculados é de 111 no ensino regular e 32 no EJA. Os níveis do ensino regular são distribuídos nos 3 turnos e somente a noite para o EJA. Trata-se da única escola de Ensino Médio da cidade atendendo estudantes provenientes do campo e da cidade. Conta com apenas uma professora na área de Química, a qual observou as atividades desenvolvidas durante a aplicação do produto educacional.

#### 3.2 Produto educacional

O Quadro 5 apresenta de forma resumida os passos e atividades da UEPS elaborada e desenvolvida junto a uma turma do 2º ano da Escola de Ensino Médio.

Quadro 5 - Indicação das atividades e número de períodos em cada passo da UEPS.

<b>Passos UEPS</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Duração</b>
Passo 01 – Situação Inicial	Atividade experimental 01 Pré-teste	2 períodos
Passo 02 – Situação Problema 1	Leitura de texto – Texto de Apoio 1	1 período
Passo 03 – Exposição dialogada (aprofundamento)	Exposição dialogada do conteúdo Atividade Experimental 02 Trabalho em grupo 01	4 períodos
Passo 04 – Nova Situação Problema	Vídeo 1 Exposição dialogada do conteúdo Simulador computacional	4 períodos

Continua...

...Continuação.

<b>Passos UEPS</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Duração</b>
Passo 05 – Avaliação Somativa Individual	Avaliação somativa individual	1 período
Passo 06 – Aula Expositiva Final	Correção da avaliação somativa individual	1 período
Passo 07 – Avaliação da Aprendizagem	Pós-teste Trabalho em grupo 02	1 período
Passo 08 – Avaliação da UEPS	Análise dos dados obtidos nos passos anteriores	

Fonte: Do autor.

No total foram 14 períodos utilizados para a aplicação da UEPS. O período de aplicação foi de setembro a novembro de 2017. A seguir será descrito como cada passo foi estruturado e desenvolvido.

O primeiro passo da UEPS, definido como Situação Inicial, teve como objetivo verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre soluções, íons e moléculas. Para isso, foi utilizada como estratégia a experimentação. A experimentação no Ensino de Química, como já discutido anteriormente, desperta nos estudantes a motivação e proporciona uma interação com o conteúdo que é trabalhado. Nesse sentido, foi utilizada a Atividade Experimental 01 – Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos Químicos (Apêndice B) para buscar os objetivos desse Passo.

Como sequência foi proposto a aplicação de um pré-teste sobre o conteúdo de ácidos e bases. Além de proporcionar ao professor uma visão sobre o que os estudantes têm de conhecimento sobre o assunto, esse instrumento foi utilizado na coleta de dados para posterior servir de comparativo com o pós-teste.

Na primeira Situação-problema apresentada, optou-se pela utilização de uma reportagem envolvendo os conceitos químicos que foram abordados nessa UEPS. A reportagem denominada aqui como Texto de Apoio 01 (Anexo A) intitulada “Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório<sup>2</sup>” teve como objetivo fazer com que o estudante perceba os conceitos de ácidos e bases no contexto social em que está inserido. Esse texto buscou apoiar-se na abordagem CTS no sentido de discutir os efeitos que a tecnologia impacta na sociedade, além do envolvimento da Ciência nas questões presentes no cotidiano.

Após envolver os estudantes em discussões que abordasse os conceitos químicos contextualizados na forma de uma situação-problema, foi apresentado o conteúdo de ácidos e bases. Com o objetivo de fazer com que os estudantes percebessem esses conceitos em

<sup>2</sup> Fonte do Texto de Apoio 01: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/11/oceanos-estao-mais-quentes-acidos-e-com-menos-oxigenio-diz-relatorio.html>>.

contextos fora da sala de aula, foi proposto a realização de um trabalho em grupo onde cada equipe realizou uma pesquisa sobre um determinado produto químico. Novamente neste trabalho em grupo, questões ambientais e tecnológicas fizeram parte da proposta.

Uma nova atividade experimental também foi proposta como estratégia para auxiliar na aprendizagem dos conceitos químicos. A Atividade Experimental 02 - Investigando o pH de diferentes substâncias (Apêndice F) buscou na participação e envolvimento dos estudantes a discussão do conceito de pH. E por fim deste passo, atividades de sistematização foram realizadas para fixar o conteúdo.

No quarto passo da UEPS foi apresentada uma nova situação-problema. Segundo Moreira (2011) nesta etapa, é dado continuidade ao conteúdo, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira situação-problema. Sugere que sejam trabalhadas estratégias diferentes das já utilizadas e assim promover a reconciliação integradora. A partir disso, foi trabalhado um vídeo como forma de sistematizar os conceitos de força dos ácidos e bases. O vídeo apresentado, “Sobre o pH dos Alimentos no Corpo<sup>3</sup>”, teve como objetivo utilizar uma ferramenta audiovisual para trabalhar uma situação-problema envolvendo a alimentação e os conceitos químicos.

Em continuidade as atividades, foi utilizado um simulador computacional, o “Acid-Base Solutions<sup>4</sup>”. A utilização do simulador computacional na disciplina de Química permite aos estudantes interagir e observar os fenômenos químicos, além de proporcionar um maior envolvimento e compreensão na aprendizagem do conteúdo. Como fechamento do conteúdo desta UEPS, foram trabalhados os conceitos de Sistemas-tampão. Para introduzir tais conceitos foi utilizado o texto “O comportamento químico dos oceanos e os sistemas-tampão” presente no livro didático (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 186 – 187). A utilização de textos, além do objetivo didático, teve a intenção de fazer com que o estudante pratique a leitura e interpretação, uma vez que, é o suporte para o desenvolvimento da aprendizagem.

Na etapa final da UEPS propõe-se atividades de avaliação. A primeira, a Avaliação Somativa Individual, questões foram utilizadas a fim de verificar o conhecimento do estudante adquirido ao longo da aplicação desta sequência didática. Posterior, como avaliação da aprendizagem, foi proposto um pós-teste idêntico ao pré-teste, com o objetivo de comparar a evolução de cada estudante. Outra ferramenta de avaliação final foi um trabalho colaborativo em grupo delineando a pesquisa sobre processos químicos que envolvessem ácidos e bases.

---

<sup>3</sup> Fonte do vídeo: <[https://www.youtube.com/watch?v=n9Nj5LO\\_AZk](https://www.youtube.com/watch?v=n9Nj5LO_AZk)>.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutionsen.html>>.

A avaliação da UEPS aparece como último passo por se o momento que é identificado a ocorrência ou não de indícios de aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa é progressiva durante toda a UEPS, por isso, a avaliação é baseada em evidências, não somente em um único instrumento avaliativo.

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida caracteriza-se como de natureza qualitativa e quantitativa. Ambos aspectos vão ser pontuados separadamente a seguir.

Segundo Minayo, a pesquisa qualitativa “trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (2013, p. 21). A pesquisa qualitativa permite analisar a construção do conhecimento químico pelos estudantes por meio da participação dos mesmos nas atividades propostas.

Na pesquisa quantitativa, segundo Richardson (1989) apud Dalfovo, Lana e Silveira (2008), a coleta de dados e o posterior tratamento se dão pelo uso de técnicas estatísticas, desde as mais simples, até as mais complexas.

O trabalho também se caracteriza pela pesquisa-ação, onde o professor faz parte do processo da construção do conhecimento em constante interação com os estudantes. A partir disso, o professor consegue refletir sobre sua própria prática melhorando-a e aprendendo mais (TRIPP, 2005).

Foram ferramentas de coleta de dados e avaliação da aprendizagem a aplicação de pré e pós-teste, as atividades colaborativas realizadas em grupo, as atividades experimentais e atividades de sistematização. O Quadro 6 apresenta o tipo de coleta de dados e a análise realizada para cada situação.

Quadro 6 - Ferramentas de coleta de dados e critérios de análises.

Ferramenta de coleta	Crítérios
Pré e pós teste	Análise quantitativa: verificando o número de acertos antes e depois da realização dos testes. Análise qualitativa: identificando em cada questão o que pode ter apresentado dificuldade para o estudante.
Atividades colaborativas em grupo	Análise qualitativa das seguintes categorias: Informações solicitadas x atendidas; Qualidade das Informações; Formatação dos trabalhos.
Atividades experimentais	Análise qualitativa: Observando a participação e envolvimento dos estudantes.
Atividades de sistematização	Análise Quantitativa: verificando o número de acertos. Análise qualitativa: identificando em cada questão o que pode ter apresentado dificuldade para o estudante.

Fonte: Do autor.

Outro instrumento de coleta foram os registros das memórias do professor que foram realizadas em todas as aulas e baseadas nas avaliações, nas observações durante as atividades propostas e nos questionamentos e falas feitas pelos estudantes coletados ao longo do desenvolvimento da UEPS. Esses registros foram pré-categorizados e analisados a fim de

verificar indícios de aprendizagem significativa pelos estudantes na intervenção didática proposta. As categorias escolhidas são: o envolvimento e mudança de comportamento dos estudantes nas atividades propostas, questionamentos coerentes ao longo das aulas, disposição para ações colaborativas entre os estudantes.

Assim, como destacam Bogdan e Biklen (1994, p. 36):

Aquí através de instrumentos de coleta de dados como videoteipes e gravadores, ou um simples bloco de notas; o pesquisador nas fases de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados, conta com o aspecto do seu próprio subjetivismo, suas interpretações reflexivas do fenômeno. As pesquisas qualitativas são descritivas. [...]. Não é possível compreender o comportamento humano sem levar em conta o quadro referencial e contextual de que os indivíduos se utilizam para interpretar o mundo em volta.

Na avaliação dos dados obtidos através dos instrumentos de coleta foi realizada a análise quantitativa nos pré e pós-teste, não deixando de avaliar qualitativamente os mesmos, ou seja, no sentido de identificar quais foram os erros e acertos mais frequentes buscando uma explicação plausível e que venha a contribuir para a reestruturação do produto.

Para os trabalhos colaborativos em grupos foram criadas categorias observando as informações presentes assim como, a qualidade destas informações. Outro critério analisado, foi quanto a formatação e organização do trabalho.

Na análise das atividades experimentais foram observadas as dificuldades e facilidades dos estudantes em transpor o conhecimento adquirido para as situações apresentadas buscando perceber se ocorreram evidências que caracterizem a aprendizagem ou se requer novas intervenções.

As atividades de sistematização sofreram as mesmas análises qualitativas que as atividades experimentais, acrescidas das análises quantitativas que buscou identificar nas respostas dos estudantes as dificuldades em relação ao conteúdo trabalhado.

A pesquisa desenvolvida assume um caráter interpretativo. Segundo Gil (2009) a pesquisa interpretativa é uma abordagem da pesquisa qualitativa onde o professor descreve e interpreta o objeto de pesquisa.

Dessa maneira, o professor torna-se um pesquisador de sua própria prática, interpretando as mudanças que suas ações provocam nos seus estudantes, identificando as dificuldades e necessidades de cada indivíduo a fim de que consigam construir uma aprendizagem que seja significativa a todos.

## 5 RESULTADOS

Esse capítulo inicia-se com os resultados obtidos em uma sondagem aplicada à turma em que a UEPS foi desenvolvida. Também foram relatadas algumas observações obtidas durante visitas prévias realizadas pelo professor pesquisador, as quais tiveram o intuito de aproximá-lo do ambiente onde a intervenção didática seria aplicada. A seguir são indicados dados de um levantamento de Teses e Dissertações que abordaram o tópico ácidos e bases para comparar com os dados obtidos nessa dissertação. Logo após, estão descritos os resultados da aplicação do produto educacional.

### 5.1 Primeiras concepções dos sujeitos da pesquisa

Para conhecer um pouco mais sobre os estudantes que foram os sujeitos dessa pesquisa, aplicou-se um questionário (Apêndice A). O objetivo desse questionário foi realizar uma sondagem sobre qual a visão dos estudantes em relação à disciplina de Química, além de investigar as suas dificuldades e preferências de estudos.

Como primeira pergunta, “O que você acha da disciplina de Química?”, as respostas dos estudantes revelam concepções variadas. O Quadro 7 a seguir apresenta algumas das respostas obtidas:

Quadro 7 - Respostas dos estudantes para a Questão 01.

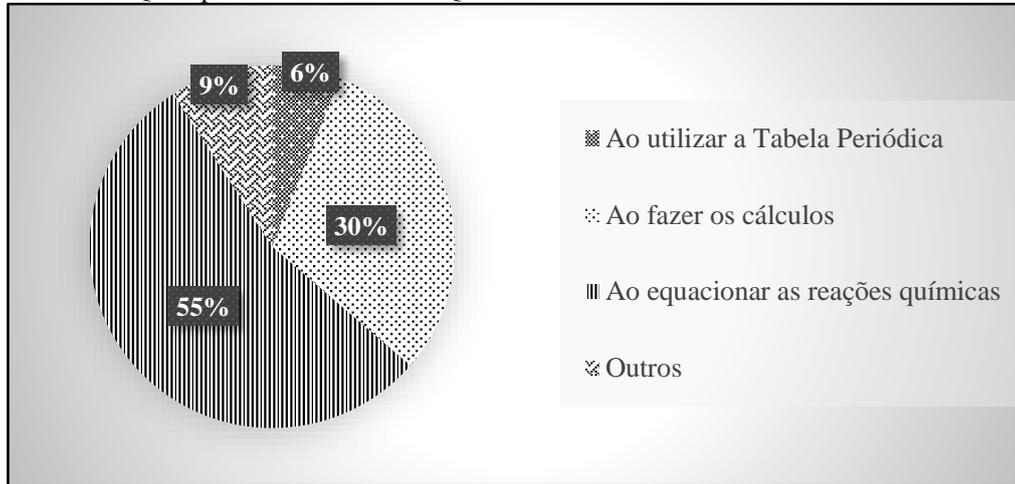
Estudante	Resposta
01	Alguns conteúdos eu não tenho dificuldade mas em outros tenho. Mas pelo meu ponto de vista acho a disciplina muito proveitosa.
02	Legal, mas não acho muito importante para a vida se não for seguir uma profissão nessa área.
03	Não é algo usado tanto quanto a matemática no dia-a-dia, mas, mesmo que não pareça, está muito presente nas nossas vidas, sendo de grande importância.
04	A Química é muito importante para o nosso dia-a-dia para compreender melhor, as reações químicas, e tudo à nossa volta, pois tudo gira em torno da Química.

Fonte: Do autor.

A partir das respostas obtidas dos estudantes pode-se observar que eles não têm uma definição única sobre a disciplina de Química e que a concebem de forma variada. Alguns a consideram difícil e não visualizam sua utilização nas situações de sua vivência. Em diferente sintonia do que as respostas anteriores demonstraram, a resposta do estudante 04 dá sentido à importância da Química na sociedade, enaltecendo-a ao dizer em sua conclusão que “tudo gira em torno da Química”.

Na segunda pergunta eles foram questionados sobre quais partes integrantes dos conteúdos químicos eles sentem maior dificuldade. As respostas estão representadas no gráfico 4:

Gráfico 4 - Quais partes do conteúdo de Química você sente maior dificuldade?



Fonte: Do autor.

Os estudantes também foram questionados sobre de que forma eles acham que aprenderiam melhor à Química. A maioria dos estudantes acredita que com atividades experimentais seria melhor. Alguns citaram que aprenderiam melhor se prestassem mais atenção nas explicações da professora, pois ela cumpre, segundo eles, um excelente papel de educadora. Com isso, observa-se que a intencionalidade do estudante em aprender se constitui em um aspecto importante a ser considerado pelo professor nas escolhas de suas estratégias e ações.

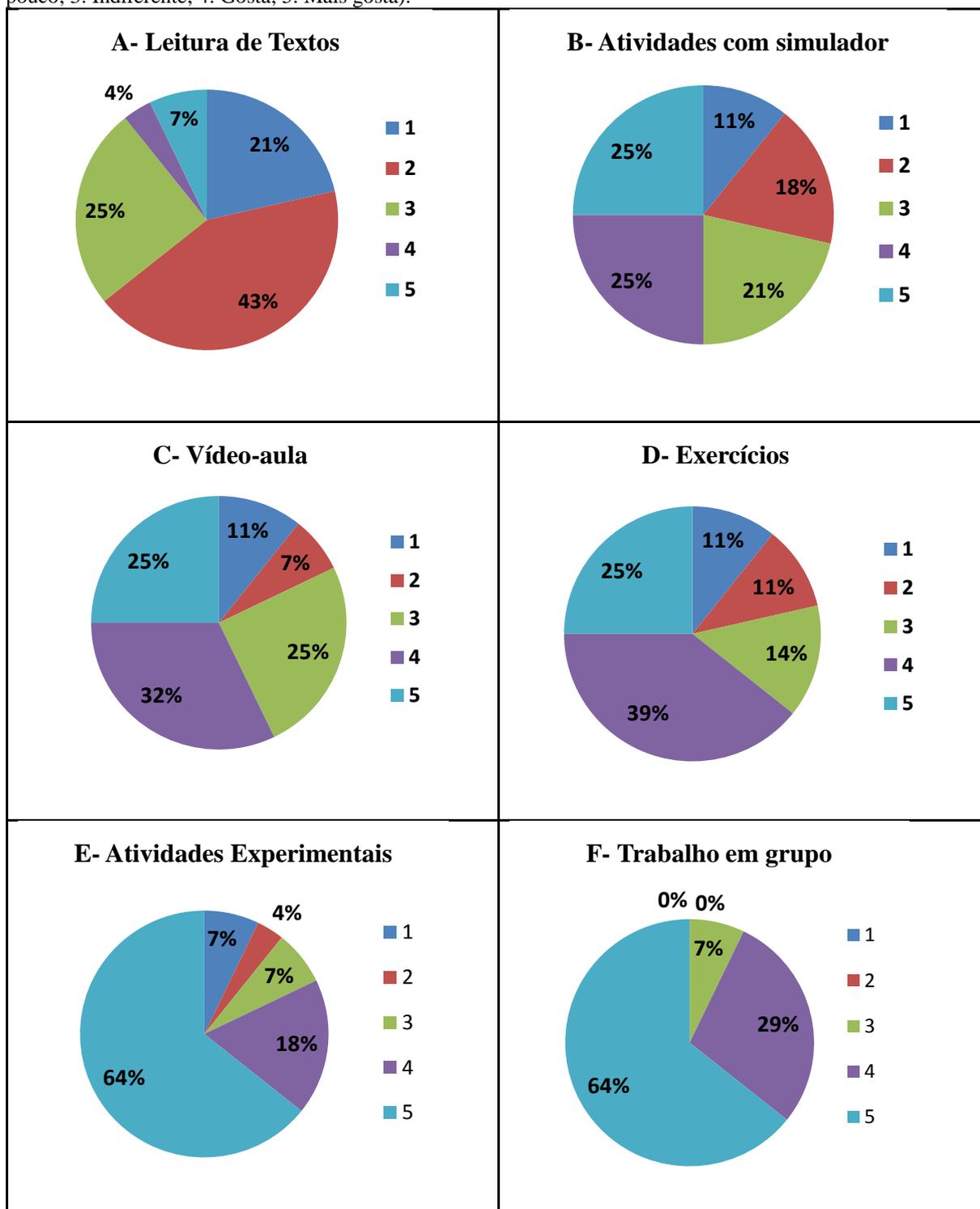
Outro questionamento realizado aos estudantes (questão 4) buscou classificar as ferramentas de ensino, os quais atribuíram um valor de 1 à 5, sendo que “1 o que menos gostam e 5 o que mais gostam”.

Analisando as respostas dos estudantes, pode-se verificar que as ferramentas de ensino que os estudantes “mais gostam” são as atividades experimentais (Gráfico E) e o trabalho em grupo (Gráfico F), ambas com 64%. No que diz respeito às atividades que eles “menos gostam” (Legenda 1) a leitura de texto (Gráfico A) aparece em destaque com 21%, seguida de 43% para o valor “2” de atribuição. Um dos problemas apontados por Souza e que pode estar contribuindo para esse resultado em relação à leitura de textos é que, muitas vezes, essa atividade se resume na leitura do livro didático “Parece ser consenso entre os estudantes, em suas memórias, o uso do livro didático como uma das únicas leituras estabelecidas em suas aulas de Ciências e uma busca de interpretações esperadas por seus professores” (SOUZA,

2003, p. 3). Gambarini e Bastos (2003) também obtiveram esse resultado, identificando o livro didático como fonte principal de leitura.

Em forma de gráficos, o Quadro 8 apresenta as ferramentas e os resultados obtidos com a questão 4.

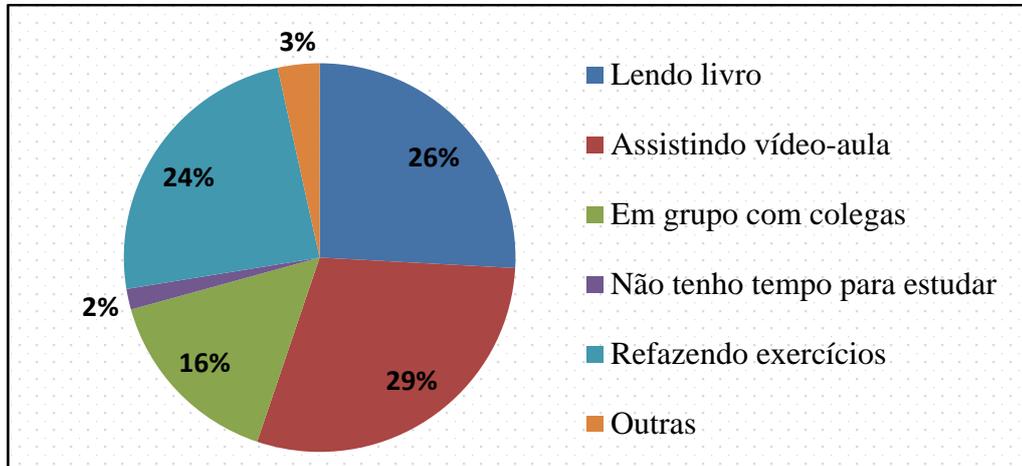
Quadro 8 - Resultados de cada ferramenta de ensino (A-F) pesquisada. (Legenda: 1. Menos gosta; 2. Gosta um pouco; 3. Indiferente; 4. Gosta; 5. Mais gosta).



Fonte: Do autor.

Como última questão realizada, perguntou-se aos estudantes como eles estudam. As respostas estão dispostas no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Como você estuda?



Fonte: Do autor.

Ao analisar o gráfico 5 verifica-se que assistir vídeo-aulas, ler livro e refazendo exercícios, respectivamente, são as três formas que os estudantes mais utilizam para seus estudos. Este resultado pode estar relacionado com as próprias vivências do estudante em sala de aula.

Esse questionário serviu como ferramenta para analisar as diferentes formas de pensar dos estudantes em relação a disciplina de Química. A descrição das dificuldades encontra consonância com as observações que foram/estão sendo feitas na turma. Além das observações, momentos de trocas com a professora fizeram com que as estratégias que foram selecionadas para a UEPS fossem ajustadas de modo que se conseguisse identificar indícios de aprendizagem.

Em algumas destas observações, constatou-se que existe dificuldade por parte dos estudantes em resolver situações que se distanciam um pouco do que lhe foi ensinado, e ainda, questões que envolvem cálculos matemáticos simples impõem dificuldades a grande maioria deles. Comum em uma sala de aula, alguns estudantes se destacam mais do que outros em relação a participação. Em certos momentos, se pode observar que existe uma cooperação entre colegas, o que é importante para o andamento do conteúdo.

A cada momento vivenciado dentro da sala de aula, reforça a esperança que a educação pode ser melhor a partir da dedicação e preparação do professor basta dar a ele condições de desenvolver suas aulas com competência.

## 5.2 Pesquisa bibliográfica em Teses e Dissertações da CAPES

Com o objetivo de identificar os trabalhos desenvolvidos na área do ensino de Química que abordassem o conteúdo de ácidos e bases, foi fonte de pesquisa o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)<sup>5</sup> que a partir de julho de 2002, apresenta referências e resumos das teses/dissertações defendidas em programas de pós-graduação do país.

Para a pesquisa foram estabelecidas duas palavras-chave: “ácido” e “base”, buscadas nos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos. O resultado dessa aplicação foi de 193.475 trabalhos divididos entre dissertações e teses. Em seguida foram estabelecidos dois filtros a fim de selecionar os trabalhos na área de interesse. Os filtros e resultados são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Filtros utilizados na pesquisa e seus respectivos resultados.

Filtro	Selecionados	Resultados individuais	Saldo pós filtro
Primeiro filtro: Grande Área do Conhecimento	Ciências Exatas e da Terra	13288	36987
	Ciências Exatas e da Terra	8100	
	Multidisciplinar	9399	
	Multidisciplinar	6200	
Segundo filtro: Área Conhecimento	Ensino de Ciências e Matemática	1263	1447
	Ensino de Ciências e Matemática	184	

Fonte: Do autor.

O resultado após a aplicação dos filtros resultou em 1447 trabalhos. Cada trabalho foi investigado quanto a área de aplicação e o conteúdo que abordava. A maior parte dos resultados ficou relacionado a palavra “base”, mas sem referência ao caráter químico.

Ao final da investigação foram selecionados 9 trabalhos, sendo 8 dissertações e 1 tese. Os trabalhos continham em seus resumos ao menos uma das palavras-chave e se relacionavam ao conteúdo químico investigado. Os títulos, autores e data de publicação são apresentados no Quadro 10.

O primeiro trabalho intitulado “Proposta e avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em Química” teve como objetivo desenvolver e caracterizar uma sequência de atividades experimentais para o ensino superior em Química. Entre os recursos utilizados é destaque do autor a utilização de um software de simulação no contexto de aulas práticas laboratoriais com o objetivo de desenvolver a autonomia dos

<sup>5</sup> Endereço eletrônico da ferramenta de pesquisa: <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

estudantes e promover, com a abordagem investigativa, maior grau de liberdade para o estudo do fenômeno químico. A partir dos resultados da pesquisa, a autora conclui que os estudantes possuem dificuldades na interpretação das curvas de titulação desenvolvidas, mas as atividades possibilitaram uma maior discussão e conseqüentemente possibilitou o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem.

Quadro 10 - Trabalhos selecionados após critérios de buscas.

Nº	Título	Referência
1	Proposta e avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em Química	THEODORO, M. E. C. Mestrado Em Ensino De Ciências (Modalidades Física, Química E Biologia) Instituição De Ensino: Universidade De São Paulo, São Paulo, 2016.
2	Ensino dos conceitos 'ácido e base' na perspectiva histórico-crítica	LIMA, C. Mestrado Em Ensino, Filosofia E História Das Ciências Instituição De Ensino: Universidade Federal Da Bahia, Salvador, 2016.
3	Da Química Geral à Química Analítica: reflexões sobre o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao tema equilíbrio químico	GOMES, J. N. Mestrado Em Ensino De Ciências (Modalidades Física, Química E Biologia) Instituição De Ensino: Universidade De São Paulo, São Paulo, 2013.
4	Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em Química	SILVA, F. C. V. Doutorado Em Ensino Das Ciências Instituição De Ensino: Universidade Federal Rural De Pernambuco, Recife, 2017.
5	Criação de sinais para os conceitos químicos “base” e “neutro” em língua brasileira de sinais – libras	PEREIRA, G. A. Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências Instituição De Ensino: Universidade Estadual De Roraima, Boa Vista, 2016.
6	Análise semiótica de representações moleculares na comunicação de conhecimentos sobre ácidos e bases em livros-texto de Química Orgânica: primeira e segunda tricotomia Peirceana	GORRI, A. P. Mestrado Em Educação Científica E Tecnológica Instituição De Ensino: Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
7	O uso de Role-Playing Game (RPG) no ensino de Ciências: uma atividade voluntária e complementar às aulas no Ensino Fundamental II	MARINS, E. S. Mestrado Profissional Em Projetos Educacionais De Ciências. Instituição De Ensino: Escola De Engenharia De Lorena, Lorena, 2017.
8	Educação de jovens e adultos: uma proposta de sequência didática com caráter investigativo no ensino de Química	FONSECA, M. S. Mestrado Em Ensino Na Educação Básica Instituição De Ensino: Universidade Federal Do Espírito Santo, São Mateus, 2017.
9	Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases.	FIGUEIRA, A. C. M. Mestrado Em Educação Em Ciências Químicas Da Vida E Saúde (UFSC - FURG) Instituição De Ensino: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2010.

Fonte: Do autor.

O segundo trabalho “Ensino dos conceitos 'ácido e base' na perspectiva histórico-crítica” identificou que o ensino de conceitos de ácidos e bases está relacionado as Pedagogia Tradicional e Pedagogia Nova. Contudo, apesar dessas diferentes pedagogias, a autora identificou que as concepções de ácido e base dos estudantes não têm sofrido mudanças significativas, permanecendo concepções ricas em ideias do senso comum após o ensino. A proposta do trabalho foi de desenvolver uma sequência de aulas baseadas na Pedagogia

Histórico-Crítica (PHC) buscando problematizar situações do cotidiano em que os conceitos de ácidos e bases são desenvolvidos em sua ordem histórica. Foram propostas para as aulas, reportagens, atividades experimentais e um seminário para discutir o tema. Segundo a autora, observa-se, a partir dos resultados, que o ensino baseado na PHC possibilita uma maior relação dos fenômenos químicos estudados com a prática social.

A pesquisa do terceiro trabalho, “Da Química geral à Química Analítica: reflexões sobre o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao tema equilíbrio químico”, buscou identificar as concepções dos estudantes sobre os conceitos de ácidos e bases em disciplinas de nível superior de Química Geral à Analítica. O método utilizado pela pesquisadora foi a elaboração de questões na forma de avaliação inicial e final (da mesma forma que o pré e pós-teste) onde foram utilizadas as mesmas questões. Além disso, foram analisadas as concepções dos estudantes durante as aulas o que a autora define como avaliações progressivas. Como resultados da pesquisa, foi identificado que alguns estudantes demonstraram dificuldades conceituais mesmo após receber o conteúdo, como confusões nos modelos que definem ácidos e bases, assim como, com a aplicação dos conceitos de dissociação e ionização.

A única Tese de doutorado presente nos trabalhos selecionados foi o trabalho “Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em Química”. A pesquisa teve como objetivo analisar diferentes modos de pensar e falar o conceito de ácido/base partindo de situações vivenciadas em sala de aula e fora dela tendo como estudo de caso as concepções por profissionais da beleza capilar. Os resultados demonstraram que os licenciandos em Química buscam na linguagem científica o suporte para a resolução do estudo de caso onde foi possível identificar diferentes modos de pensar e falar na transição das concepções mais intuitivas, cotidianas para as concepções científicas revelando em cada contexto diferentes significados para os conceitos de ácidos e bases.

O quinto trabalho, “Criação de sinais para os conceitos químicos “base” e “neutro” em língua brasileira de sinais – libras” teve como objetivo criar uma linguagem de sinais na disciplina de Química como forma de inclusão para estudantes portadores de deficiência auditiva. A pesquisa teve a participação do professor de Química, um interprete e um estudante de segundo ano do Ensino Médio. Como métodos utilizados na pesquisa foram entrevistas, questões e atividades experimentais. Ao final, foram criados sinais que possibilitaram ao estudante um entendimento das definições de ácidos e bases de Brønsted e Lowry.

O sexto trabalho, “Análise semiótica de representações moleculares na comunicação de conhecimentos sobre ácidos e bases em livros-texto de Química Orgânica: primeira e segunda

tricotomia Peirceana” teve como objetivo elucidar como as representações moleculares são utilizadas na comunicação dos conhecimentos introdutórios sobre ácidos e bases em livros-texto de Química Orgânica para o ensino superior. Quatro livros foram investigados e os resultados indicaram que todos os livros priorizaram a linguagem textual em detrimento da linguagem e significado das imagens. Ainda, identificou-se que 94% dos livros utilizam a representação molecular para introduzir os conceitos de ácidos e bases. A autora conclui ressaltando a necessidade de novos olhares e novas posturas em relação ao papel das representações e as possíveis interpretações dos significados frente aos conhecimentos de Química.

O sétimo trabalho intitulado “O uso de Role-Playing Game (RPG) no ensino de Ciências: uma atividade voluntária e complementar às aulas no Ensino Fundamental II” teve como objetivo avaliar a utilização de um jogo didático para trabalhar conceitos no ensino de Ciências. Foram instrumentos de coleta de dados a observação, questionários e um teste avaliativo para os conceitos de ácido, base e escala de pH. Como resultados obtidos o autor destaca que a utilização do jogo motivou os estudantes, além de proporcionar um ambiente de cooperação, interação e construção do conhecimento.

O trabalho número 8 tem como título “Educação de jovens e adultos: uma proposta de sequência didática com caráter investigativo no ensino de Química”. Não foi possível encontrá-lo na íntegra, apenas o resumo. Foram construídas sequências didáticas para os conceitos de soluções e equilíbrio ácido-base definidos a partir de entrevista semiestruturada com a professora. Foram realizados pré e pós-testes e observações para o levantamento de dados. Segundo a autora, a utilização das sequências didáticas possibilitou aos estudantes revisitarem seus conhecimentos prévios sobre os conceitos químicos e a partir disso reconstruir o conhecimento.

O último trabalho, “Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases”, buscou identificar em estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior as concepções sobre os conceitos de ácidos e bases. A pesquisadora utilizou como ferramenta de coleta de dados questões abertas sobre o conteúdo. A pesquisa possibilitou identificar que mesmo após receber a instrução, os estudantes continuavam usando concepções simplistas sobre o tema. Equívocos e confusões entre as teorias ácido-base foram identificadas. Segundo a autora é necessário refletir sobre as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes frente a resistência conceitual enfrentada nesse trabalho.

Entre as observações realizadas nessa pesquisa pode-se concluir que poucos trabalhos foram encontrados nessa plataforma. Destes, um dos trabalhos se tratava de analisar os signos presentes em livros, o que difere dos objetivos desta dissertação.

Foi observada a utilização de ferramentas como atividades experimentais, utilização de sistemas computacionais para auxiliar na aprendizagem dos conceitos químicos, utilização de reportagens e situações que relacionassem o cotidiano com o conhecimento químico. Observa-se também que para a coleta de dados muitos trabalhos utilizaram avaliação na forma de questões descritivas e análise da observação do professor no desenvolvimento dos estudantes diante do conteúdo aplicado.

Como resultados, pode-se verificar que vários trabalhos identificaram dificuldades dos estudantes na utilização dos conceitos de ácidos e bases mesmo após receberem a instrução. Porém, estratégias como a utilização das atividades experimentais, jogos didáticos, utilização de software computacional, utilização de reportagens, entre outras, possibilitaram um avanço conceitual dos estudantes além de ampliar as discussões e questionamentos sobre o conteúdo.

### 5.3 Resultados da aplicação da UEPS

Os resultados de aplicação da UEPS descrito neste item estão organizados na sequência de desenvolvimento do trabalho, ou seja, por passo da UEPS. Entende-se que a discussão por passos favorece as situações vivenciadas durante cada atividade desenvolvida com os estudantes. As atividades desenvolvidas em cada um dos passos estão descritas no Produto Educacional (PE), sendo necessário acessá-lo para acompanhar o levantamento dos dados.

O primeiro passo da UEPS é a **Situação Inicial**. Segundo Moreira (2011) é onde será apresentado o tópico a ser trabalhado por meio de um texto, de uma atividade experimental, de questionamentos, entre outros, os quais auxiliarão na estruturação da UEPS e posterior avaliação da aprendizagem.

Como proposta inicial, optou-se pela utilização de uma atividade experimental com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes. O assunto abordado nessa atividade foi o de verificar a condutividade elétrica em substâncias e soluções permitindo que os estudantes externalizassem o conhecimento sobre íons, moléculas e outros conceitos químicos já trabalhados no 1º Ano conforme a professora titular relatou.

A utilização da experimentação no Ensino de Química é defendida por diferentes autores (GIORDAN, 1999; GUIMARÃES, 2009), pois por meio dessa metodologia o esperado é que os estudantes superem as dificuldades na compreensão dos conceitos químicos tornando a aprendizagem significativa para sua vida. Para Guimarães (2009, p. 198) “A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”.

A atividade experimental 01 (Apêndice B) foi desenvolvida de forma demonstrativa na sala de aula, uma vez que a turma é composta por 29 estudantes e o laboratório de Ciências da escola não comporta esse público. Foi entregue a cada estudante um quadro contendo as substâncias que seriam investigadas e um espaço para preenchimento dos resultados obtidos, como indicado no produto educacional.

Optou-se por utilizar substâncias que o professor pudesse discutir sobre os elétrons e íons em movimento e os modelos de ligações químicas. Foram investigadas as seguintes substâncias: água destilada, água da torneira, cloreto de sódio na forma sólida e em solução aquosa, açúcar (sacarose) na forma sólida e em solução aquosa, vinagre (4,2% de ácido acético) e hidróxido de sódio na forma sólida e em solução aquosa.

O professor iniciou a atividade questionando os estudantes sobre “*O que é a corrente elétrica?*”. No grupo de estudantes surgiram respostas como a luz, a eletricidade, até o momento que o estudante E-25 falou: “*os elétrons correndo em cima dos fios nos postes de luz*”. A partir das respostas dos estudantes o professor mediou o conhecimento sobre movimento dos elétrons no intuito de que os estudantes pensassem sobre o fenômeno da eletricidade.

A proposta da atividade experimental era testar a condutividade elétrica das substâncias com o auxílio de um testador de condutividade. A cada substância testada, os estudantes participavam opinando se iria acender a luz e eram discutidos os motivos que poderiam levar a condução de corrente elétrica ou não, além de observar a intensidade da luz gerada.

Nos primeiros testes envolvendo a água (destilada e da torneira) já começaram as dúvidas dos estudantes, como o porquê uma acenderia a lâmpada e a outra não. O estudante E-8 respondeu que na água da torneira “*tem sais minerais*” o que faria acender a lâmpada. O professor engajado na resposta do estudante perguntou o que seriam esses sais. Até esse momento, os estudantes não conseguiram resgatar seus conhecimentos prévios sobre os conceitos de íons em solução e a pergunta ficou sem resposta. O professor optou por não responder, pois outras situações semelhantes aconteceriam com outras substâncias.

Ao investigar a próxima substância, o cloreto de sódio, os estudantes foram questionados se este conduziria eletricidade na forma sólida. A turma ficou dividida nas respostas. O professor testou o sal na forma sólida e não acendeu a lâmpada. Em seguida, adicionou água solubilizando o sal e testou novamente, acendendo a lâmpada em uma intensidade forte.

A próxima substância investigada foi o açúcar (sacarose), dando o mesmo tratamento que o cloreto de sódio. Porém antes de testar em solução aquosa, o professor perguntou aos estudantes se iria acender a lâmpada e todos responderam que sim, atribuindo a semelhança

visual entre o sal e a sacarose. Contudo, a lâmpada não acendeu em nenhuma das formas, intrigando os estudantes.

O professor, então, escreveu no quadro as fórmulas das substâncias e discutiu com eles sobre a diferença entre uma substância iônica e uma molecular, resgatando esses conceitos. E, a partir disso, sistematizou a diferença de comportamento, entre elas, em relação a condutividade elétrica e dos íons em uma substância iônica no estado sólido e em solução aquosa. Também, como o grau de ionização de uma substância iônica (cloreto de sódio) pode interferir na condução da corrente elétrica.

Em seguida, foi testado o vinagre que apresenta em sua composição 4,2% de ácido acético. Verificou-se que o mesmo conduz corrente elétrica. O professor, então, explicou que a condutividade observada é pela presença do ácido acético que é uma substância molecular capaz de se ionizar. Ao final da aula, o professor, juntamente com os estudantes, discutiu cada substância investigada e o quadro foi completado com os resultados buscando a sistematização dos conceitos trabalhados.

Ao concluir a atividade experimental o professor pode observar, por meio da participação durante a investigação, que alguns estudantes conseguiram resgatar seus conhecimentos prévios sobre os conceitos de íons e de modelos de ligação química.

Pinto, Santana e Andrade (2012, p. 11) ao investigar as concepções dos estudantes de Ensino Médio sobre o desenvolvimento de práticas com atividades experimentais chegaram à conclusão de que:

A realização de atividades experimentais desenvolve a reflexão e a negociação de significados e desperta o interesse pela ciência, tornando os conteúdos químicos mais objetivo e significativo, permitindo a construção de uma visão de mundo menos fragmentada e mais articulada aos processos que envolvem o indivíduo como participante de uma sociedade em constante modificação.

Dessa maneira, considerou-se que a atividade contribuiu para os estudantes resgatarem esses conceitos fundamentais para o aprendizado relativo aos ácidos e bases, conteúdo programado para a UEPS.

Nesse primeiro passo da UEPS, além da atividade experimental, também foi realizado um pré-teste (Apêndice C) como instrumento para uma avaliação quantitativa dos conhecimentos prévios dos estudantes. Optou-se pela utilização de questões que abordassem os conceitos de ácido e base, e a partir das respostas verificar as dificuldades prévias apresentadas pelos estudantes. Os resultados do pré-teste serviram para comparação com os resultados do pós-teste ao final da aplicação da UEPS.

Nas duas primeiras questões os estudantes deveriam responder o que é um ácido (01) e uma base (02). Na questão 01, apenas 14% dos estudantes responderam corretamente. Já na questão 02 esse valor subiu para 32%.

Analisando as respostas dos estudantes foi possível identificar as seguintes categorias: Respostas relacionadas ao pH; Substâncias fortes ou fracas; Substâncias corrosivas; Nenhuma das anteriores ou em branco. O Quadro 11 apresenta a categorização das respostas e o percentual específico obtido.

Quadro 11 - Categorização das repostas dos estudantes.

<b>Categoria</b>	<b>Ácido</b>	<b>% de alunos</b>	<b>Base</b>	<b>% de alunos</b>
Respostas relacionadas ao pH	5	18%	10	36%
Substâncias fortes ou fracas	<b>15</b>	54%	<b>11</b>	39%
Substâncias corrosivas	3	11%	0	0%
Nenhuma das anteriores ou em branco	5	18%	7	25%

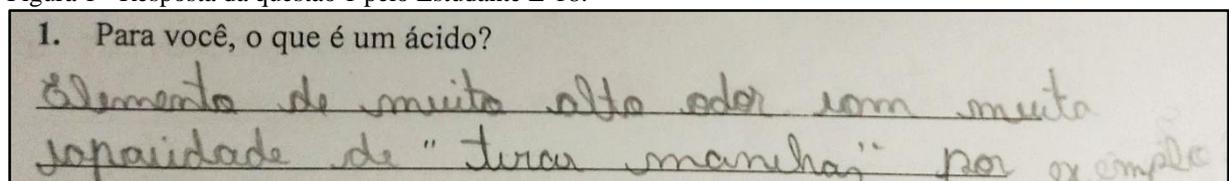
Fonte: Do autor.

Percebe-se que o maior número de estudantes definiu ácidos e bases como sendo substâncias fortes ou fracas ou as definiram a partir de alguma característica como o pH. Esse conteúdo, segundo o que os livros didáticos apresentam, se faz presente no Primeiro Ano do Ensino Médio. Ao questionar a professora titular sobre isso, ela respondeu que não teve tempo no ano letivo anterior para apresentar esse conteúdo que somente consegue trabalhá-lo no Segundo Ano. Portanto, concluiu-se que as respostas se relacionaram mais com as concepções que os estudantes já traziam sobre esse tipo de substâncias.

Oliveira (2008) em sua pesquisa com estudantes do Primeiro e Terceiro Ano do Ensino Médio verificou que a maioria dos estudantes do 3º ano concebiam os ácidos, como substâncias corrosivas, enquanto os do 1º ano indicavam algo próximo ao conceito de Arrhenius que tinham estudado.

Outras respostas chamam a atenção pela definição que o estudante elabora a partir de sua vivência e do conhecimento adquirido com outros conteúdos. A Figura 1 apresenta a resposta do estudante E-18 para o questionamento sobre o que é um ácido.

Figura 1 - Resposta da questão 1 pelo Estudante E-18.

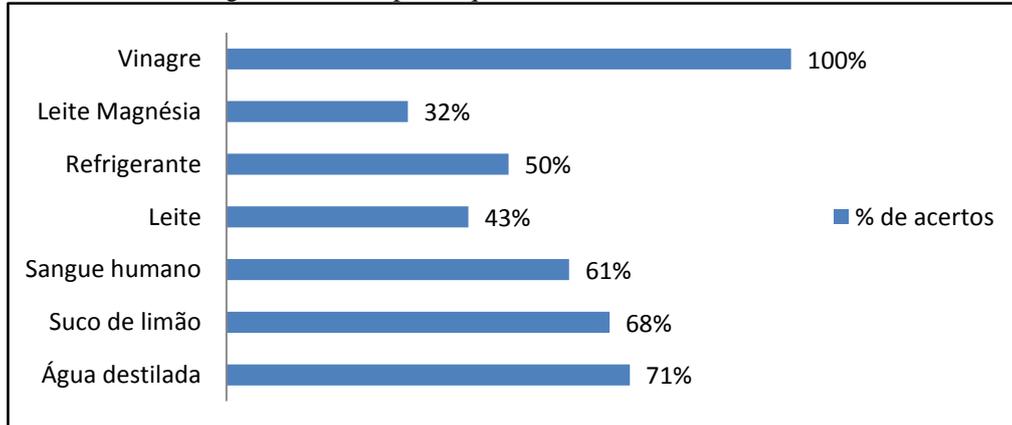


Fonte: Do autor.

Já para a questão sobre o que é uma base, o estudante E-21 respondeu: “*É algo mínimo para que aconteça uma reação*”. Os mesmos autores anteriormente citados obtiveram em relação a substâncias básicas, a resposta “sustentação” na ideia de que é algo necessário para iniciar uma reação, como se verificou na resposta de E-21. Os do 1º ano, novamente usaram o conceito de Arrhenius.

Na terceira questão foi solicitado que os estudantes classificassem os produtos em Ácido, Neutro e Alcalino. Optou-se por utilizar produtos que eram da vivência dos estudantes e também pudessem ser testados futuramente em sala de aula. Entre eles estão: Água destilada, suco de limão, leite, refrigerante, leite de magnésia e vinagre. O Gráfico 6 apresenta as porcentagens de acertos de cada uma das substâncias perguntadas.

Gráfico 6 - Porcentagem de acertos para a questão 03.



Fonte: do autor.

O objetivo dessa questão era fazer com que o estudante percebesse que os produtos apresentados fazem parte de seu cotidiano e se relacionam com a Química. O vinagre teve a totalidade de acertos o que pode ser explicado por todos conhecerem o produto e suas características. Em menor índice aparece o leite de magnésia, no momento do teste muitos questionaram sobre o que seria esse produto, mostrando que não faz parte da vivência destes estudantes. Percebe-se que os estudantes procuram responder buscando o que conhecem de sua vivência, por isso é importante, em especial na etapa de levantamento do conhecimento prévio, trazer questões que possibilitem a externalização do que ele pode conhecer.

Na questão número quatro, perguntou-se para que serve um indicador ácido-base. Embora a própria questão já apresentava a resposta, 46% dos estudantes não souberam interpretar a questão e não responderam.

As questões de número 5 e de número 6 se referiram ao pH, onde foi perguntado qual o caráter químico de uma substância com pH abaixo de 7 e de uma substância com pH acima de

7, respectivamente. Observa-se que 54% dos estudantes assinalaram a resposta incorreta nas duas questões.

A última questão do Pré-teste abordou o termo “azia” questionando os estudantes o que se pode tomar para minimizar esse sintoma. O objetivo da utilização desse sintoma teve como propósito trazer uma situação comum na vivência dos estudantes. Para a pergunta foram dadas três alternativas de respostas: a) Substâncias químicas com caráter ácido; b) Substâncias químicas com caráter básico ou alcalino; c) Não sei responder. As respostas dividiram-se entre as alternativas “a” e “b”, 61% dos estudantes responderam corretamente a alternativa “b”.

Como fechamento da Situação Inicial identificou-se que os estudantes demonstraram algum tipo de conhecimento sobre o conteúdo químico que seria desenvolvido nas próximas aulas, provavelmente associado a vivência deles, uma vez que não tiveram o conteúdo, o que explica as respostas obtidas no pré-teste, principalmente, nas questões descritivas.

A partir das dificuldades e dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes no primeiro passo da UEPS, foi trabalhado a **Situação-problema** (Passo 2 da UEPS). Optou-se pela utilização de um texto abordando uma problemática relacionada ao conteúdo que seria trabalhado futuramente. Segundo Moreira (2011), nessa etapa, a Situação-problema deve ser de nível introdutório apresentando tal problemática de modo que os estudantes possam externalizar o que sabem para tentar resolver tal situação.

Vale ressaltar que, embora tenha sido identificado que a leitura de texto é uma das estratégias que os estudantes menos gostam (Quadro 8), a importância da utilização dela no ensino é reforçada pelas palavras de Souza e Leite (2013) que descrevem que o indivíduo ao desenvolver a prática da leitura, além de compreender o texto, ele interage com o mesmo transpondo os significados encontrados para a sua realidade. Para Gambarini e Bastos (2003, p. 1) “o desenvolvimento da habilidade de leitura é imprescindível para que o indivíduo possa atuar como cidadão e enfrentar suas necessidades do dia-a-dia”, ainda,

[...] deve ser feito um grande esforço no sentido de rever-se as estratégias de leitura empregadas no ensino, a fim de ampliar-se o universo de leitura dos alunos, uma vez que a dificuldade de leitura pode [...]prejudicar as possibilidades de sucesso na aprendizagem das diversas disciplinas escolares, incluindo a disciplina de Ciências.

Com isso, e levando em conta que os estudantes brasileiros apresentam efetivamente dificuldades em interpretação de texto, considerou-se importante que essa estratégia estivesse presente na sequência elaborada, mas, empregando-se uma sistemática diferente da que eles estavam acostumados.

O texto de apoio 01 intitulado “*Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório*”<sup>6</sup> (Anexo A) apresentava em sua descrição um relatório elaborado por cientistas abordando as mudanças climáticas e os impactos que estas estão causando nos oceanos, tornando-os mais ácidos e quentes em virtude da grande quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera. O texto foi selecionado com o intuito de poder discutir com os estudantes os aspectos da CTS.

Os estudantes foram orientados a fazer a leitura individualmente para posterior discussão. No entanto, após alguns minutos, muitos destes ainda estavam dispersos e sem interesse de realizar a leitura do texto. A intenção de fazer com que os estudantes lessem o texto de forma individual foi no sentido que os mesmos interpretassem as informações além de fugir da sistemática geralmente utilizada em sala de aula onde cada estudante lê um parágrafo e, também por concordar com as palavras de Souza e Leite (2013) que atribuem a leitura como imprescindível para a construção do conhecimento.

As primeiras perguntas feitas pelo professor, após a leitura do texto, foram direcionadas às causas das alterações no oceano. Os questionamentos instigam os estudantes a pensar e construir hipóteses, promover o debate. Segundo Santos, Mortimer e Scott (2001) faz com que os estudantes argumentem e apresentem seu ponto de vista até o momento em que uma nova pergunta ou posicionamento o faça repensar e modificar suas ideias, melhorando sua compreensão sobre o que foi lhe apresentado.

Com isso, foram construídas com a turma as possíveis causas do problema e, na sequência, o professor representou as reações químicas que ocorriam, o que possibilitou um debate químico fazendo com que os estudantes percebessem como a Química pode estar presente no cotidiano, além de já adentrar nas representações químicas de reações.

Posteriormente, a seguinte pergunta foi formulada: “*As inovações tecnológicas contribuem para a vida dos homens. Como elas poderiam influenciar na sociedade e no meio ambiente?*”. O estudante E18 falou que “*a tecnologia ajuda na evolução dos homens*” contrapondo a resposta, o estudante E21 disse “*mas as indústrias para produzir tecnologia causam muita poluição no planeta*”. Por meio dessas falas foi observado que alguns estudantes estão atentos as mudanças que a tecnologia vem causando na sociedade, tanto positivas quanto negativas e são capazes de argumentar e posicionar-se frente a esse assunto.

As discussões envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS em sala de aula segundo Santos e Mortimer (2002), torna os estudantes capazes de desenvolver o pensamento

---

<sup>6</sup> Texto original disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/11/oceanos-estao-mais-quentes-acidos-e-com-menos-oxigenio-diz-relatorio.html>

crítico e, conseqüentemente, muito mais conscientes e responsáveis com o mundo em que vivem.

Ao término da Situação Problema se observou que os estudantes participaram das discussões e contribuíram na elaboração de hipóteses sobre as situações que fazem parte de suas vivências contribuindo na construção de um ensino significativo.

O terceiro passo da UEPS refere-se à **Exposição dialogada e aprofundamento** do conteúdo químico trabalhado. Nessa etapa foram apresentados os conceitos de ácidos e bases levando em consideração os primeiros passos da UEPS a fim de que os estudantes conseguissem relacionar os conceitos às situações discutidas. Moreira (2011) orienta que neste passo deva se levar em conta a diferenciação progressiva, partindo de aspectos mais gerais e inclusivos até aspectos específicos.

A discussão desse passo foi dividida em três itens:

- a) Retomada do conteúdo;
- b) Conceitos de ácidos e bases e avaliação das atividades de sistematização;
- c) Conceito de pH e Atividade experimental.

#### **a) Retomada do conteúdo**

O professor no primeiro momento, revisitou alguns conceitos químicos relacionados à soluções, íons e ligações químicas. Esses conceitos foram abordados durante a atividade experimental 01 (Apêndice B) da situação inicial e na situação problema. As soluções utilizadas na primeira atividade experimental serviram para retomar tais conceitos. Essa discussão foi realizada de forma demonstrativa, onde o professor, juntamente com os estudantes, retomou no quadro as fórmulas químicas dos compostos estudados e discutiu como estes compostos se comportam na forma sólida e aquosa em relação a condutividade elétrica.

Após essa retomada, foi abordado sobre reações químicas reversíveis e irreversíveis, utilizando como exemplo o funcionamento das lentes fotossensíveis, que quando expostas à luz tem o equilíbrio químico deslocado no sentido da formação da prata metálica ( $\text{Ag}^0$ ) escurecendo-a. Na ausência de luz, volta a ficar clara devido ao deslocamento do equilíbrio para formação do cátion prata ( $\text{Ag}^+$ ) (MORTIMER; MACHADO, 2013). Não houve questionamento ou outras contribuições pelos estudantes.

Dando continuidade ao assunto o professor solicitou aos estudantes que fornecessem alguns exemplos de reações irreversíveis. O estudante E14 relacionou a queima dos combustíveis, o professor, então, representou a reação de combustão do etanol revisitando as representações químicas. Também, chamou a atenção dos estudantes sobre os produtos da

reação representada (o dióxido de carbono  $\text{CO}_{2(g)}$  e água  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ), e a formação do ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ ) presentes no texto de apoio 01 (Anexo A), lembrando o problema que o texto trazia ao apontar o dióxido de carbono como um dos causadores da elevação da acidez dos oceanos. A discussão avançou sobre o problema ambiental que a grande quantidade emitida de dióxido de carbono está causando no planeta.

Observaram-se, ao final dessa etapa, que os estudantes possuíam dificuldades em resgatar seu conhecimento sobre os conceitos de soluções, íons e reações químicas, conteúdos que já tinham sido trabalhados no 1º Ano ou nas aulas da UEPS que antecederam esse momento. Poucos se manifestaram contribuindo ou questionando sobre o conteúdo específico. A participação só foi maior quando se tratou de assuntos do cotidiano utilizando uma linguagem simples reiterando assim, a ausência da transposição da linguagem científica para a sala de aula.

Segundo Wenzel (2017, p. 27):

[...] O estudante, ao ser iniciado na área da CNTs (Ciências da Natureza e suas Tecnologias) ou ao falar a palavra em voz alta ou, ainda, ao ler alguma parte de algum texto mais específico/científico, ainda não apresenta o significado conceitual mínimo e necessário para a formação do seu pensamento científico, e a sua fala se reduz, muitas vezes, numa repetição de palavras.

Assim a autora considera que o estudante está apenas no início da aprendizagem da linguagem científica tornando necessário o professor perceber as limitações dos estudantes e a partir disso mediar a interpretação e utilização desta linguagem.

#### **b) Conceitos de ácidos e bases e avaliação das atividades de sistematização**

Na sequência do conteúdo foram trabalhados os conceitos de ácidos e bases. O professor primeiramente perguntou aos estudantes alguns exemplos de produtos ou substâncias que poderiam ser classificadas de acordo com seu caráter químico (ácido ou alcalino). O vinagre utilizado na atividade experimental foi lembrado por um estudante. Outros exemplos surgiram, como o limão, refrigerantes, sucos de frutas. Apenas produtos com caráter ácido foram citados e foi observado que os estudantes relacionaram os alimentos que possuem sabor azedo com o caráter ácido desses produtos.

O professor colocou no quadro novos exemplos, como os sabões, a soda cáustica (nome comercial para o hidróxido de sódio), a água, e juntamente com os já citados pelos estudantes, pediu para que fossem classificados frente a seu caráter químico. Percebeu-se que as respostas partiram da intuição dos estudantes sem argumentação com base em conceitos químicos.

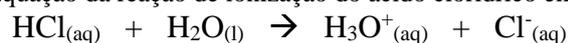
Na linguagem do cotidiano as palavras ácido e base se referem as características dos produtos como, por exemplo, as frutas que “são ácidas” ou os sabões que são classificados como alcalinos ou neutros. Já para a linguagem científica, classificar o caráter químico de uma substância ou sistema está relacionado ao resultado das possíveis reações e interações químicas que realizam (FIGUEIRA, ROCHA, 2001).

Para fazer a diferenciação progressiva e a sistematizar o conhecimento científico foram apresentadas as teorias de ácidos e bases de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, colocando alguns exemplos para discussões.

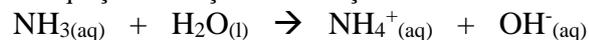
A primeira teoria discutida com os estudantes foi a de Arrhenius, a qual define como ácido como toda substância que na presença de água forma o cátion hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e base as substâncias que formam o ânion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Para ajudar na compreensão dos estudantes o professor, utilizando o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio, representou as equações químicas de ionização e dissociação, respectivamente.

Devido a teoria de Arrhenius estar limitada a soluções aquosas, a segunda teoria apresentada foi a de Brønsted-Lowry a qual explicou o comportamento dos ácidos e bases partindo da observação de que ácidos são espécies que tendem a perder prótons e as bases são espécies que tendem a recebê-los. O professor colocou no quadro reações químicas que apresentassem situações que necessitariam uma atenção dos estudantes para identificar qual substância que se comportaria como ácido ou base conforme as equações 1 e 2.

Equação 1 - Equação da reação de ionização do ácido clorídrico em meio aquoso.



Equação 2 - Equação da reação de ionização da amônia em meio aquoso.



Identificando em cada equação qual substância doou o próton e qual recebeu, possibilitaria verificar a relatividade do caráter ácido-básico, pois, a água se comporta como uma base de Brønsted-Lowry na primeira equação e como um ácido na segunda.

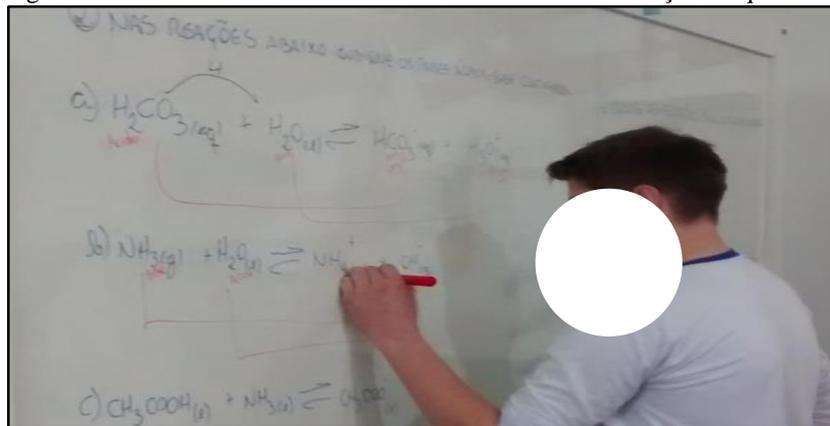
Dando continuidade à diferenciação progressiva a teoria de Lewis foi à última a ser apresentada aos estudantes. Segundo essa teoria os ácidos são espécies capazes de receber pares de elétrons e as bases, espécies capazes de doar pares de elétrons. Seguindo sua abordagem, o professor apresentou alguns exemplos dessa teoria, mas, sem aprofundar a discussão, pois, ela apresenta uma complexidade maior do que as demais e, principalmente, porque as anteriores eram suficientes para explicar os fenômenos em estudo.

Nas palavras de Vos e Pilot (2001) apud Souza e Silva (2018, p. 17) não se pode priorizar a utilização de uma teoria ou outra, mas apoiam a ideia de:

Considerar que os professores devem fornecer meios para que os estudantes selecionem uma teoria adequada para cada problema específico. Isso pode ser feito explicitando os diversos contextos e restringindo as definições para o contexto específico. Por exemplo, na medida em que se deseja que os estudantes entendam a teoria de indicadores para diferenciar as propriedades ácidas e básicas de materiais, a definição de Brønsted-Lowry é suficiente para discutir o conceito ácido e base.

Para finalizar essa etapa foi proposta, aos estudantes, a resolução de atividades de sistematização utilizando os conceitos de Brønsted-Lowry e com isso o professor teria a oportunidade de identificar as dúvidas que ainda poderiam existir em relação ao conteúdo. Após alguns minutos para a resolução da atividade, os estudantes foram convidados a ir ao quadro para compartilhar suas respostas, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Estudante desenvolvendo atividades de sistematização no quadro.



Fonte: Do autor.

Foi percebido, durante o desenvolvimento dessas atividades, que um grupo de estudantes (seis, 20%) não participou na resolução dos problemas apresentados, apenas aguardaram para copiar as respostas de seus colegas. Fazendo uma análise da sondagem inicial, realizada antes da aplicação da UEPS, onde 64% dos estudantes (somados os dois maiores índices) responderam que gostam de resolver esse tipo de atividade, pode-se perceber que alguns deles, que indicaram não gostar de resolução de exercícios, se sentiram motivados em participar.

Com o objetivo de propiciar aos estudantes uma relação entre os conceitos discutidos em sala de aula e as situações que estão presentes no seu dia-a-dia foi solicitada uma pesquisa em grupo (Trabalho em grupo 01- Apêndice D) sobre um composto químico, estabelecendo uma relação com os conceitos de ácidos e bases buscando dar significado ao seu aprendizado.

A orientação para o trabalho foi a de que cada grupo deveria pesquisar sobre o composto químico sorteado, buscando informações como a nomenclatura e fórmula química, reações químicas para a sua formação, principais características químicas, origem/produção, usos e precauções para a sua utilização e os problemas ambientais que podem causar. As substâncias pesquisadas foram: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido fosfórico, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e amônia.

Para melhor discussão desses dados nesta dissertação, os grupos foram identificados como G-1, G-2, sucessivamente, de acordo com a ordem das substâncias citadas anteriormente. Para avaliação, foram definidas as seguintes categorias: Contemplação das informações sugeridas (as solicitadas para a pesquisa), qualidade da informação (se usaram fontes confiáveis e deram informações corretas) e formatação (texto justificado, com títulos adequados, fonte homogênea). Para a avaliação das categorias foram consideradas as seguintes atribuições 100 – 90% muito boa, 90 – 70% boa, 70 – 50% regular e abaixo de 50% como insuficiente.

O Quadro 12 apresenta a avaliação das categorias em cada pesquisa.

Quadro 12 - Dados da avaliação do trabalho em grupo 01.

Substância	Informações presentes	Qualidade das informações	Formatação
Ácido sulfúrico	Regular	Boa	Boa
Ácido clorídrico	Regular	Insuficiente	Insuficiente
Ácido fosfórico	Muito Boa	Muito Boa	Boa
Hidróxido de sódio	Boa	Boa	Regular
Hidróxido de cálcio	Muito Boa	Boa	Boa
Amônia	Boa	Boa	Boa

Fonte: Do autor.

O primeiro grupo que pesquisou sobre o ácido sulfúrico teve uma organização e discussão sobre as características deste produto abordando a polaridade e o alto poder de ionização. Fizeram um pequeno resgate histórico sobre sua descoberta e sobre os impactos que sua produção e utilização causam à natureza. Contudo, o grupo não contemplou as reações químicas e sua utilização e importância nas indústrias químicas.

O grupo G-2 não desenvolveu uma pesquisa satisfatória sobre o ácido clorídrico. Descreveu algumas características químicas desse ácido, contudo, não conseguiu organizar as informações de forma que ficassem claras a sua importância e relevância para a indústria. A formatação do trabalho também não possibilitou uma visualização dos itens pesquisados.

O grupo G-3 soube desenvolver uma boa pesquisa sobre o ácido fosfórico. Conseguiram abordar as principais funções e produção de forma clara e organizada. Discutiram sobre sua origem e aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica, de fertilizantes agrícolas e outras. Relataram, também, sobre os problemas ambientais originados na produção e utilização deste

produto. Foi o trabalho que teve melhor avaliação, pois contemplou todos os itens solicitados para a pesquisa e com organização e qualidade das informações descritas.

O grupo G-4, assim como o terceiro grupo, realizou uma pesquisa contemplando os requisitos indispensáveis para uma boa avaliação. O hidróxido de sódio, produto pesquisado, foi descrito corretamente contemplando as reações químicas nas diferentes formas de obtenção. O grupo descreveu sobre sua vasta utilização desde o uso doméstico até o industrial. Ainda, descreveu sobre os riscos que este produto pode causar ao ser humano se manipulado de forma inadequada. A avaliação mais baixa para essa pesquisa foi na categoria formatação, onde parte do texto apresentava variação do tamanho das fontes e no alinhamento.

O quinto grupo contemplou todos os itens solicitados para a pesquisa. Apresentaram corretamente as informações sobre o hidróxido de cálcio, relatando sobre sua utilização em indústrias farmacêuticas, nas metalúrgicas e na construção civil. Descreveram também sobre os cuidados na disposição desse produto no solo o que pode acarretar na elevação do pH e levar a morte algumas plantas. A avaliação da pesquisa foi boa, porém o grupo poderia ter ampliado a discussão do levantamento realizado.

O grupo G-6, realizou a pesquisa sobre a amônia onde contemplou os itens sugeridos. Um dos itens que não esteve presente foi a reação para obtenção da amônia. O grupo estabeleceu uma boa discussão sobre sua origem, produção e utilização, porém, em relação as características a qualidade das informações prejudicaram na avaliação. Destacou o alto risco de intoxicação por contaminação hídrica e atmosférica e seus malefícios a saúde humana e ao meio ambiente.

Fazendo uma análise das pesquisas realizadas se observou que dos seis grupos, apenas dois não conseguiram atender o objetivo de fazer um levantamento sobre a substância investigada e discutir quimicamente suas características e importância dentro do seu contexto.

Desta maneira, considerou-se que essa atividade instigou os estudantes em buscar os dados necessários para realizar o trabalho contribuindo para sua aprendizagem.

Foi possível observar a partir da pesquisa que existe uma colaboração entre os estudantes na realização da atividade em grupo. Silva (2008) apoiou sua pesquisa na aprendizagem colaborativa onde os estudantes desenvolveram atividades em grupos e como conclusão encontrou evidências de uma melhor aceitação dos estudantes na negociação dos significados sobre o conhecimento químico quando comparado com uma abordagem convencional. Ainda destaca como ponto positivo, além de promover situações de aprendizado, promove relações interpessoais entre os próprios estudantes e estes com o professor.

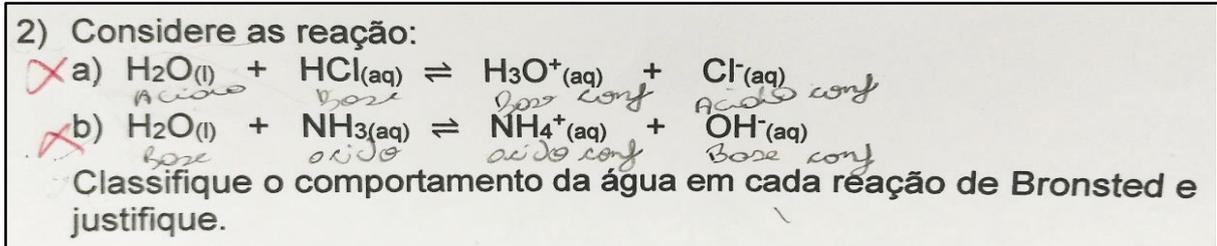
Na sequência da programação da UEPS foi proposta aos estudantes a realização de atividades de sistematização I – Parte A, conforme o Apêndice E. As atividades foram

desenvolvidas individualmente pelos estudantes com a utilização do seu material. O objetivo foi fortalecer o aprendizado sobre os conceitos de ácidos e bases de Brønsted-Lowry.

A primeira questão teve como objetivo identificar a teoria ácido-base de acordo com a equação química apresentada. Apenas um estudante errou a alternativa respondendo a letra “c”. O restante dos estudantes respondeu corretamente, assinalando a alternativa “a”.

Já a segunda questão, apresentava duas equações químicas onde o comportamento químico da água variava de uma base de Brønsted-Lowry na equação “a” para um ácido na equação “b”. Quatro estudantes (13,8%) erraram a questão ao trocar o comportamento ácido/base das substâncias conforme pode ser observada na Figura 3. Outros cinco cometeram erros na justificativa.

Figura 3 - Resposta errada do estudante E-03 para a questão 02.



Fonte: Do autor.

Pinheiro, Bellas e Santos (2016, p. 8) atribuem os erros dos estudantes ao identificar o comportamento de um ácido de Brønsted como a água, pelos atributos de azedo e corrosivo que é dado comumente aos ácidos assim, “os alunos estranham quando se classifica, por exemplo, a água como um ácido de Brønsted”. Ou seja, mesmo discutido os conceitos em sala de aula, os estudantes têm dificuldades em assimilar o conhecimento químico apresentado e aplicar este no desenvolvimento das atividades propostas.

A terceira questão apresentou novas equações químicas para identificar o comportamento químico das substâncias destacadas. As possíveis respostas estavam apresentadas na forma de múltipla escolha, nessa, apenas um estudante assinalou a alternativa incorreta. E na quarta questão foi apresentada uma equação química onde os estudantes deveriam verificar qual das alternativas contemplava corretamente o comportamento químico das substâncias. 86% dos estudantes responderam corretamente.

Considerando, na totalidade, o aproveitamento dos estudantes na atividade, verificou-se que 93% obtiveram notas acima da média escolar, que é 7. Observando os resultados percebe-se que, mesmo a atividade sendo realizada com o material, 7% dos estudantes não conseguiram transpor o conhecimento, deixando em questões branco ou não respondendo adequadamente.

Analisando pelo viés que a maioria dos estudantes acertou todas as questões percebe-se que os mesmos foram capazes de construir o conhecimento químico. Isso demonstra que essa habilidade dos estudantes tem que ser estimulada para que aconteça espontaneamente durante o processo de ensino aprendizagem. Quadros et al. (2017) ao desenvolver sua pesquisa na identificação das perspectivas e expectativas dos estudantes do Ensino Médio de Química perceberam que “os estudantes têm desejos que são compatíveis com a aprendizagem em Química: querem participar mais, querem aulas diversificadas, entre outros desejos”. Ainda reiteram que cabe ao professor assumir uma postura que esteja voltada a esses anseios para assim promover a aprendizagem.

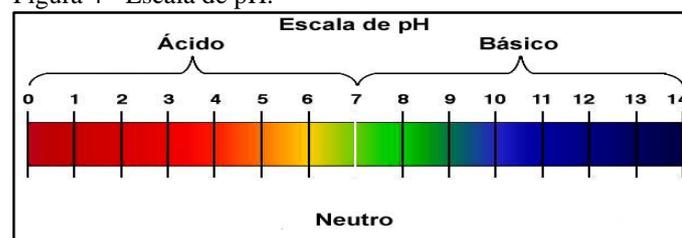
### c) Conceito de pH e atividade experimental

O terceiro momento da Exposição Dialogada referiu-se à discussão do conceito de pH. Primeiramente, os estudantes realizaram uma pesquisa prévia na internet sobre os produtos que utilizam no seu cotidiano, identificando o caráter químico deles. Os exemplos apresentados foram refrigerantes, sucos, vinagre, shampoo, produtos de limpeza, entre outros. Os produtos foram escritos no quadro e classificados conforme o caráter químico descrito nas fontes de pesquisa.

O professor, na tentativa de envolver os estudantes em participar da aula, questionou sobre como se pode identificar se uma substância ou produto tem caráter ácido ou alcalino? Esperava-se alguma resposta, uma vez que já fora perguntado no pré-teste sobre o indicador ácido/base e naquele momento 54% dos estudantes responderam que este seria um meio de identificar/classificar ácidos e bases. No entanto, não houve manifestações no sentido de responder a pergunta.

O professor então explicou que os indicadores ácido/base são produtos ou equipamentos capazes de identificar o caráter químico das substâncias. E que existe uma escala de pH a qual está relacionada com a concentração de íons hidrogênio positivos ( $H^+$  ou  $H_3O^+$ ) presentes na solução. Para melhor clareza na explicação, o professor desenhou no quadro a escala de pH, similar a Figura 4, para ilustrar as faixas que caracterizam o pH ácido, neutro e alcalino.

Figura 4 - Escala de pH.



Fonte: <https://bit.ly/2A1G7UI>

Com o objetivo de auxiliar na interpretação dos valores apresentados na escala de pH, o professor, juntamente com os estudantes, foram colocando cada produto pesquisado no primeiro momento da aula dentro da faixa adequada na escala de pH.

Em seguida foram desenvolvidos os cálculos matemáticos para determinar o pH das soluções a partir da concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  utilizando as fórmulas  $pH = -\log [H^+]$  e  $pOH = -\log [OH^-]$ .

Pode-se observar durante a atividade que os estudantes apresentaram dificuldades em desenvolver os cálculos matemáticos. Mesmo atividades simples como passar números para a notação científica, ou desta, reverter para numeral, muitos não conseguiam realizar. Corroborando com a realidade dessa turma, a pesquisa desenvolvida por Santos et al. (2013) identificou que 54% dos estudantes investigados atrelam a falta da base matemática com a dificuldade na aprendizagem de Química. Essa dificuldade já havia sido identificada nas sondagens realizadas com a turma, antes da aplicação desta UEPS e por este motivo, na elaboração da sequência didática optou-se por fazer com que os estudantes entendessem os conceitos químicos sem a realização dos cálculos matemáticos mais complexos para o conteúdo.

Assim, durante a correção das atividades de sistematização, o professor foi explicando as regras matemáticas para o desenvolvimento dos cálculos e interpretação dos dados no intuito de fazer com que os resultados obtidos tivessem significado para os estudantes.

Dando sequência a aula, foi desenvolvida a atividade experimental 02 – Investigando o pH de diferentes substâncias, seguindo as orientações presentes no Apêndice F. A atividade experimental teve por objetivo fazer com que o estudante investigasse o pH das substâncias e ao mesmo tempo percebesse que estaria analisando substâncias do seu dia-a-dia, buscando relacionar, novamente, a Química com sua vivência.

Com este propósito a atividade experimental foi desenvolvida buscando satisfazer o objetivo de tornar os conceitos químicos significativos aos estudantes. Assim, a turma foi dividida em grupos e cada um recebeu um kit contendo as fitas de pH (universal) e uma tabela para colocar os resultados encontrados para cada material analisado.

Para a organização da atividade as amostras ficaram dispostas na mesa do professor e um integrante de cada grupo transferia uma alíquota da mesma, para um tubo de ensaio e voltava ao grupo para realizar a investigação. Contudo, essa dinâmica não fluiu conforme o previsto, vários integrantes do grupo foram ao mesmo tempo retirar as amostras esquecendo de identificá-la. Com isso, o professor necessitou refazer os testes para que a discussão pudesse ser feita a partir de dados coletados corretamente.

Aos poucos, os estudantes foram investigando o caráter químico de cada produto e discutindo no grupo sobre os resultados encontrados. Quando investigado o leite de magnésia, verificou-se que os estudantes desconheciam o produto, embora no pré-teste 32% dos estudantes o classificaram corretamente como alcalino sem conhecê-lo.

Observa-se que todos participaram na realização das análises, porém, alguns não se envolveram na interpretação dos resultados obtidos, para estes, a atividade experimental ficou restrita apenas à execução. Outros grupos conseguiram estabelecer uma ligação dos conceitos químicos estudados com a atividade experimental realizada. Isso pode ser observado durante a discussão dos resultados obtidos pela turma.

A experimentação permite que o estudante possa descobrir e redescobrir os conceitos químicos trabalhados em sala de aula facilitando sua compreensão. Permite ainda que o conhecimento possa ser modificado e reestruturado quando a teoria é observada na prática, significando os conceitos químicos. Suart e Marcondes (2009) defendem que a utilização de atividades experimentais investigativas no Ensino de Química auxilia o estudante no desenvolvimento de seu raciocínio lógico, na formulação de hipóteses e soluções e na criação de habilidades cognitivas importantes para a construção do conhecimento químico e para a sua formação cidadã.

Nesse sentido, quando todos os grupos terminaram suas investigações, o professor solicitou que os resultados obtidos fossem transpostos para o quadro para realizar a discussão com toda a turma. Com todos os resultados no quadro, o professor destacou a importância da investigação do caráter químico dos produtos, principalmente quando estão relacionados à alimentação e ao contato do ser humano. Como exemplo, foi discutido se a água investigada (da torneira e água mineral) estava com pH dentro do padrão de potabilidade, o professor apresentou aos estudantes os valores permitidos na legislação. Segundo as análises dos grupos, todas as amostras estavam dentro do padrão de potabilidade.

Para fazer o fechamento dessa etapa o professor entregou aos estudantes as atividades de sistematização I – Parte B (Apêndice G) para serem respondidas e corrigidas em sala de aula com o objetivo de tirar as dúvidas que os estudantes apresentavam até o momento.

Analisando esse passo da UEPS, percebeu-se que a grande parte dos estudantes se mostrou interessada em aprender e participar durante as aulas, questionando e buscando interagir com as atividades propostas. É possível observar, a partir das falas dos estudantes, que houve uma considerável evolução na sua linguagem no que se refere aos conceitos químicos discutidos.

O quarto passo da UEPS se referiu a uma **Nova Situação-Problema** que tem como objetivo apresentar novas situações em um nível mais alto de complexidade dos conceitos químicos. Foram trabalhados os conceitos de força dos ácidos e bases e sistemas tampões. O objetivo foi de promover a reconciliação integrativa a qual Ausubel (AUSUBEL apud MOREIRA, 2011) define como o momento em que novas ideias surgem a partir das já estabelecidas ocorrendo uma nova organização na estrutura cognitiva afim de que novos significados possam surgir.

A proposta para essa nova situação-problema foi a utilização do vídeo<sup>7</sup> “*Sobre o pH dos Alimentos no Corpo*” o qual abordou como tema o pH dos alimentos e suas implicações na saúde humana (Vídeo 1- Apêndice H).

Silva et al (2012) justifica a utilização de recursos audiovisuais pelo cenário tecnológico atual em que se encontra a sociedade, o qual os estudantes estão interligados. Contudo, atribui ao professor a tarefa extremamente fundamental de interpretar a linguagem que lhe é apresentada, identificando as potencialidades e peculiaridades que possam existir na utilização deste recurso.

A utilização do vídeo apresentado nesta UEPS é classificada segundo Moran (1994, p. 30) como de sensibilização, pois segundo ele, “É, do nosso ponto de vista, o uso mais importante na escola. Um bom vídeo é interessantíssimo para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade, a motivação para novos temas. Isso facilitará o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria”. Nesse sentido, a utilização do vídeo como instrumento didático teve como objetivo sensibilizar os estudantes para a construção de novos conhecimentos buscando significar os conceitos de força dos ácidos e bases.

Como sistemática de utilização dessa ferramenta, primeiramente os estudantes assistiram o vídeo e em seguida o professor realizou o debate partindo de questionamentos baseados na dinâmica de análise de Moran (1994). Segundo o autor, após a exibição devem ser levantados os aspectos positivos e negativos, a ideia principal do vídeo e as contribuições dos estudantes. Para isso, as questões utilizadas estão presentes no Quadro 13.

Quadro 13 - Questionamentos levantados pelo professor sobre o vídeo.

- Em qual parte do corpo humano faz-se necessário o controle do pH?
- Como a ingestão de alimentos podem interferir no pH do organismo humano?
- Podemos consumir qualquer tipo de substância ácida ou alcalina? Quais as consequências para o nosso organismo?
- Cite exemplos de alimentos que podem ser prejudiciais ao organismo, caracterizando-os como ácidos ou alcalinos.

Fonte: Do autor.

<sup>7</sup> Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=n9Nj5LO\\_AZk](https://www.youtube.com/watch?v=n9Nj5LO_AZk)>.

Durante a apresentação do vídeo o professor observou que os estudantes estavam atentos e interessados em assistir. O vídeo apresentou como os alimentos influenciam na alteração/manutenção do pH do corpo humano. Após assistir o vídeo, a fim de promover um debate sobre o assunto, ele questionou os estudantes sobre como o pH do organismo humano pode sofrer alteração. Quais são as partes do corpo em que pode ocorrer essa variação. Logo os estudantes lembraram as alterações no estômago causadas pela ingestão de alimentos ácidos e também sobre a alteração do pH do sangue apresentado no vídeo.

Avançando no questionamento foi solicitado exemplos de alimentos que podem afetar o pH do estômago. Os estudantes citaram refrigerantes, bolachas recheadas, salgadinhos, entre outros. Então, eles foram questionados sobre quais eram as semelhanças entre esses alimentos e o caráter ácido foi lembrado novamente. O estudante E25 acrescentou, respondendo que “*os alimentos que são industrializados geralmente nos causam problemas de saúde*”.

O professor questionou sobre quais alimentos que apresentam um pH alcalino. Eles indicaram os apresentados no vídeo, como as hortaliças, os legumes e as frutas. Ao fazer referência sobre as frutas, o estudante E14 questionou “*professor, mas o limão nós testamos e ele é ácido, como que no vídeo a mulher fala que ele é alcalino?*”. A percepção desse estudante demonstra que nessa situação ele conseguiu resgatar o conhecimento prévio já trabalhado em aulas anteriores e elaborar o questionamento.

Para sanar a dúvida do estudante o professor explicou que para definir o caráter químico de uma substância é necessário analisar suas propriedades diante de outra substância ou ainda, em relação ao meio em que ela está inserida (SILVA, 2017). Em relação aos ácidos, Oliveira (1995, p. 09) afirma que “a acidez de um ácido só tem sentido químico se mencionamos o solvente. Não existem ácidos por si, mas algo é ácido em relação a alguma outra coisa”. Assim, o caráter (ácido ou básico) que o limão apresentará vai depender de com que tipo de substâncias ele vai interagir dentro do organismo.

A discussão do vídeo encerrou-se com uma conversa sobre a importância de cuidar da alimentação e como a alimentação está diretamente associada à saúde das pessoas. Nesta situação, o vídeo utilizado serviu como um organizador prévio para a introdução de novos conceitos químicos necessários para a compreensão e resolução dos novos problemas apresentados. Em seguida, o professor apresentou o conteúdo sobre a força dos ácidos e bases.

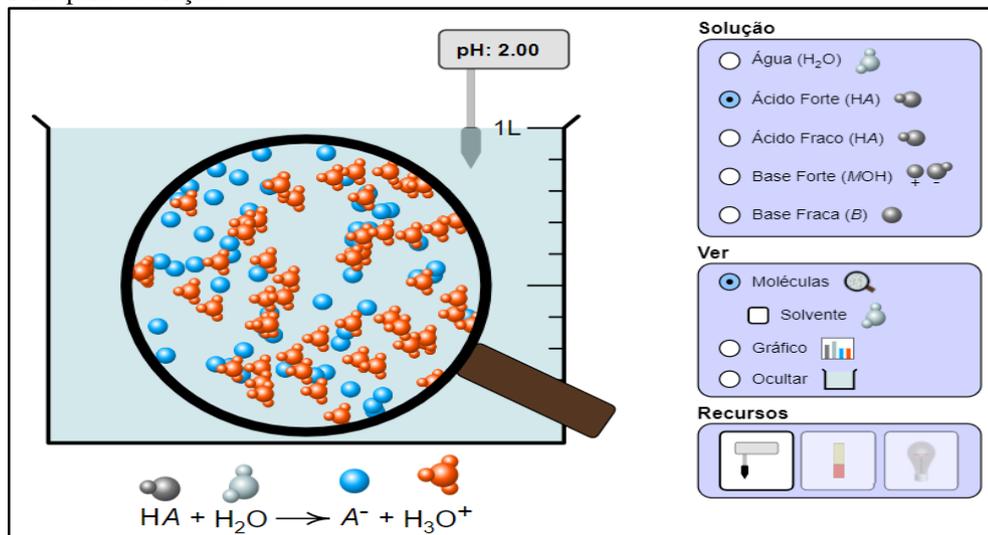
Na busca de construir um ensino significativo e participativo, Moreira (2011) propõe que sejam utilizadas diferentes ferramentas e estratégias de ensino e através destas identificar

indícios de aprendizagem significativa. Nesse sentido, foi utilizado nessa etapa da UEPS um simulador para o Ensino de Química a fim de complementar o estudo sobre os conceitos de pH e força de ácidos e bases (Apêndice I). O objetivo de utilizar o simulador foi possibilitar aos estudantes a visualização de como se comportam as moléculas nas diferentes concentrações.

Para Valente (2014), a utilização de recursos tecnológicos no ensino de Ciências (Química, Física e Biologia) favorece a visualização de fenômenos que não podem ser vistos ou realizados em um laboratório escolar. Além disso, permite que o estudante possa interagir com as diversas situações antes vistas apenas na teoria.

Coelho (2002) avalia que a simulação computacional pode ser não interativa ou interativa: na não interativa o usuário não pode alterar nenhum parâmetro; já na interativa o usuário pode alterar parâmetros. Selecionando uma simulação interativa adequada é possível que o estudante explore a influência de determinados parâmetros em relação ao fenômeno estudado, contribuindo para ampliar o entendimento do mesmo. Optou-se pela opção interativa, com o simulador “Acid-Base Solutions<sup>8</sup>”. Trata-se de um simulador online e gratuito disponibilizado pela Universidade de Colorado (EUA) e traduzido em diferentes idiomas, incluindo o Português. As Figuras 5 e 6 apresentam exemplos de ferramentas desse simulador.

Figura 5 - Demonstração do comportamento das moléculas ao selecionar a opção de ácido forte para a solução.

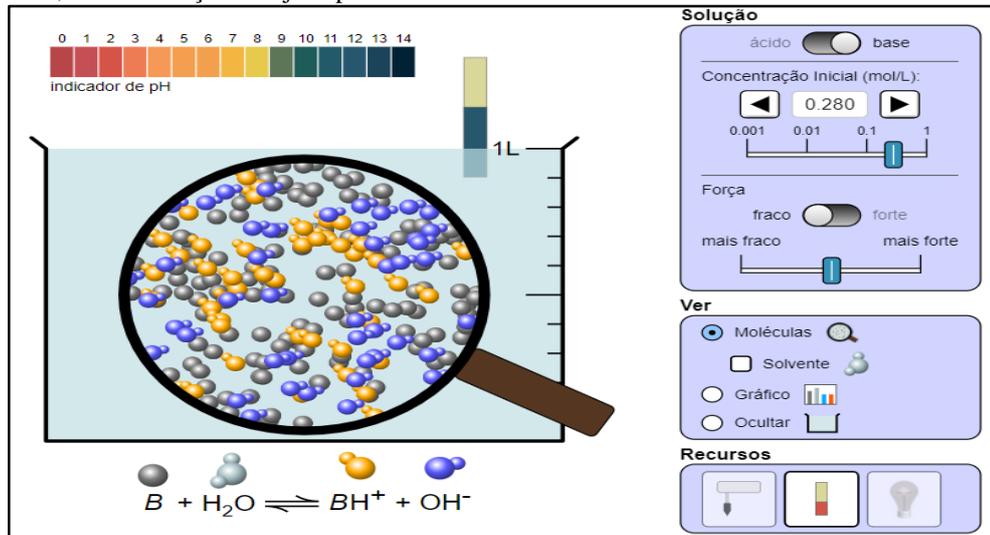


Fonte: Simulador Acid-Base Solutions.

Outro exemplo, a Figura 6 representa o momento em que é selecionada a concentração desejada para uma solução alcalina fraca permitindo observar o comportamento das moléculas em solução.

<sup>8</sup> Disponível em <https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutionsen.html>

Figura 6 - Demonstração do comportamento das moléculas em solução ao selecionar, neste caso, a concentração desejada para uma base fraca.



Fonte: Simulador Acid-Base Solutions.

Para o uso do simulador computacional Acid-Base Solutions, foram seguidas as orientações presentes no Apêndice I (partes I e II). A atividade foi dividida em três momentos, e para auxiliar na visualização e execução, o professor projetou no quadro o simulado a fim de facilitar no desenvolvimento das atividades. Cada momento foi realizado em conjunto com os estudantes. Após todos completarem essa etapa, foi entregue aos grupos as Atividades de Sistematização II (Apêndice J) para serem respondidas utilizando as ferramentas do simulador computacional, com o objetivo de avaliar os estudantes frente à utilização de uma ferramenta computacional para aplicar o conhecimento discutido durante as aulas. A Figura 7 apresenta os estudantes utilizando o simulador computacional nos netbooks da escola.

Figura 7 - Estudantes utilizando os netbooks na execução das atividades com o simulador químico.

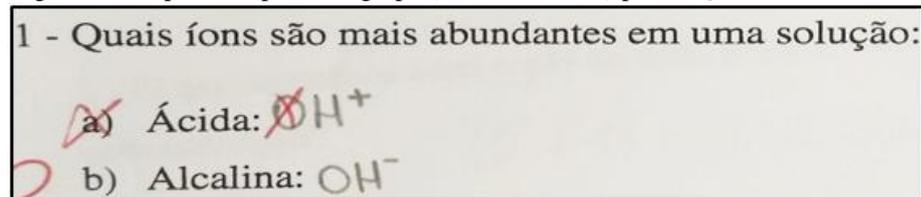


Fonte: Do autor.

A utilização do simulador proporcionou aos estudantes um viés diferente da exposição dialogada realizada na sala de aula para representar os conceitos químicos, eles se mostraram participativos e envolvidos no desenvolvimento das atividades.

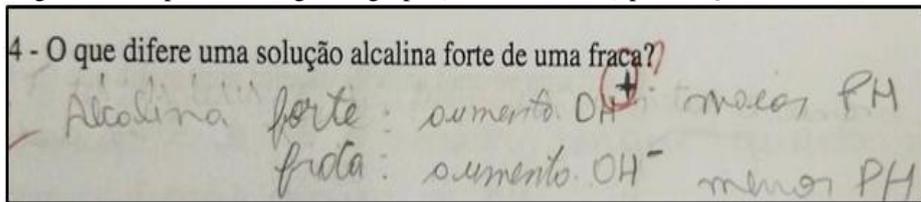
Durante a correção das atividades de sistematização II, foi observado que os erros mais comuns encontrados se referiram à representação dos íons  $H^+$  e  $OH^-$  conforme pode se observar nas Figuras 8 e 9.

Figura 8 - Resposta do primeiro grupo (E09, E16 e E23) para a Questão 01.



Fonte: Do autor.

Figura 9 - Respostas do segundo grupo (E04, E24 e E29) para a Questão 04.



Fonte: Do autor.

A análise das respostas dos 12 grupos (duplos e trios formados) concluiu-se que apenas três grupos erraram uma das questões, sendo que o restante dos grupos, acertou todo o questionário.

Frente aos resultados obtidos no questionário percebeu-se que os estudantes foram capazes de utilizar adequadamente a ferramenta computacional para resolver a atividade. Segundo Giordan (1999), a utilização de simuladores no Ensino de Química permite aos estudantes, nos mais diferentes níveis de ensino, criar modelos mentais sobre os conceitos estudados estabelecendo relações com sua realidade gerando explicações sobre os fenômenos e situações em que são confrontados.

A avaliação dessa atividade foi positiva em relação à participação e colaboração dos estudantes para o desenvolvimento da aula. Além disso, os resultados apresentados no questionamento realizado também foram satisfatórios. Os estudantes se mostraram interessados na utilização dessa ferramenta tecnológica; a fim de verificar esta observação quanto a utilização do simulador computacional, foi entregue um questionário representado no Quadro 14 para que eles pudessem fazer suas considerações.

Quadro 14 - Questões utilizadas para avaliar as considerações dos estudantes sobre a utilização do simulador.

1 – Você já havia trabalhado com algum simulador em sala de aula?
2 – Como você avalia a utilização do simulador sobre Soluções Ácido-Base. Marque com um X a resposta. ( ) Muito boa. ( ) Boa. ( ) Regular. ( ) Ruim.
3 – Como você acha que essa ferramenta pode auxiliar na aprendizagem do conteúdo?

Fonte: Do autor.

Na primeira pergunta (*Você já havia trabalhado com simulador em sala de aula?*), a maioria (92,3%) respondeu que nunca havia usado um simulador computacional, apenas dois estudantes indicaram que usaram, mas, não em atividade escolar. Na segunda questão (*Como você avalia a utilização do simulador Soluções Ácido-Base. Marque com um X a resposta.*), 85% avaliou que a utilização do simulador foi muito boa. A análise das repostas obtidas na última questão (*Como você acha que essa ferramenta pode auxiliar na aprendizagem do conteúdo?*), que era descritiva, resultou na identificação de cinco categorias para o uso de simulador no ensino: a) algo diferente, inovador; b) auxilia na aprendizagem; c) permite a visualização dos fenômenos; d) auxilia na comunicação entre os colegas; e e) muda a dinâmica da aula. Algumas das respostas envolviam mais de uma dessas categorias. No quadro a seguir, estão algumas respostas obtidas.

Quadro 15 - Respostas dos estudantes para a terceira questão sobre a utilização do simulador.

<b>Resposta (Identificação do estudante)</b>
Como foi algo inovador creio que chamou a atenção e fez o pessoal aprender muito mais. (E-21)
Ela facilita na aprendizagem do conteúdo, pois é um método diferente e assim se interessamos mais em aprender. (E-27)
Desta forma podemos ver com mais complexidade o que acontece nas reações e entender com mais facilidade. (E-24)
Existem maneiras diferentes para aprender, e cada pessoa aprende melhor de uma maneira, então o simulador pode ajudar quem precisa de <i>visualisar</i> . (E-25)
É uma forma mais dinâmica e menos cansativa. (E-23)
Melhor aprendizado e comunicação com os colegas. (E-5)
É melhor para aprender com o simulador que a gente presta mais atenção para fazer. (E-17)

Fonte: Do autor.

Como se pode verificar nas escritas dos estudantes, a utilização do simulador foi considerada como uma atividade dinâmica, diferente e que auxilia na aprendizagem. Segundo Macêdo, Dickman e Andrade (2012, p.609):

O uso de simulações, quando bem conduzido pelo professor, proporciona um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento, melhorando, assim, o processo de ensino e aprendizagem. [...] Cabe ao professor a responsabilidade e o bom senso de planejar e selecionar os assuntos a serem abordados, juntamente com as simulações com as quais vai trabalhar, discutindo as suas limitações com os alunos, propiciando mais uma oportunidade de aprendizado.

Nesse sentido, pode-se observar que a utilização dessa ferramenta proporcionou um envolvimento e uma boa participação dos estudantes, tanto no que se refere ao uso do simulador quando no que se refere à resolução das questões propostas para essa etapa. Com isso, conclui-se que a proposta foi válida.

Como fechamento dos conceitos químicos trabalhados, o professor apresentou a seus estudantes os conceitos de sistemas-tampão. Para introduzir tais conceitos, houve o cuidado de selecionar um material adequado, tendo sido utilizado o texto de apoio 02 (Anexo B) “*O comportamento químico dos oceanos e os sistemas-tampão*” presente no livro didático (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 186-187).

O texto de Mortimer e Machado abordou o equilíbrio químico entre os íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) presente nos oceanos, os quais estabelecem um tamponamento, o que evita variações de pH. Para facilitar a compreensão dos estudantes, o professor propôs a discussão sobre as reações químicas que ocorrem para a formação e equilíbrio dos íons. A equação 3, descrita na sequência, apresenta a reação química que resume o equilíbrio que ocorre nos oceanos.

Equação 3 - Representação da reação de equilíbrio entre os íons bicarbonato e carbonato.



Durante a apresentação das reações químicas o estudante E20 perguntou ao professor: “*Professor, essas reações que estão aqui no livro, não são as mesmas que a gente viu lá no começo?*”. O estudante lembrou as equações apresentadas no texto de apoio 01 da primeira situação-problema. Quanto a esse ponto, observa-se que ao revisitar as situações que já estão presentes em sua estrutura cognitiva, o estudante poderá promover a reconciliação integrativa relacionando com as novas ideias apresentadas adquirindo novos significados (AUSUBEL apud MOREIRA, 2011). O professor concluiu a discussão dos sistemas-tampão falando aos estudantes sobre os benefícios que o tamponamento exerce nos oceanos ao evitar a variação brusca de pH.

O quinto Passo da UEPS foi a **Avaliação Somativa Individual**. Essa atividade foi realizada na forma de questões (Apêndice K) abordando os conceitos de pH, força de ácido e base e sistema-tampão. O objetivo da atividade foi de avaliar o desempenho dos estudantes na aplicação do conhecimento adquirido. A avaliação foi realizada de forma individual pelos estudantes e os resultados serão divididos e discutidos questão por questão conforme segue no Quadro 16.

Quadro 16 - Questão 01.

Questão 01					
1- Complete o quadro:					
Solução a 25°C	[H <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	pH	pOH	Ácida ou alcalina?
HI a 0,01 mol.L <sup>-1</sup>					
Ácido sulfúrico	10 <sup>-2</sup>				
Suco de uva			4		
KOH		10 <sup>-3</sup>			
NH <sub>4</sub> OH				5	

Fonte: Do autor.

Na questão 01, acima descrita, os estudantes responderam preenchendo o quadro. A avaliação ocorreu a partir do número de quadrantes corretos. 62% dos estudantes obtiveram mais de 70% de acertos nessa questão sendo que destes, 18% acertaram todas as respostas. Essa questão abordou as diferentes formas matemáticas que podem representar o caráter ácido ou alcalino de uma substância. Essas representações foram trabalhadas no conteúdo sobre o pH das substâncias e na atividade Experimental 02.

O Quadro 17 apresenta a questão número 02.

Quadro 17 - Questão 02.

Questão 02
<p>2 - (FATEC-SP) Leia atentamente a seguinte notícia publicada em jornal:            Alunos tomam soda cáustica durante aula e passam mal. Dezesesseis alunos de uma escola particular de Sorocaba, interior de São Paulo, foram internados após tomar soda cáustica durante uma aula de Química. Os alunos participavam de um exercício chamado “teste do sabor”: já haviam provado limão, vinagre e leite de magnésia e insistiram em provar a soda cáustica, produto utilizado na limpeza doméstica. Em pouco tempo, os alunos já começaram a sentir os primeiros sintomas: ardência na língua e no estômago, e foram encaminhados ao Hospital Modelo da cidade (Adaptado do Diário do Grande ABC OnLine, 19/09/2005).            Sobre essa notícia, foram feitas as seguintes afirmações:</p> <p>I- Os produtos ingeridos pelos alunos (limão, vinagre, leite de magnésia e soda cáustica) são todos ácidos e, por isso, corrosivos;            II- Tanto o leite de magnésia como a soda cáustica são compostos alcalinos;            III- A soda cáustica (NaOH) é uma base forte; o leite de magnésia (suspensão de Mg(OH)<sub>2</sub>) é uma base fraca. Isso ajuda a entender por que o leite de magnésia pode ser ingerido, mas a soda cáustica, não.            Dessas afirmações,</p> <p>a) apenas I é correta.            b) apenas II é correta.            c) apenas III é correta.            d) II e III são corretas.            e) I e III são corretas.</p>

Fonte: Do autor.

Em relação à questão 02, 72% dos estudantes responderam corretamente a letra “d”. A questão 02 buscou contextualizar o Ensino de Química apresentando uma situação-problema que necessita do conhecimento químico para resolver. Essa situação faz referência a um

acontecimento encontrado no cotidiano do estudante e o desafiou a utilizar os conceitos de força dos ácidos e bases discutidos em sala de aula para resolver.

O Quadro 18 apresenta a questão 03.

Quadro 18 - Questão 03.

<b>Questão 03</b>
<p>3 – (ENEM – 2009) O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math>, formado pela reação do <math>\text{CO}_2</math> atmosférico com a água, o <math>\text{HNO}_3</math>, o <math>\text{HNO}_2</math>, o <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> e o <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math>. Esses quatro últimos são formados, principalmente, a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.</p> <p>A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?</p> <p>a) <math>\text{HNO}_3</math> e <math>\text{HNO}_2</math>; b) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> e <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math>; c) <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math> e <math>\text{HNO}_2</math>; d) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> e <math>\text{HNO}_3</math>; e) <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> e <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math></p>

Fonte: Do autor.

A questão número 03 abordou como tema a composição química da chuva ácida. Para resolver o problema, os estudantes deveriam responder quais desses compostos caracterizavam uma maior acidez às águas da chuva. 66% dos estudantes responderam corretamente assinalando a letra “d”.

A questão 04 é apresentada a seguir no Quadro 19.

Quadro 19 - Questão 04.

<b>Questão 04</b>
<p>4 – O azul de bromotimol é um indicador ácido-base bastante utilizado em laboratórios e no controle do pH da água de aquários. Quando adicionado ao vinagre (ácido acético), sua coloração muda para amarelo; mas em contato com a solução de soda cáustica (hidróxido de sódio), permanece azul. Se você usar um canudo para assoprar dentro de uma solução aquosa de azul de bromotimol, a coloração mudará de azul para amarelo. A partir dessas observações, pode-se concluir que:</p> <p>a) no “ar” expirado há um gás que, ao reagir com a água, produz íons <math>\text{H}^+</math>.</p> <p>b) no “ar” expirado há muito cloreto de hidrogênio gasoso, que é responsável pelo caráter ácido.</p> <p>c) o “ar” expirado tem caráter básico.</p> <p>d) o “ar” expirado contém amônia, responsável pela mudança de cor do azul de bromotimol.</p>

Fonte: Do autor.

Na questão 04, 72% dos estudantes responderam corretamente a questão assinalando à alternativa “a”. A mudança de coloração utilizando indicadores ácido-base foi utilizada na atividade experimental 02, onde os estudantes utilizaram a fita universal de pH. A maioria dos estudantes interpretou corretamente o problema apresentado identificando a mudança do caráter químico após a adição de  $\text{CO}_2(\text{g})$  na solução.

O Quadro 20 apresenta a questão 05.

Quadro 20 - Questão 05.

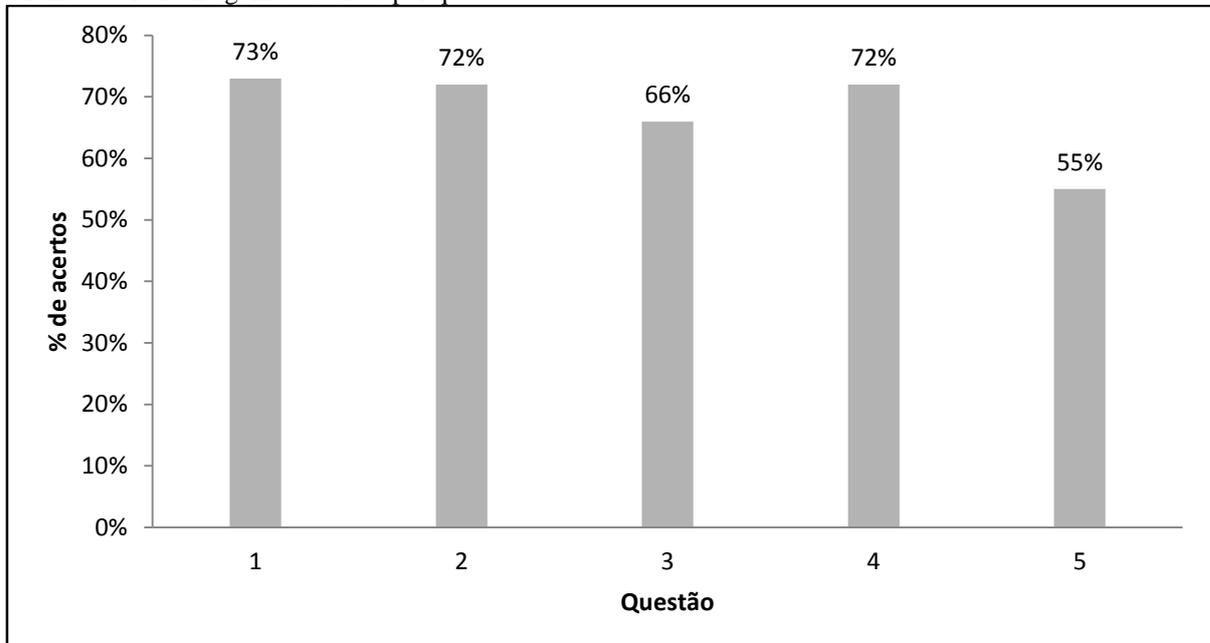
<b>Questão 05</b>
<p>5 - (UFSCar-SP) O pH do sangue humano de um indivíduo saudável situa-se na faixa de 7,35 a 7,45. Para manter essa faixa de pH, o organismo utiliza vários tampões, sendo que o principal tampão do plasma sanguíneo consiste de ácido carbônico e íon bicarbonato. A concentração de íons bicarbonato é aproximadamente vinte vezes maior que a concentração de ácido carbônico, com a maior parte do ácido na forma de CO<sub>2</sub> dissolvido. O equilíbrio químico desse tampão pode ser representado pela equação:</p> $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \leftrightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$ <p>Analisar as afirmações seguintes:</p> <p>I. Quando uma pequena quantidade de base entra em contato com uma solução-tampão, os íons hidróxido reagem com o ácido do tampão, não alterando praticamente o pH dessa solução.</p> <p>II. Quando a concentração de íons bicarbonato no sangue aumenta, o pH também aumenta.</p> <p>III. Quando a concentração de CO<sub>2</sub> no sangue aumenta, o pH diminui.</p> <p>São corretas as afirmações:</p> <p>a) I, apenas; b) II, apenas; c) III, apenas; d) I e II, apenas e) I, II e III.</p>

Fonte: Do autor.

Na última questão da avaliação somativa individual a porcentagem de acertos foi a menor. Apenas 55% dos estudantes assinalaram a resposta correta, a letra “e”. A questão abordou o conceito de sistemas-tampão apresentando o equilíbrio químico do sangue humano.

A seguir apresenta-se o Gráfico 7 que demonstra a porcentagem de acertos dividido por questão da avaliação somativa individual.

Gráfico 7 - Porcentagem de acertos por questão.



Fonte: Do autor.

Analisando o Gráfico 7 percebe-se que os estudantes conseguiram resolver as questões propostas na avaliação somativa individual. Contudo, os números não demonstram o

rendimento individual. Dos 29 estudantes 52% conseguiram obter um percentual de acerto superior à média escolar que é 7, e destes apenas 10% acertaram todas as repostas.

O resultado da avaliação é condizente com as observações realizadas durante a aplicação da UEPS no que diz respeito a participação e o envolvimento dos estudantes nas aulas, em que os que se mostraram mais envolvidos com as atividades propostas tiveram um maior aproveitamento na avaliação.

Ao final desse passo da UEPS é possível perceber alguns indícios de aprendizagem. Esses indícios podem ser baseados no número de acertos que os estudantes obtiveram na avaliação compreendendo as situações que lhe foram propostas mesmo que essa consideração não se aplica a toda turma e sim a um grupo.

A **aula expositiva final**, sexto passo da UEPS, conforme Moreira (2011) ela dá continuidade a diferenciação progressiva através da retomada dos assuntos mais relevantes em busca da reconciliação integrativa. Discutir e resolver com os estudantes as dúvidas que ainda se fazem presentes foi a proposta utilizada para minimizar as dificuldades destes na compreensão dos conceitos de ácidos e bases.

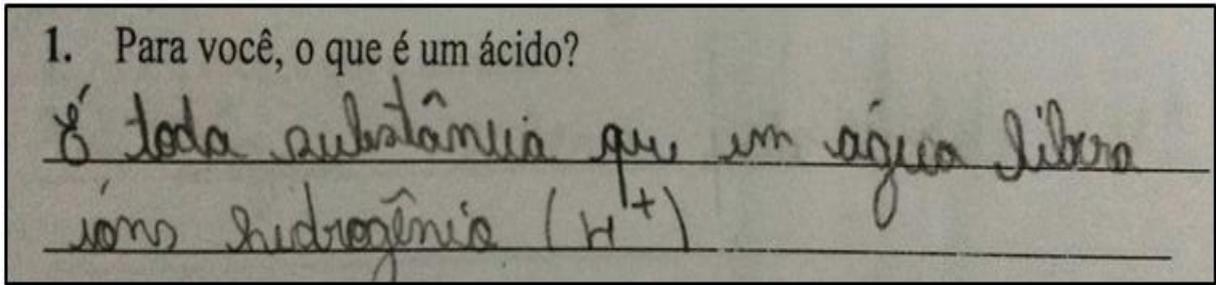
Para isso, o professor retomou as questões da avaliação somativa individual as quais foram corrigidas e discutidas. Durante a correção os estudantes puderam verificar os erros que cometeram e possibilitou que através dessa atividade tirassem as dúvidas sobre os conceitos trabalhados. O que pode ser observado nessa atividade, que os estudantes que obtiveram um índice baixo de acertos não se condicionam a buscar a compreensão e tirar suas dúvidas, apenas se fazem presentes na sala de aula.

Com o objetivo de identificar indícios de AS, o **Passo 07 – avaliação da aprendizagem**, teve como proposta a realização do pós-teste (idêntico ao pré-teste – Apêndice C) e de uma atividade colaborativa em grupo (trabalho em grupo 02).

A realização do pós-teste ocorreu de forma individual. Essa avaliação continha as mesmas questões realizadas no pré-teste e teve como objetivo comparar os resultados e verificar a evolução das respostas dos estudantes após a conclusão desse conteúdo.

Na primeira questão “*Para você, o que é um ácido?*” a porcentagem de acertos subiu de 32% do pré-teste para 90% no pós-teste. Além do aumento significativo do índice de acertos, o que se destaca é a evolução das respostas dos estudantes como se pode comparar a resposta do estudante E18 que inicialmente escreveu para essa questão: “*Elemento de muito alto odor com muita capacidade de “tirar manchas” por exemplo*” e no pós-teste respondeu conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Resposta do estudante E18 para a questão 01.

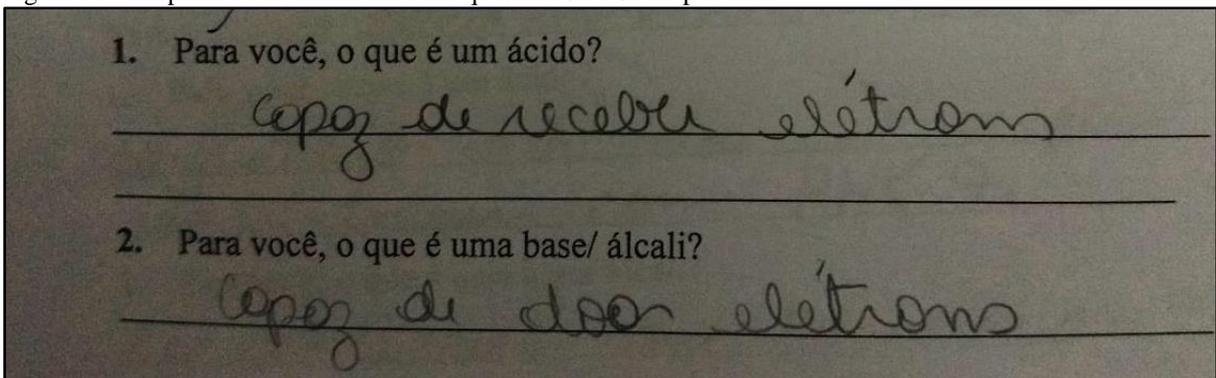


Fonte: Do autor.

Percebe-se que ao comparar as respostas do estudante E18 houve uma importante evolução conceitual. Isso porque o mesmo mostrou-se capaz de definir o conceito de ácido apoiando-se na teoria de Arrhenius. Contudo, cabe destacar que o fato de o estudante saber conceituar um ácido ou uma base, não é necessariamente garantia de que o mesmo construiu o conhecimento sobre as propriedades que contribuem para classificar o caráter químico de uma substância. Assim, torna-se prudente e necessário investigar a resposta do aluno E18, pois a mesma facilmente pode apenas estar reproduzindo um tipo de aprendizagem denominada de mecânica (memorização).

Na questão 02 “Para você, o que é uma base/álcali?” o índice de acertos subiu de 32% para 90%. Observa-se esse aumento significativo na porcentagem de acertos considerando que alguns estudantes responderam a questão usando o conceito de Lewis, como se pode ver na Figura 11, tanto para essa questão como para a primeira.

Figura 11 - Resposta do estudante E24 nas questões 01 e 02 do pós-teste.



Fonte: Do autor.

Para a questão 03, na qual os estudantes deveriam classificar as substâncias de acordo com seu caráter químico, a porcentagem de acertos para algumas substâncias aumentou, conforme se pode observar no Quadro 21, que faz um comparativo da porcentagem de acertos para cada substância indicada na questão 03.

Quadro 21 - Comparação da porcentagem de acertos para cada uma das substâncias indicadas na questão 03.

PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
Vinagre	100%	Vinagre	100%
Leite Magnésio	32%	Leite Magnésio	79%
Refrigerante	50%	Refrigerante	97%
Leite	43%	Leite	55%
Sangue humano	61%	Sangue humano	72%
Suco de limão	68%	Suco de limão	100%
Água destilada	71%	Água destilada	79%

Fonte: Do autor.

Analisando os dados contidos no Quadro 21 verifica-se que houve uma evolução na quantidade de acertos em todos os produtos, com exceção do vinagre que em ambos os testes o índice manteve-se nos 100%. Durante a aplicação da UEPS, os estudantes puderam investigar o pH destes produtos por meio da atividade experimental 02 classificando-os de acordo com o caráter químico apresentado, o que esperava-se contribuir para o avanço nos acertos.

A questão 04 abordou qual a função de um indicador ácido-base. Como parte integrante da atividade experimental 02 os estudantes utilizaram esse método para verificar o pH das substâncias. Nas respostas do pós-teste, todos os estudantes responderam corretamente a questão.

As questões 05 e 06 as quais perguntavam qual o caráter químico de uma substância com pH abaixo de 7 e pH acima de 7 respectivamente obtiveram 100% de acertos. Em relação ao pré-teste onde os resultados positivos obtiveram 46% de respostas corretas, pode se concluir que os estudantes avançaram na compreensão da relação entre o pH e o caráter químico das substâncias.

O Quadro 22 apresenta a última questão do pós-teste.

Quadro 22 - Questão 07 do pós-teste.

Questão -7 – Pós-teste
<p>7. Muitas vezes ao ingerirmos certos alimentos sentimos certa “queimação” no estômago o qual chamamos de azia. Para reduzirmos a azia estomacal é necessário tomar medicamento que possua:</p> <p>( ) substâncias químicas com caráter ácido</p> <p>( ) substâncias químicas com caráter básico ou alcalino</p> <p>( ) Não sei responder</p>

Fonte: Do autor.

Nessa última questão, a qual abordava um assunto discutido em uma das situações problemas, o resultado teve um avanço nos acertos em relação ao pré-teste. No primeiro

momento 61% dos estudantes responderam corretamente e no pós-teste esse percentual subiu para 83%.

Essa ferramenta de avaliação permite comparar o avanço que os estudantes obtiveram na aplicação da UEPS por meio da comparação dos índices de acerto do pós-teste com o pré-teste, e como se pode observar, houve um aumento no percentual de acertos. Ainda, levando em conta os resultados obtidos na avaliação somativa individual, discutida anteriormente, pode-se considerar que a sequência didática utilizada contribuiu para o aprendizado dos conceitos de ácidos e bases.

Visando contribuir para a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos de ácidos e bases e, que estes pudessem identificar sua aplicabilidade nos processos industriais e de fabricações de produtos, foi sugerido como atividade avaliativa a elaboração de uma pesquisa (trabalho em grupo 02). O trabalho foi realizado em grupo (os mesmos do primeiro trabalho) e a escolha do tema ficou sob a responsabilidade dos estudantes. O grupo 1, não entregou o trabalho e ficou sem avaliação. Os temas escolhidos pelos grupos foram a utilização dos ácidos e bases: na produção de açúcar (G-2), na agricultura (G-3), nos cosméticos (G-4), nos medicamentos (G-5) e na fabricação de refrigerantes (G-6).

Para a avaliação dos trabalhos, os mesmos foram divididos em categorias: a) relação com os conceitos de ácidos e bases; b) qualidade das informações; c) organização e formatação. Ainda, foram consideradas as seguintes atribuições para cada categoria 100 – 90% muito boa, 90 – 70% boa, 70 – 50% regular e abaixo de 50% como insuficiente. O Quadro 23 apresenta os resultados dos trabalhos.

Quadro 23 - Avaliação dos trabalhos.

<b>Grupo</b>	<b>Tema</b>	<b>Relação com o conteúdo</b>	<b>Qualidade das informações</b>	<b>Organização e formatação</b>
G2	Açúcar	Insuficiente	Boa	Boa
G3	Agricultura	Muito boa	Muito boa	Muito boa
G4	Cosméticos	Muito boa	Muito boa	Muito boa
G5	Medicamentos	Regular	Regular	Boa
G6	Refrigerante	Regular	Regular	Regular

Fonte: Do autor.

A realização das pesquisas em grupo buscou fazer com que os estudantes ampliassem a sua visão sobre a utilização dos conceitos de ácidos e bases. Comparando essa pesquisa com a realizada anteriormente, percebeu-se uma evolução na organização e formatação dos trabalhos. Nesse sentido, para melhor clareza, na sequência de nossa descrição será feita uma análise do trabalho de cada grupo.

O grupo 2 apresentou como tema a fabricação de açúcar. O material apresentado continha informações sobre extração, produção, utilização e algumas curiosidades sobre o açúcar. A qualidade destas informações foi avaliada como boa, porém, em relação ao conteúdo químico, não foi apresentada qualquer relação com os ácidos e bases.

A pesquisa do G3 foi sobre a utilização de ácidos e bases na agricultura. O grupo discutiu em seu trabalho a influência do pH nas plantas, como fazer análise do pH do solo e o controle necessário para um melhor rendimento na produção. Apresentaram alguns produtos químicos utilizados para o ajuste do pH do solo e suas principais características. Em geral, a pesquisa realizada esteve entre as melhores avaliações.

O quarto grupo apresentou a utilização dos ácidos e bases nos cosméticos, mais especificamente os de uso dermatológico e, também, nos processos industriais de fabricação de shampoos, sabonetes, entre outros. Outros dados apresentados foram sobre a utilização dos ácidos orgânicos e inorgânicos, os ácidos carboxílicos e os alcalinizantes, onde explicaram suas funções na indústria. Assim como o grupo 3, o destaque foi a qualidade das informações e a relação com os conceitos estudados em sala de aula.

O tema escolhido pelo grupo 5 foi sobre os ácidos e bases em medicamentos. A pesquisa ficou restrita a apenas um produto, o ácido acetilsalicílico. Fizeram um breve comentário sobre a finalidade do uso e as dosagens recomendadas. Ainda, levantaram algumas informações sobre o uso inadequado do medicamento e as alterações que causam no organismo humano. Em virtude da grande presença de ácidos e bases na indústria de medicamentos, a pesquisa foi avaliada como regular pelas poucas contribuições prestadas.

O último grupo (G6) realizou sua pesquisa sobre os refrigerantes. Novamente, assim como no grupo anterior, não souberam utilizar as informações que o tema proporciona para discutir os ácidos e bases utilizados em seu processo. O grupo restringiu-se a apresentar a composição dos refrigerantes fazendo um pequeno relato sobre cada um deles. A discussão química sobre o assunto, resumiu-se sobre a ação dos acidulantes e a utilização dos carbonatos e bicarbonatos no controle do pH.

Fazendo uma análise foi observado que 40% dos trabalhos entregues (não considerando o trabalho do grupo 1) conseguiram desenvolver suas pesquisas relacionando com o conteúdo de ácidos e bases. Outros 40% apenas citaram uma situação que envolvesse um ácido ou uma base sem ampliar a discussão.

De acordo com Moreira (2011) a avaliação da aprendizagem busca identificar os indícios de aprendizagem significativa que os estudantes adquiriram ao longo do processo de aprendizagem. Nesse sentido, analisando os instrumentos de avaliações utilizados nessa etapa

final (pré e pós-testes e o trabalho em grupo), pode-se identificar que os estudantes evoluíram na compreensão dos conceitos químicos sobre os ácidos e bases.

No trabalho em grupo se esperava que, após o desenvolvimento da sequência didática, todos os estudantes conseguissem relacionar o conteúdo químico com os temas da pesquisa, porém, alguns (G2, G5 e G6) não fizeram uma transposição muito boa dos conceitos estudados no trabalho elaborado. Dois grupos (G3 e G4) conseguiram apresentar um material em que se observou o cuidado em relacionar as informações obtidas aos conceitos de ácidos e bases, o que pode apontar indícios de aprendizagem.

O último passo, a **Avaliação da UEPS** (Passo 08 - Apêndice B do PE) consistiu em identificar evidências de aprendizagem significativa construídas pelos estudantes no decorrer da aplicação dessa intervenção didática (MOREIRA, 2011). Além disso, foram discutidos, nesse momento, os aspectos positivos e negativos encontrados desde a construção da UEPS até sua aplicação.

A elaboração deste material visou trabalhar os conceitos de ácidos e bases no Ensino Médio de Química. Para isso, buscou-se utilizar estratégias e ferramentas de ensino com o propósito que este material fosse potencialmente significativo e com isso, capaz de propiciar aos estudantes uma aprendizagem significativa (AUSUBEL apud MOREIRA, 2011).

Ao longo da aplicação da UEPS, percebeu-se que o maior envolvimento dos estudantes ocorreu durante as atividades experimentais e a utilização do simulador computacional. De acordo com Lôbo (2012) a utilização de atividades experimentais favorece à apropriação dos conceitos químicos uma vez que oportuniza a interação e participação dos estudantes. Giordan (1999, p. 1) atribui à experimentação “um caráter motivador, lúdico, essencialmente voltado aos sentidos” despertando nos estudantes o interesse e participação nas atividades.

Na utilização do simulador computacional, para trabalhar os conceitos de força dos ácidos e bases, observou-se uma grande interação dos estudantes com a ferramenta o que pode ser constatado nos resultados, tanto das questões resolvidas, quanto nas considerações realizadas pelos mesmos sobre a utilização do simulador. Neste sentido, foi observada nestas atividades que, como já dizia Ausubel, a motivação dos estudantes é um fator determinante para ocorrer à aprendizagem significativa.

Contudo, a aprendizagem significativa é progressiva, não apenas um fato isolado. Nesse viés, percebeu-se durante a UEPS um avanço conceitual dos estudantes em relação ao conteúdo. Essa observação pode ser constatada nas avaliações realizadas durante a aplicação da sequência didática. Mesmo que na avaliação somativa individual, somente 52% dos estudantes obtiveram nota maior que 7,0, a participação nas atividades de sistematização e na discussão dos conceitos

químicos, deixaram transparecer que o número de estudantes que compreenderam o conteúdo foi maior do que esse percentual. Avaliações com questões objetivas dos conteúdos parecem ser problemáticas para os estudantes, em outras aplicações de UEPS já citadas anteriormente, como o de Souza (2015b), também se verificou um resultado menos expressivo em percentual de acertos nesse tipo de avaliação, o que remete a importância de se ter outros sistemas de avaliação.

Nesse mesmo sentido, a avaliação da aprendizagem buscou identificar novas evidências de aprendizagem significativa a partir de dois instrumentos, o pós-teste e um trabalho em grupo. Para o pós-teste o mesmo foi comparado com um pré-teste realizado no primeiro passo da UEPS. Por esse instrumento avaliou-se a percepção dos estudantes ao final da intervenção didática e os resultados demonstraram que em todas as questões o número de acertos aumentou significando que o material elaborado contribuiu para o aprendizado desse conteúdo. No trabalho em grupo, os resultados obtidos ficaram abaixo do esperado. Apenas dois grupos, o que corresponde a 31% dos estudantes, conseguiram associar os conceitos químicos estudados com suas respectivas pesquisas.

Analisando o contexto geral das avaliações realizadas, percebeu-se que alguns estudantes tiveram mais facilidades de utilizar seus conhecimentos ao elaborar uma pesquisa, enquanto outros conseguiram estabelecer uma melhor relação do conteúdo por meio de avaliações diretas. Essas diferenças podem estar associadas as mudanças de características de um professor para o outro, lembrando que o professor-pesquisador que desenvolveu esse trabalho não era o professor titular da turma em que foi aplicado o produto, e do material utilizado. Segundo Gondin, “sabe-se de forma geral que qualquer mudança pode gerar resistência, além do que, no processo de ensino, com uma grande diversidade nos sujeitos, a aprendizagem é um trabalho que pode requerer um longo tempo” (GONDIN, 2016, p. 60).

Como aspecto positivo para essa intervenção didática está a forma que a UEPS foi construída. O material didático discutido e elaborado previamente permitiu ao professor perceber as mudanças de postura dos estudantes frente a cada nova situação apresentada. O aceite da proposta ocorreu pela maioria dos estudantes destacando, principalmente, o envolvimento e participação destes nas atividades práticas o que resultou, pelas análises dos dados obtidos, na apropriação dos conceitos químicos.

A avaliação das atividades trabalhadas remete a reflexão da prática pedagógica, podendo assim criar, adaptar e modificar o material nos diferentes contextos encontrados em uma sala de aula. Somando-se a isso, a estrutura que escola ofereceu, como equipamentos de

projeção, netbooks, entre outros, foram suportes que o professor teve a disposição para suas aulas.

Entretanto, alguns aspectos negativos foram identificados. O principal, a falta de tempo que o professor enfrenta ao tentar organizar seu ano letivo. O exemplo desta UEPS se encaixa perfeitamente, foram quase três meses para aplicar um conteúdo. São destinados à Química apenas dois períodos por semana, e levando em conta toda a atividade extraclasse que a escola tem em seu cronograma, o que muitas vezes coincide com os períodos semanais da disciplina, restringindo o professor no aprofundamento dos conteúdos. Na UEPS desenvolvida, foram identificadas situações que condizem com essa realidade, como a dificuldade dos estudantes nos cálculos matemáticos e o fato que este conteúdo não havia sido discutido no ano anterior, conforme era a proposta da disciplina. Esses fatores contribuíram negativamente para o trabalho.

Outro problema percebido durante a aplicação foi o baixo rendimento de alguns estudantes, entorno de 18% da turma. Estes, só participaram das atividades práticas sem se envolver nas discussões sobre os conceitos químicos e não entregaram o trabalho avaliativo final. Em conversa com a professora titular e com a coordenação da escola, essa situação é percebida em todas as disciplinas que participam.

Por fim, o trabalho desenvolvido na forma de uma sequência didática utilizando a proposta de Moreira (2011) para sua elaboração e aplicação, e embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, permitiu colher bons resultados, tanto nas evidências de aprendizagem significativas observada nos estudantes, quanto na reflexão sobre a ação pedagógica do professor onde, a utilização desta UEPS fomentou a busca de novas metodologias e estratégias a fim de proporcionar aos estudantes um ensino que seja potencialmente significativo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou apoiar-se na TAS de Ausubel, a qual traz como premissa partir dos conhecimentos prévios dos estudantes a fim de que estes sirvam de âncoras para a aprendizagem do novo conhecimento. E, utilizar os passos criados por Moreira (2011) na elaboração e aplicação de uma UEPS a fim de contemplar o objetivo principal de buscar nos estudantes, evidências de aprendizagem significativa para os conceitos de ácidos e bases.

O produto educacional desse trabalho, a UEPS para trabalhar os conceitos de ácidos e bases, foi implementado em turma de segundo ano do Ensino Médio de Química. Para sua estruturação, foram utilizadas diferentes estratégias de ensino, como a experimentação, leitura de textos e simulação computacional.

Para fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos discentes utilizou-se uma atividade experimental e um pré-teste. Neste primeiro momento, foi observado que alguns estudantes conseguiram resgatar os conhecimentos prévios sobre íons, soluções e modelos de ligações. Porém, a partir dos resultados do pré-teste, verificou-se que os estudantes não tiveram nenhum contato com os conceitos de ácidos e bases, os quais estariam previstos para serem iniciados no primeiro ano.

Durante a aplicação da UEPS, percebeu-se que os estudantes se interessavam mais quando se tratava de atividades práticas, como nos experimentos e, principalmente, quando foi utilizado o simulador computacional. O envolvimento e a participação resultaram em indícios de aprendizagem significativa quando observado os resultados das atividades que envolviam os conceitos químicos com o uso destas ferramentas.

Observou-se também, que os estudantes possuem dificuldades na utilização da matemática para resolver os problemas. Outra situação semelhante foi na leitura de textos, em que demonstraram menor interesse em participar da atividade.

Um dos instrumentos de coleta de dados utilizado nessa dissertação foram os trabalhos colaborativos em grupos. A utilização de trabalhos em grupo, o que segundo Silva (2008) ajuda a promover relações interpessoais, além de possibilitar uma melhor negociação de significados com os estudantes, auxiliaram na apropriação do conhecimento químico e possibilitaram aos estudantes enxergar a Química fora da disciplina escolar. A maioria dos trabalhos contemplaram os objetivos estabelecidos apresentando qualidade nas informações pesquisadas.

Como instrumento de avaliação, a avaliação somativa individual, que utilizou questões objetivas, resultou em um percentual de 52% dos estudantes com notas acima da média escolar. No pós-teste, em comparação com os resultados apresentados no pré-teste, observou-se que os

estudantes avançaram na construção dos conceitos químicos tanto na quantidade de acertos, quanto na elaboração de respostas mais estruturadas e relacionadas com o conteúdo.

Contudo, as evidências de aprendizagem, segundo Moreira (2011) não estão condicionadas a um instrumento de avaliação ou outro, as evidências podem ser baseadas na captação de significados, na compreensão, na capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver as situações que lhe são apresentadas ao longo do ensino. Nesse sentido observou-se que a maioria dos estudantes que se envolveram nas atividades trabalhadas em sala de aula, apresentaram melhores resultados nas avaliações e, principalmente, na argumentação e discussão sobre a utilização dos conceitos de ácidos e bases.

Os resultados desse trabalho demonstram que utilizar diferentes estratégias de ensino possibilita ao professor contemplar um maior número de estudantes envolvidos com as atividades que propuser, como verificado em outros trabalhos que empregaram diferentes estratégias. Contudo, para entrelaçar estratégias, ferramentas e aprendizagem é necessário tempo e planejamento.

Dentro disso, após a análise das dissertações e teses pesquisadas, foi possível identificar semelhanças com os resultados obtidos nesta intervenção didática. Na utilização da simulação computacional e das atividades experimentais, percebeu-se que o envolvimento e a participação dos estudantes, como citado anteriormente, proporcionaram uma maior discussão dos conceitos químicos, além de contribuir para a aprendizagem. Porém, dificuldades na compreensão e aplicação do conteúdo, foram observadas nos diferentes sujeitos participantes, o que é normal em um processo de ensino e se constitui em um desafio para o professor.

Sobre a realização deste trabalho, muitos foram os ensinamentos aprendidos que farão parte da bagagem desse professor. As atividades que deram certo, as que não deram, as angústias, as alegrias, enfim, o ser professor é estar em constante movimento e em sintonia com a responsabilidade que é dado ao seu papel diante da sociedade em que vive.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Luana C. Z. do. *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2016.
- AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Portugal, 1994.
- BRASIL, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. *PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2000.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. *PCNEM + Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2002.
- CHASSOT, A.. *Diálogos de aprendentes*. Ensino de Química em foco. SANTOS, W. L. P. (Org.), MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).
- COELHO, R. O. *O uso da informática no ensino de física de nível médio*. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, 2002.
- DALFOVO, M.S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. *Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico*. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008.
- DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S.(Coord). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 33. Ed. Petrópolis: Vozes, 2013. 108 p. (Temas sociais) ISBN 9788532611451.
- FAVERO, A. A.; GABOARDI, E. A. (Coord.). *Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas*. 5. Ed., isso. E ampl. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008.
- FERREIRA, N. S. A. *As pesquisas denominadas “estado da arte”*. Educação & Sociedade, São Paulo, ano 23, n. 79, p.257-272, ago. 2002.
- FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. *Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada*. Química Nova na Escola, v.32, n.2, 2010.
- FIGUEIRA, A. C. M.; ROCHA, J. B. T. *Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases*. Revista Ciências&Ideias Vol. 3, n.1. Setembro-2010/Abril-2011.

FREIRE, P.. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 30. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 148 p.

GAMBARINI, C.; BASTOS, F. *Leitura no ensino de ciências: a postura de professores e alunos perante o texto escrito*. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru, SP. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/painel/PNL167.pdf>>. Acesso em: 10 Jul. 2018.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIORDAN, M. *O papel da experimentação no ensino de ciências*. In: II Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, Valinhos-SP, 01 a 04 de setembro de 1999.

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

GUIMARÃES, C. C.. *Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa*. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

LÔBO, S. F.. *O trabalho experimental no ensino de Química*. *Química Nova*, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

MACÊDO, J. A. de; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. de. *Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade*. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MENEZES, J.C.S.; SANTOS, E. P.; MELO, M. R.. *Abordagem do conteúdo soluções com enfoque CTS no ensino de Química: O caso do rio Sergipe no Brasil*. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO. Buenos Aires, Argentina, 2014. Disponível em: <<http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/1514.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2016.

MONTENEGRO, J.A. *O Uso da Tabela Periódica Interativa como Aplicativo para o Ensino de Química*. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) – Fundação Oswaldo Aranha, Volta Redonda – RJ, 2013.

MORAN, J.M. *O vídeo na Sala de Aula*. *Revista Comunicação e Educação*, n.2, Editora Moderna, 1994.

MOREIRA, Marco A.. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: E.P.U., 1999. 195 p. ISBN 8512321407.

\_\_\_\_\_. *Teorias da aprendizagem*. 2 ed. São Paulo: E.P.U., 2011. 195 p. ISBN 978-85-123-2180-6.

\_\_\_\_\_. *Unidades de enseñanza potencialmente significativas*–UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*. V. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf)>. Acesso em: 14 Out. 2016.

\_\_\_\_\_. *Unidades De Ensino Potencialmente Significativas – UEPS*. Versão 6.0. Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2016.

\_\_\_\_\_. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

MORTIMER, E. F.. *As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza*. SANTOS, W. L. P. (Org.), MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A.H. *Química: Ensino Médio*. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013.

OLIVEIRA, R. J. *O mito da substância*. *Química Nova na Escola*, v. 1, n. 1, 1995.

OLIVEIRA, A. M. de. *Concepções Alternativas de Estudantes do Ensino Médio sobre Ácidos e Bases: um estudo de caso*. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciência – Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

PINHEIRO, B. C. S.; BELLAS, R. R. D.; SANTOS, L. M. dos. *Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas*. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 18, 2016, Florianópolis, *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2016.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, W. A.. *Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o Ensino Médio*. *Revista Iberoamericana de Educação*, nº44, 2007. P. 147-165.

PINTO, M. F. S.; SANTANA, G. V. de; ANDRADE, D. *Atividades Experimentais no Ensino de Química: Contribuições para Construção de Conceitos Químicos*. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador. *Anais...*, Salvador: UFBA, 2012.

QUADROS, et. al. *Química escolar: percepções e expectativas de estudantes do Ensino Médio*. *Revista de Iniciação à Docência*, v. 2, n. 1, 2017.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M.. *Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação Química: uma revisão de literatura publicada*. *Química Nova*, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v26n4/16437.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2016.

ROMANO JUNIOR, J.G. *Mapas conceituais no ensino de ciências: identificação de proposições estáticas e dinâmicas para expressar as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade*. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RONCH, Sthefen F. A. da. *Utilização do tema vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar entre Química e Biologia*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2016.

SANTANA, Iany S. de. *Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em Química para abordar a temática água*. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

SANTOS, A. O. et. al. *Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)*. Scientia Plena, v. 9, n.7, 2013.

SANTOS, M. E. V. M.. *Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: Rumo a “novas” dimensões epistemológicas*. Revista Iberoamericana Ciência, Tecnologia e Sociedad, Cidade Autônoma de Buenos Aires, v. 2, n. 6, dic. 2005. P. 137-157.

SANTOS, Vandrezza S. dos. *O açaí e a Bioquímica: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa utilizando uma fruta regional para abordar conceitos de Bioquímica na Educação de Jovens e Adultos – EJA*. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática- Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, W. L. P.. *Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*. Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631), v. 1, 2007.

SANTOS, W. L. P. et al.. *O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de Ciências*. SANTOS, W. L. P. (Org.), MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. (Coords.). *Química e Sociedade*, volume único, Ensino Médio. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira*. Ensaio Pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso*. Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 1, 2001.

SARON, Alexandre. *Unidade de Ensino Direcionada e Potencialmente Significativa no Ensino de Química Ambiental: Uma Experiência sobre a Aprendizagem de Índice de Qualidade de Água considerando Estilos de Aprendizagem?*. 2016. 124 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – Universidade Cruzeiro do Sul. 2016.

SCHNETZLER, R.P.. *Apontamentos Sobre a História do Ensino de Química no Brasil*. Ensino de Química em foco. SANTOS, W. L. P. (Org.), MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).

SILVA, Â. J. da. *Aprendizagem cooperativa no ensino de Química: uma proposta de abordagem em sala de aula*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) -Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, J. L. et. al. *A utilização de vídeos didáticos nas aulas de Química do Ensino Médio para a abordagem história e contextualizada do tema vidros*. *Química Nova na Escola*, v.34, n.4, 189-200, 2012.

SILVA, J. R. R. T. *Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional*. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 3, p. 707-722, 2017.

SILVA, M. P. da; 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*, p. 48-82, 2012.

SILVA, R. R.; MACHADO, P.F.L.; TUNES, E. *Experimental Sem Medo de Errar*. *Ensino de Química em foco*. SANTOS, W. L. P. (Org.), MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. *Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social*. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p.36-42, 2014.

SILVA, Thiago P. da. *Construção e avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o conteúdo de Termoquímica*. 2015. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.

SOUZA, C. R.; SILVA, F. C. *Discutindo o contexto das definições de ácido e base*. *Revista Química Nova na Escola*, v.40, n.1, p. 14-18, 2018.

SOUZA, Katia R. A. P. de. *Elaboração e aplicação de uma unidade potencialmente significativa para o ensino-aprendizagem de isomeria*. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza Instituição de Ensino) - Universidade Federal Fluminense. 2015b.

SOUZA, Q. S.; LEITE, B. S. *A importância da leitura científica no ensino de Química*. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13, 2013, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 2013.

SOUZA, S. C. *Repensando a leitura na educação em ciências: necessidade e possibilidade na formação inicial de professores*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. São Paulo, 2003.

SOUZA, Sabrina R. de. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Para o Estudo de Química Orgânica*. 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências- Fundação Universidade Federal do Pampa, 2015a.

STEFINI, J. A.; ZOCH, A. N.. *Utilizando o tema água em uma abordagem ctsa: uma sequência didática para o ensino de Química*. In: *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e*

Tecnologia, 5, Ponta Grossa, PR. Disponível em: <[www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3413&q=1](http://www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3413&q=1)>. Acesso em 10 nov. 2016.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R.. *A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no Ensino Médio de Química*. Ciências e Cognição. Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, mar. 2009. Disponível em: <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212009000100005&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212009000100005&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 05 ago. 2017.

TRINDADE, J. O. da; HARTWIG, D. R.. *Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas*. Química Nova na escola, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

TRIPP, D.. *Pesquisa-ação: uma introdução metodológica*. Educação e pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3>>. Acesso em 08 dez. 2016.

VALENTE, J. A.. *A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação*. UNIFESO-Humanas e Sociais, v. 1, n. 01, p. 141-166, 2014.

WENZEL, J. S. *A apropriação da linguagem científica escolar e as interações discursivas estabelecidas em sala de aula como modo de aprender Ciências*. Revista Transmutare, v. 2, n. 1, 2017.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. *A Química escolar na inter-relação com outros campos de saber*. In: SANTOS, W. L.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. P. 101-130.

ZOCH, A.N.; LOCATELLI, A. *A teoria de aprendizagem significativa (TAS) e seus desdobramentos: uma introdução para estudantes de Química*. In: ROSA, C.T.W. (Org.). Educação científica e tecnológica: reflexões e investigações. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2015, p. 36-55.

ZULIANI, S. R. Q. A.; ÂNGELO, A. C. D.. *A Utilização de Metodologias Alternativas: O Método Investigativo e a Aprendizagem de Química*. In: NARDI, R. (Org.). Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente. (4ª ed.) – São Paulo: Escrituras Editora, 2010, p. 69-80.

## APÊNDICE A – Questionário 01 – Sondagem inicial

### Questionário 01 – Sondagem inicial

Caro estudante, você está recebendo um questionário. Responda conforme o seu entendimento. Não precisa se identificar e não tem caráter avaliativo.

01) O que você acha da disciplina de Química?

---

02) Quais partes do conteúdo de Química você sente maior dificuldade?

- ( ) Ao utilizar a Tabela Periódica
- ( ) Ao fazer os cálculos
- ( ) Ao equacionar as reações químicas
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

03) Como você acha que aprenderia melhor a Química?

---

04) Na tabela abaixo, são apresentadas algumas ferramentas de ensino, atribua um valor de 1 à 5 a cada uma delas considerando como '5' a maneira que mais gosta que o professor utiliza na sala de aula e '1' a que menos gosta.

Ferramentas de ensino	Valor atribuído
Leitura de textos	
Atividades usando simulador computacional	
Vídeo – aula	
Fazendo exercícios	
Atividade experimental	
Trabalho grupo	

05) Como você estuda? Pode marcar mais de uma opção.

- ( ) Lendo livro.
- ( ) Assistindo vídeo aula (vídeos no youtube).
- ( ) Em grupo com os colegas.
- ( ) Não tenho tempo para estudar.
- ( ) Refazendo exercícios.
- ( ) Outras.

## APÊNDICE B – Atividade Experimental 01

- ❖ Atividade experimental 01: Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos (Adaptada de: LINCK et al., 2016).

### Materiais e reagentes:

- Água – destilada ou deionizada e da torneira.
- Sal de cozinha (cloreto de sódio –  $\text{NaCl}_{(s)}$ ).
- Açúcar (Sacarose –  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$ ).
- Vinagre (ácido acético –  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ ).
- Hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}_{(s)}$ ).
- Béqueres ou copos.
- Testador de corrente elétrica.



Entregar para os estudantes um quadro (quadro 2) para ele registrar os resultados obtidos quanto a condução de corrente elétrica (CE) de cada amostra (sistema/substância) testada. O professor também registrará no quadro negro, para posterior discussão dos resultados.

### Procedimentos e questionamentos:

Sistema químico	Conduziu corrente elétrica?		Intensidade da luz (fraca ou forte)
	Sim	Não	
Água destilada			
Água da torneira			
Cloreto de sódio - $\text{NaCl}_{(s)}$			
Solução de $\text{NaCl}_{(aq)}$			
Sacarose – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$			
Solução de sacarose			
Ácido acético – $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$			
Hidróxido de Sódio $\text{NaOH}_{(s)}$			
Solução de $\text{NaOH}_{(aq)}$			

Quadro 2. Resultados obtidos na atividade experimental 01.

Em um béquer, testar a CE na água destilada, depois testar a CE na água da torneira. Anotar os resultados. Discutir com os estudantes sobre qual a diferença entre elas.

OBS: Limpar os polos do testador de CE sempre que mudar de amostra.

Em um béquer, testar a CE do  $\text{NaCl}$  na forma sólida, após dissolvê-lo em água destilada e novamente testar a CE, anotar. Questionar os estudantes o porquê que em solução o sal de cozinha conduz corrente elétrica.

Repetir o procedimento usando a sacarose. Questionar os estudantes o porquê em solução o açúcar não conduz corrente elétrica. Qual a diferença entre o açúcar e o sal?

Testar a CE no vinagre e anotar na tabela. Discutir o porquê que o vinagre conduz corrente elétrica e verificar a intensidade da luz.

Finalmente, testar a CE do  $\text{NaOH}_{(s)}$  na forma sólida e anotar na tabela. Após, adicionar água destilada e novamente testar a CE e anotar. Discutir o porquê que o hidróxido de sódio conduz corrente elétrica e o que faz com que a intensidade da luz emitida seja forte.

### APÊNDICE C – Pré e pós-teste

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

1. Para você, o que é um ácido?

\_\_\_\_\_

2. Para você, o que é uma base/ álcali?

\_\_\_\_\_

3. Assinale com um X a alternativa que julga ser correta:

Substância	Comportamento químico		
	Ácido	Neutro	Básico/ Alcalino
Água destilada			
Suco de limão			
Sangue humano			
Leite			
Refrigerante			
Leite de magnésia			
Vinagre			

4. Com um indicador ácido-base pode-se determinar se uma solução é.

5. Uma substância que possui pH abaixo de 7 é:

( ) Ácida.

( ) Neutra.

( ) Básica.

6. Uma substância que possui pH acima de 7 é:

( ) Ácida.

( ) Neutra.

( ) Básica.

7. Muitas vezes ao ingerirmos certos alimentos sentimos certa “queimação” no estômago o qual chamamos de azia. Para reduzirmos a azia estomacal é necessário tomar medicamento que possua:

( ) Substâncias químicas com caráter ácido.

( ) Substâncias químicas com caráter básico ou alcalino.

( ) Não sei responder.

**APÊNDICE D – Trabalho em grupo 01****Orientações para o trabalho em grupo 01.**

Fazer o sorteio das substâncias que cada grupo pesquisará. Sugere-se os seguintes itens para a pesquisa:

- Nomenclatura química, fórmula química e nome comercial (se tiver).
- Reações químicas para a sua formação.
- Principais características químicas.
- Origem – produção.
- Utilização e precauções de sua utilização.
- Problemas ambientais originados na produção e na utilização.

Substâncias químicas sugeridas a serem sorteadas aos grupos:

- ❖ **Ácidos:** ácido sulfúrico, ácido clorídrico e ácido fosfórico.
- ❖ **Bases:** hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e amônia.

Deverá ser entregue uma cópia impressa do trabalho. A avaliação será feita em relação ao material impresso entregue ao professor (formatação, qualidade das informações, referências usadas) e nas respostas das questões futuras realizadas durante as aulas e em avaliação.

## APÊNDICE E – Atividades de Sistematização I – Parte A

Nome:	Data:
<p>1) Analise a equação <math>\text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq})</math>. Nessa reação o íon <math>\text{HCO}_3^-</math> é classificado como:</p> <p>a) Ácido de Bronsted e Lowry.  b) Ácido de Arrhenius.  c) Base de Arrhenius.  d) Base de Bronsted e Lowry.  e) Base de Lewis.</p> <p>2) Considere a reação:</p> <p>a) <math>\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{HCl} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})</math>  b) <math>\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{NH}_3 (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})</math></p> <p>Classifique o comportamento da água em cada reação de Bronsted e justifique.</p> <p>3) Observe as equações:</p> <p>I. <math>\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CN}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \underline{\text{HCN}} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})</math>  II. <math>\text{NH}_3 (\text{aq}) + \underline{\text{CO}_3^{2-}} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_2^- (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq})</math>  III. <math>\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- (\text{aq}) + \underline{\text{NH}_3} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l}) + \text{NH}_2^- (\text{aq})</math></p> <p>De acordo com Bronsted e Lowry os compostos sublinhados são respectivamente:</p> <p>a) Base – ácido – ácido.  b) Base – base – ácido.  c) Ácido – ácido – base.  d) Ácido – base – ácido.  e) Base – ácido – base.</p> <p>4) Aplicando o conceito ácido-base de Bronsted – Lowry a reação abaixo equacionada, verifica-se que:</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{HClO}_4 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{SO}_4^+ (\text{aq})</math></p>	

- a)  $\text{HClO}_{4(\text{aq})}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  são ácidos.
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  e  $\text{ClO}_4^-_{(\text{aq})}$  são bases.
- c)  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  é ácido e  $\text{HClO}_{4(\text{aq})}$  é base.
- d)  $\text{ClO}_4^-_{(\text{aq})}$  é base conjugada do  $\text{H}_3\text{SO}_4^+_{(\text{aq})}$ .
- e)  $\text{H}_3\text{SO}_4^+_{(\text{aq})}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  são ácidos.

## APÊNDICE F – Atividade Experimental 02

❖ Atividade experimental 02: Analisando o pH de diferentes sistemas.

### Materiais e reagentes:

- Água – destilada ou deionizada.
- Diferentes marcas de água mineral.
- Suco de limão.
- Refrigerante.
- Leite de magnésio.
- Vinagre.
- Leite.
- Papel indicador universal.
- Copos plásticos.



### Procedimentos e questionamentos

Dividir a turma em grupos e entregar uma amostra de cada substância relacionada no quadro 3, a seguir. Esse deve ser preenchido pelos estudantes.

Mostrar aos estudantes o procedimento a ser utilizado com a fita universal e como é realizada a leitura do pH.

Após a conclusão da atividade pelos grupos, o professor, então, fará uma tabela no quadro negro comparando os resultados de todos os grupos e corrigindo eventuais erros que surgirem.

Discutir sobre o pH da água que consumimos e apresentar a eles o padrão exigido pela legislação afim de que possam interpretar os resultados nas amostras e verificar se estão na faixa de pH permitida.

Substância	Valor de pH encontrado	Caráter químico (Ácido/Neutro/Base)
Água destilada		
Água da torneira		
Água mineral 01		
Água mineral 02		
Água mineral 03		
Suco de limão		
Refrigerante		
Leite de magnésio		
Vinagre		
Leite		

Quadro 3. Resultados obtidos nos experimentos.

## APÊNDICE G – Atividades de Sistematização I – Parte B

❖ Atividade de sistematização I: algumas questões sobre o pH.

1 - Como podemos saber se uma substância tem caráter ácido ou básico?

2 - (UnB-DF) Os sistemas químicos baseiam-se em algumas características. Os sistemas ácidos caracterizam-se pela liberação de íon hidrônio,  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ . Os sistemas básicos baseiam-se na liberação de íon hidroxila,  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ . A tabela a seguir mostra a característica de alguns sistemas.

Sistema	$[\text{H}_3\text{O}]^+$
Vinagre	$10^{-3}$
Saliva	$10^6$
Clara de ovo	$10^{-8}$

Considerando os sistemas citados, 100% ionizados, marque a opção correta.

- a) Todos os sistemas são formados por substâncias ácidas.
- b) O pOH da saliva é igual a 6.
- c) O vinagre é mais ácido que a clara de ovo.
- d) O pH do vinagre é igual a 3.
- e) Acrescentando uma gota de vinagre a uma gota de saliva, a solução se tornará neutra.

3 - (UFPE) A concentração hidrogeniônica do suco de limão puro é  $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ . Qual o pH de um refresco preparado com 20 mL de suco de limão e água suficiente para completar 200 mL?

- a) 2,5      b) 3,0      c) 3,5      d) 4,0      e) 4,5

4 - De acordo com a atividade experimental realizada, as amostras de água analisadas encontram-se dentro do padrão de potabilidade exigido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde? Podem ser consumidas?

## APÊNDICE H – Orientações para trabalhar o vídeo 1

Os estudantes assistirão o vídeo “Sobre o pH dos Alimentos no Corpo”, disponível no link: <<https://bit.ly/2Quv7Tv>>.



Após assistir o vídeo, o professor levantará a seguinte discussão:

- Em qual parte do corpo humano faz-se necessário o controle do pH?
- Como a ingestão de alimentos podem interferir no pH do organismo humano?
- Podemos consumir qualquer tipo de substância ácida ou alcalina? Quais as consequências para o nosso organismo?
- Cite exemplos de alimentos que podem ser prejudiciais ao organismo, caracterizando-os como ácidos ou alcalinos.

## APÊNDICE I – Orientações para a utilização do simulador computacional

### Parte A – Orientações para trabalhar com o simulador Acid-Base Solutions

Professor: José Augusto Stefini

1. Acessar o link: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/acid-base-solutions](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/acid-base-solutions)>.
2. Aparecerá a tela a seguir:

3. Rolar a barra de rolagem até o fim dessa página e selecionar a linguagem: “português (Brasil)”.

4. Clicar no play da tela principal:

The screenshot shows the PhET website interface. At the top, there is a search bar and navigation links for 'ENTRAR' and 'REGISTRO'. The main header features the PhET logo and the University of Colorado Boulder name. Below the header, there is a navigation menu on the left with categories like 'Simulações', 'Novas Sims', and 'Por Nível de Ensino'. The central area displays the 'Soluções Ácido-Base' simulation interface, which includes a beaker with a pH meter, a chemical equation  $HA + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$ , and various control buttons. A blue arrow points to the play button in the simulation interface. On the right, there are social media icons and a 'DOE' logo. Below the simulation interface, there are links for 'SOBRE', 'PARA PROFESSORES', 'TRADUÇÕES', 'SIMULAÇÕES RELACIONADAS', 'REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE)', and 'CRÉDITOS'. A 'Sim Original (Java ou Flash)' button is also visible.

5. Aparecerá a tela a seguir. Clicar na caixa: Intro.

The screenshot shows the title screen of the 'Soluções Ácido-Base' simulation. The title 'Soluções Ácido-Base' is displayed in large white letters at the top. Below the title, there is a central image of a beaker with a magnifying glass over it, and a blue arrow points to this image. To the right of the beaker, there is a molecular model of water and a blue sphere, with the text 'Minha Solução' below it. At the bottom left, the word 'Intro' is written in yellow. A red arrow points from the word 'lupa' (magnifying glass) to the magnifying glass icon in the beaker image.

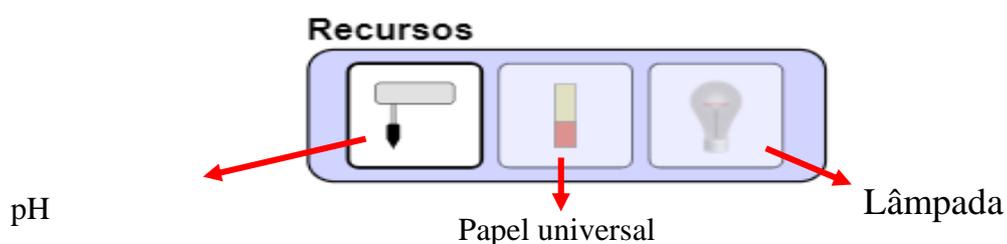
6. Aparecerá a tela de trabalho a seguir. Na lateral direita pode-se observar três caixas: **Soluções, Ver e Recursos.**

Na Soluções você pode selecionar a sistema que quer trabalhar (água, ácido forte, etc.).

Na caixa “Ver” você pode ter uma visão microscópica do sistema selecionado por meio da lupa, tem a opção de clicar no solvente para inseri-lo; fazer gráfico do sistema ou eliminar as representações das moléculas no “ocultar”.

Na caixa “Recursos” é possível selecionar o medidor do pH, o papel universal ou a lâmpada, dependendo do que se deseja trabalhar.

	Solução
	Ver
	Recursos



OBS: ao clicar um determinado recurso, acima do “frasco” com a lupa, que contém a solução analisada, aparecerá o recurso selecionado. No caso da tela acima, foi o pH.

### Parte B - Atividade guiada para o estudante trabalhar com o simulador.

Após os estudantes executarem os passos descritos no Apêndice A e explorarem o simulador, começar a **Atividade guiada**. Distribuir o material a seguir delineado.

<b>Atividade guiada</b>	
Professor: José Stefini.	
Nome:	
Selecionar no ícone “ <b>Recursos</b> ” o medidor de pH. Arrastar o medidor para dentro da solução.	

Seleção do recurso valor de pH

pH: 1L

pH: 7.00 1L

$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

Clicar na caixa do solvente. (Aparecerá a representação das moléculas do solvente)

Solvente

pH: 7.00 1L

$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

**Solução**

- Água (H<sub>2</sub>O)
- Ácido Forte (HA)
- Ácido Fraco (HA)
- Base Forte (MOH)
- Base Fraca (B)

**Ver**

- Moléculas
- Solvente
- Gráfico
- Ocultar

**Recursos**

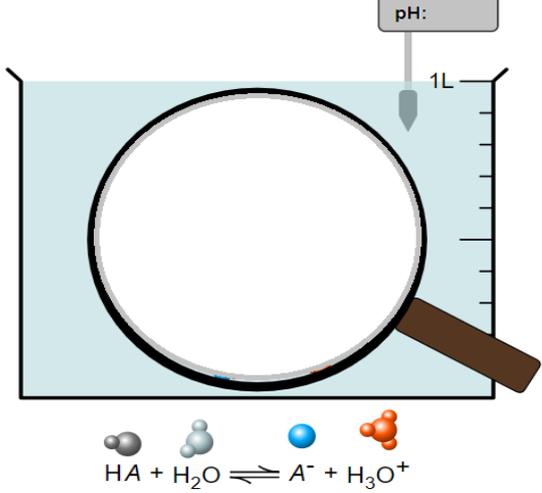
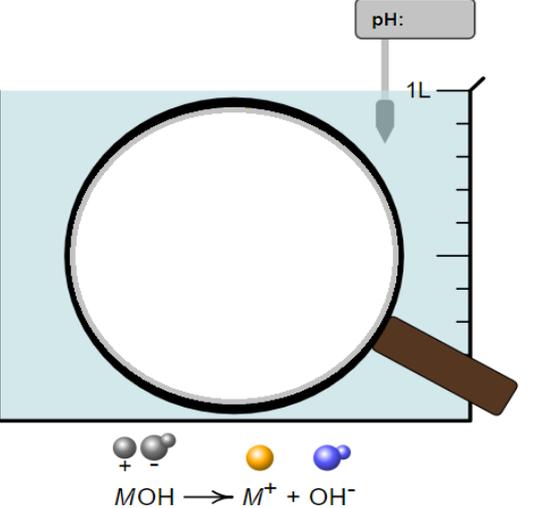
1. Circular a espécie que possui o maior número de moléculas na lupa:

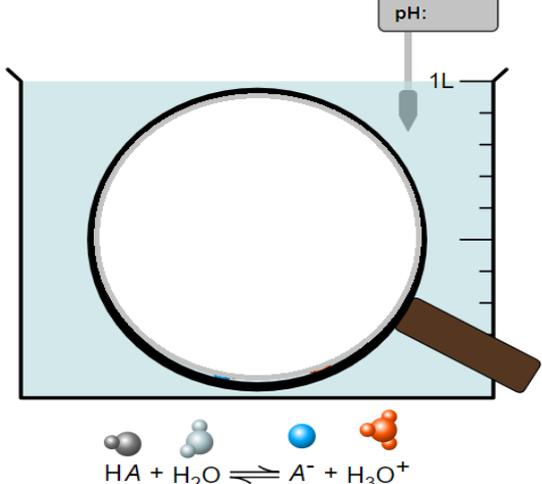


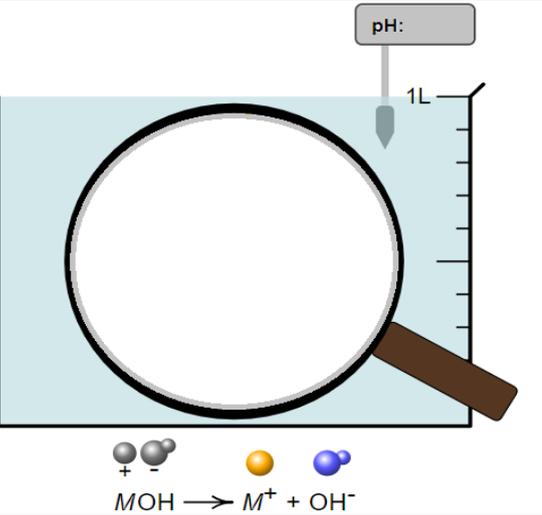
2. Desmarque a caixa de solvente. Selecione no item “**Solução**”, cada sistema a seguir solicitado e forneça, para cada uma delas, os dados indicados.

2.1. Selecionar o item ácido fraco.

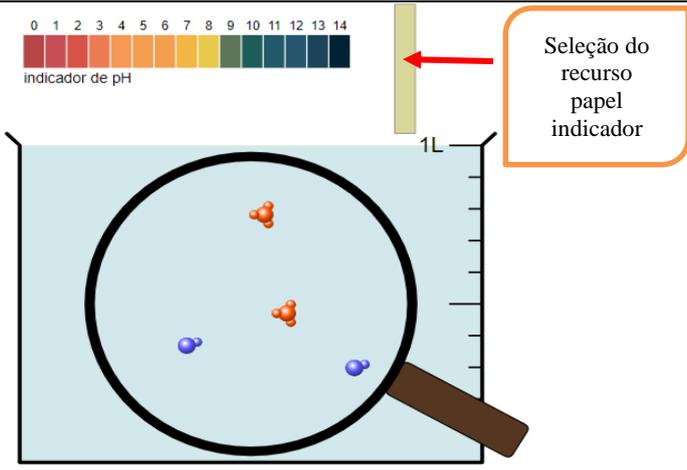
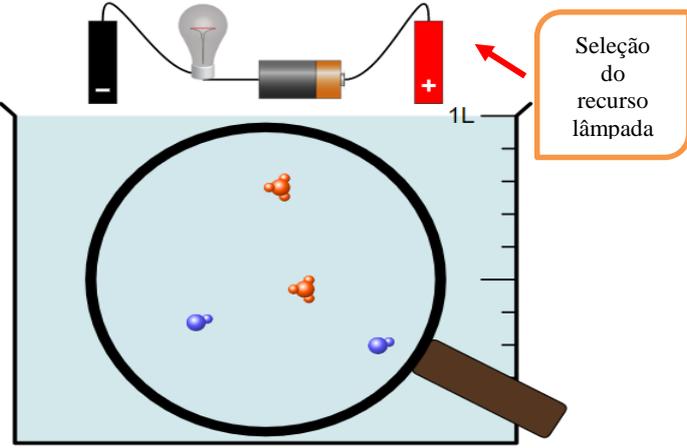
Ácido Fraco (HA)

 <p style="text-align: center;"> <math>HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+</math> </p>	<p>Dados:</p> <p>a) equações de reação:</p> <p>b) o valor de pH:</p> <p>c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)</p>
<p>2.2. Seleccionar o item base fraca. <span style="float: right;"><input checked="" type="radio"/> Base Fraca (B) <input type="radio"/></span></p>	
 <p style="text-align: center;"> <math>MOH \rightarrow M^+ + OH^-</math> </p>	<p>Dados:</p> <p>a) equações de reação:</p> <p>b) o valor de pH:</p> <p>c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)</p>
<p>2.3. Seleccionar o item ácido forte. <span style="float: right;"><input type="radio"/> Ácido Forte (HA) <input checked="" type="radio"/></span></p>	

 <p style="text-align: center;"> <math>HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+</math> </p>	<p>Dados:</p> <p>a) equações de reação:</p> <p>b) o valor de pH:</p> <p>c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)</p>
---	--

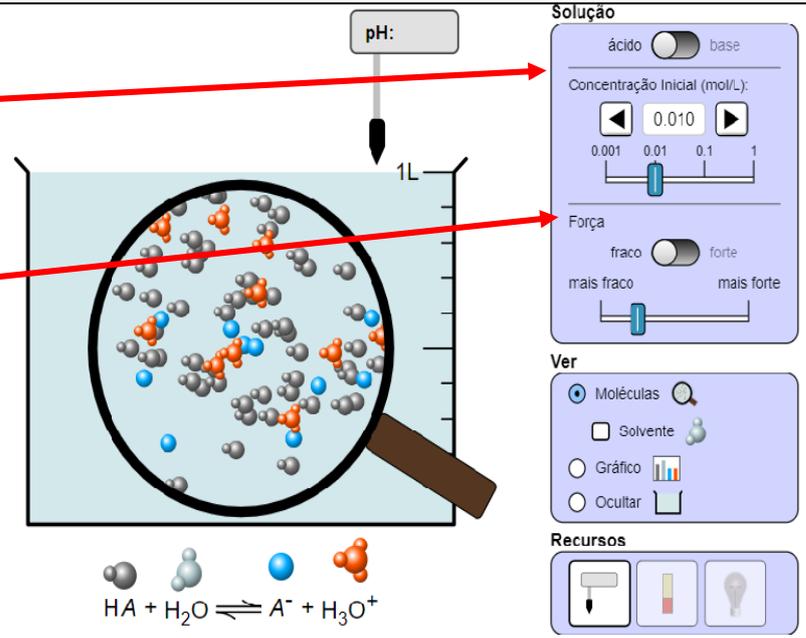
<input checked="" type="radio"/> Base Forte (MOH) 	
<p>2.4. Seleccionar o item base forte.</p>  <p style="text-align: center;"> <math>MOH \rightarrow M^+ + OH^-</math> </p>	<p>Dados:</p> <p>a) equações de reação:</p> <p>b) o valor de pH:</p> <p>c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)</p>

<p>2.5. Seleccionar em “Recursos” a caixa do Papel indicador.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Recursos</b></p> 

<p>Arrastar o papel universal dentro de cada sistema indicado em cada item a seguir (selecionar o sistema em “<b>Solução</b>”) e anotar o valor de pH.</p> <p>a) Água b) Ácido forte c) Ácido fraco d) Base forte e) Base fraca.</p>	
<p>2.6. Selecionar em “<b>Recursos</b>” a caixa da lâmpada.</p>	
<p>Arrastar os pólos do circuti dentro de cada sistema indicado em cada item a seguir (selecionar o sistema em “<b>Solução</b>”) e anotar a intensidade da luz.</p> <p>a) Água b) Ácido forte c) Ácido fraco d) Base forte e) Base fraca.</p>	
<p>Selecionar na barra inferior o item “<b>Minha Solução</b>”</p>	

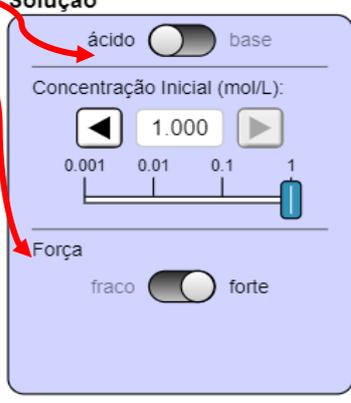
No item “**Solução**” agora temos a possibilidade de escolher:

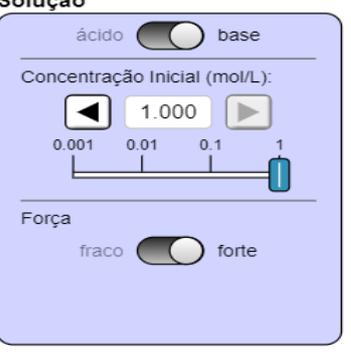
concentração das soluções e força da solução.



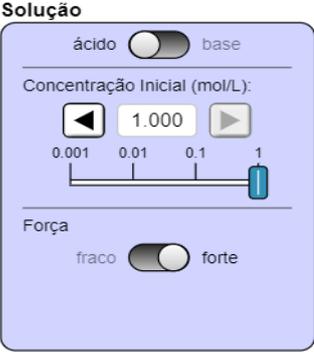
$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

3. Selecionar no item “**Solução**” cada concentração a seguir solicitada na tabela ao lado e fornecer, para cada uma delas, os valores de pH indicados.

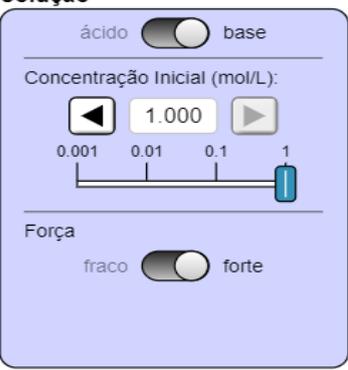
<p><b>Solução de ácido forte</b></p> <p>Colocar o medidor de pH na solução.</p> <p>Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial e selecionar forte.</p> <p>Registrar o pH encontrado.</p>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	pH
		0,001	
		0,01	
		0,1	
		1,0	

<p><b>Solução de base forte</b></p> <p>Colocar o medidor de pH na solução.</p> <p>Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.</p> <p>Registrar o pH encontrado.</p>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	pH
		0,001	
		0,01	
		0,1	
		1,0	

4. Selecionar no item “**Recursos**” a lâmpada e verificar a intensidade da luz em cada concentração a seguir solicitada na tabela ao lado e fornecer, para cada uma delas, os valores de pH indicados.

<b>Solução de ácido forte</b>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	Intensidade da luz
Colocar os pólos do indicador de corrente elétrica na solução. Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.		0,001	
Indicar em que concentrações ocorreu a maior e menor intensidade da luz.		0,01	
		0,1	
		1,0	

<b>Solução de base forte</b>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	Intensidade da luz
Colocar os pólos do indicador de corrente elétrica na solução. Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.		0,001	
Indicar em que concentrações ocorreu a maior e menor intensidade da luz.		0,01	
		0,1	
		1,0	

**APÊNDICE J – Atividades de Sistematização II****Atividades de Sistematização II**

1 - Quais íons são mais abundantes em uma solução:

- a) Ácida:
- b) Alcalina:

2 - O que acontece com o pH de uma solução ácida a medida que é aumentada a sua concentração?

3 - O que acontece com o pH de uma solução alcalina a medida que é aumentada a sua concentração?

4 - O que difere uma solução alcalina forte de uma fraca?

5 - Responda verdadeiro (V) ou falso (F) para as sentenças a seguir:

- ( ) Ao utilizar o papel de tornassol como indicador ácido-base para verificar o pH da água da escola, verificou-se que a cor do papel ficou vermelha o qual classifica o pH da água própria para o consumo humano.
- ( ) Os íons  $\text{OH}^-$  em solução aumentam a medida que se aumenta a concentração de uma base.
- ( ) O pH de uma solução diminui à medida que a solução vai tornando-se mais alcalina.
- ( ) Os indicadores ácidos-bases são utilizados para verificar somente o pH de ácidos e bases fortes.

## APÊNDICE K – Avaliação Somativa Individual

1 - Complete o quadro:

Solução a 25°C	[H <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	pH	pOH	Ácida ou alcalina?
HI a 0,01 mol.L <sup>-1</sup>					
Ácido sulfúrico	10 <sup>-2</sup>				
Suco de uva			4		
KOH		10 <sup>-3</sup>			
NH <sub>4</sub> OH				5	

2 - (FATEC-SP) Leia atentamente a seguinte notícia publicada em jornal:

Alunos tomam soda cáustica durante aula e passam mal. Dezesesseis alunos de uma escola particular de Sorocaba, interior de São Paulo, foram internados após tomar soda cáustica durante uma aula de Química. Os alunos participavam de um exercício chamado “teste do sabor”: já haviam provado limão, vinagre e leite de magnésia e insistiram em provar a soda cáustica, produto utilizado na limpeza doméstica. Em pouco tempo, os alunos já começaram a sentir os primeiros sintomas: ardência na língua e no estômago, e foram encaminhados ao Hospital Modelo da cidade. (Adaptado do Diário do Grande ABC OnLine, 19/09/2005.)

Sobre essa notícia, foram feitas as seguintes afirmações:

I- Os produtos ingeridos pelos alunos (limão, vinagre, leite de magnésia e soda cáustica) são todos ácidos e, por isso, corrosivos;

II- Tanto o leite de magnésia como a soda cáustica são compostos alcalinos;

III- A soda cáustica (NaOH) é uma base forte; o leite de magnésia (suspensão de Mg(OH)<sub>2</sub>) é uma base fraca. Isso ajuda a entender por que o leite de magnésia pode ser ingerido, mas a soda cáustica, não.

Dessas afirmações,

- a) apenas I é correta.
- b) apenas II é correta.
- c) apenas III é correta.
- d) II e III são corretas.
- e) I e III são corretas.

3 - (ENEM – 2009) O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, formado pela reação do CO<sub>2</sub> atmosférico com a água, o HNO<sub>3</sub>, o HNO<sub>2</sub>, o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e o H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. Esses quatro últimos são formados, principalmente, a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

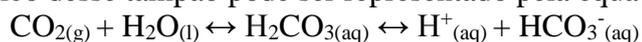
A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- a) HNO<sub>3</sub> e HNO<sub>2</sub>
- b) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- c) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> e HNO<sub>2</sub>
- d) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e HNO<sub>3</sub>
- e) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

4 - O azul de bromotimol é um indicador ácido-base bastante utilizado em laboratórios e no controle do pH da água de aquários. Quando adicionado ao vinagre (ácido acético), sua coloração muda para amarelo; mas em contato com a solução de soda cáustica (hidróxido de sódio), permanece azul. Se você usar um canudo para assoprar dentro de uma solução aquosa de azul de bromotimol, a coloração mudará de azul para amarelo. A partir dessas observações, pode-se concluir que:

- a) no “ar” expirado há um gás que, ao reagir com a água, produz íons  $H^+$ .
- b) no “ar” expirado há muito cloreto de hidrogênio gasoso, que é responsável pelo caráter ácido.
- c) o “ar” expirado tem caráter básico.
- d) o “ar” expirado contém amônia, responsável pela mudança de cor do azul de bromotimol.

5 - (UFSCar-SP) O pH do sangue humano de um indivíduo saudável situa-se na faixa de 7,35 a 7,45. Para manter essa faixa de pH, o organismo utiliza vários tampões, sendo que o principal tampão do plasma sanguíneo consiste de ácido carbônico e íon bicarbonato. A concentração de íons bicarbonato é aproximadamente vinte vezes maior que a concentração de ácido carbônico, com a maior parte do ácido na forma de  $CO_2$  dissolvido. O equilíbrio químico desse tampão pode ser representado pela equação:



Analise as afirmações seguintes:

- I. Quando uma pequena quantidade de base entra em contato com uma solução-tampão, os íons hidróxido reagem com o ácido do tampão, não alterando praticamente o pH dessa solução.
- II. Quando a concentração de íons bicarbonato no sangue aumenta, o pH também aumenta.
- III. Quando a concentração de  $CO_2$  no sangue aumenta, o pH diminui.

São corretas as afirmações:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) I, II e III.

**ANEXO A – Texto de apoio 01****Texto de apoio 01:****Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório.**

*Relatório foi produzido por 540 cientistas de todo o mundo. Cientistas referem-se ao oceano como 'quente, ácido e irrespirável'.*

*Os gases de efeito estufa estão tornando os oceanos mais quentes, ácidos e com menos oxigênio. O modo como essas mudanças interagem está criando um panorama mais desolador para as águas do mundo, de acordo com um relatório produzido por 540 cientistas de todo o mundo.*

*Os oceanos estão se tornando mais ácidos a uma taxa sem precedentes, mais rápido do que em qualquer outra época dos últimos 300 milhões de anos, segundo o relatório. Mas é a maneira como isso interage com outros efeitos do aquecimento global nas águas que preocupa cada vez mais os especialistas.*

*Eles calcularam que os oceanos tornaram-se 26% mais ácidos desde a década de 1880 porque há cada vez mais carbono na água. Também mediram como os oceanos têm se aquecido devido ao dióxido de carbono gerado pela combustão do carbono, petróleo e gás. Ainda foi observado que, em diferentes profundidades, os mares estão movendo menores quantidades de oxigênio porque há mais calor.*

*Juntos, esses efeitos “podem amplificar-se entre si”, observa o co-autor do relatório, Ulf Riebesell, um bioquímico do Centro Geomar Helmholtz de Pesquisa Oceânica na Alemanha. Ele acrescenta que os cientistas estão se referindo cada vez mais ao futuro do oceano como "quente, ácido e irrespirável".*

*O relatório de 26 páginas divulgado pela ONU e por várias organizações científicas reúne as informações mais recentes sobre mudanças climáticas a partir de uma conferência de oceanógrafos realizada no ano passado.*

*Por exemplo, na costa americana do Pacífico, a forma como o oceano está se tornando estratificado significa que há menos oxigênio na água, e estudos recentes mostram "80% mais acidez do que originalmente previsto", disse o co-autor do estudo Richard Feely, do Laboratório Marinho Ambiental do Pacífico da Administração Nacional para os Oceanos e a Atmosfera, com sede em Seattle.*

*Além disso, modelos computacionais preveem que a costa noroeste dos Estados Unidos será mais castigada que outros lugares devido ao conjunto de mudanças, observou Feely.*

*A teoria é que espécies como a lula só podem viver em água a certa temperatura, acidez e níveis de oxigênio, e os pontos onde esses fatores se combinam são cada vez mais difíceis de encontrar.*

*Com o aumento da acidez, as conchas de alguns moluscos, como as ostras e os mexilhões, também começam a se corroer. “Essa é mais uma perda que estamos enfrentando. Isso afetará a sociedade humana”, disse Riebesell.*

Fonte: <<https://glo.bo/2PkFXPa>>.

## ANEXO B – Texto de apoio 02

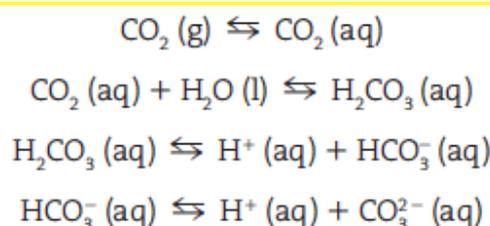
**Texto de apoio 02 – O comportamento químico dos oceanos e os sistemas-tampão**

Os oceanos são sistemas complexos e neles as transformações químicas ocorrem em profusão. Dentre essas transformações, algumas contribuem para a circulação do carbono pelo planeta, o chamado **ciclo do carbono**.

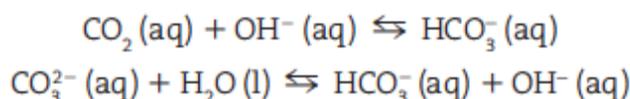
A maior parte do carbono que se encontra nos oceanos está sob a forma do que costumamos chamar de carbono inorgânico. O dióxido de carbono ( $\text{CO}_{2(g)}$ ) dissolve-se em água formando o  $\text{CO}_{2(aq)}$ , o qual forma uma mistura em equilíbrio que contém íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Em sistemas nos quais os valores de pH são menores do que aqueles encontrados nas águas dos oceanos, também está presente o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

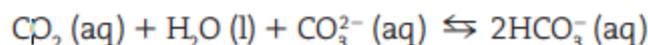
As equações das reações envolvidas são:



As águas dos oceanos, em geral, apresentam pH entre 8 e 8,3 pelo fato de conterem mais íons hidróxido do que íons hidrogênio. Além disso, contêm uma mistura de carbonato e bicarbonato com cerca de 13% de carbonato:



Podemos então representar o que ocorre quando o gás carbônico se dissolve em água por:



Nessa transformação química, os íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) estão em equilíbrio e isso tem um papel importante no controle de pH das águas naturais. Esse controle é fundamental, pois, por exemplo, os peixes não sobrevivem a grandes variações na acidez do meio e morrem se o pH atinge valores entre 4,5 e 5.

Os oceanos são sistemas interessantes, pois é possível adicionar quantidades relativamente grandes de ácidos e bases sem que isso resulte em variações significativas no pH de suas águas. Por isso, consideramos que os oceanos são sistemas tamponados. No caso das águas de rios e lagos, nem sempre isso vai ocorrer. Por isso, em rios e lagoas, observa-se mortandade de peixes quando há variações abruptas de pH em decorrência do lançamento

*de determinados tipos de efluentes. Os oceanos estão menos sujeitos a essas variações, pois o volume de água é enorme.*

*O sistema-tampão dos oceanos é muito complexo e, além de envolver as transformações das espécies carbonato, gás carbônico e bicarbonato, as águas do mar também contêm fosfatos, silicatos, boratos e outras espécies que também funcionam como tampão. O principal responsável pelo controle de pH é, entretanto, o sistema carbonato/bicarbonato.*

*Alterações ambientais podem ter impacto na manutenção das concentrações de CO<sub>2</sub> nas águas. No entanto, ainda não se conhecem muito bem quais podem ser esses efeitos, principalmente em grandes corpos de água, como é o caso dos oceanos. Esse é um campo de investigação no qual os químicos podem oferecer contribuições significativas. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 186-187).*

## PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:

<[http://docs.upf.br/download/ppgecm/Jose\\_Augusto\\_PRODUTO.pdf](http://docs.upf.br/download/ppgecm/Jose_Augusto_PRODUTO.pdf)>

<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/430285>>



**PPGECM**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

**Ácidos e Bases para o Ensino Médio de Química**

José Augusto Stefini

Alana Neto Zoch

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

S816u Stefini, José Augusto

Unidade de Ensino Potencial Significativa (UEPS) [recurso eletrônico].  
Ácidos e bases para o Ensino Médio de química / José Augusto Stefini,  
Alana Neto Zoch . – 2018.

1.4 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM)

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecm>>.

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação da Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

1. Química – Métodos de ensino. 2. Química (Ensino médio). 3. Química experimental. I. Zoch, Alana Neto. II. Título. III. Série.

CDU: 54

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 RESUMO DA PROPOSTA DE ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM OS ESTUDANTES .....</b>	<b>5</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA UEPS .....</b>	<b>6</b>
Passo 01: Situação inicial .....	6
❖ Atividade experimental 01: Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos. ....	7
❖ Pré-teste. ....	8
Passo 02: Situação Problema .....	9
❖ Texto de apoio 1: Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório. ....	10
Passo 03: Exposição dialogada- Aprofundamento teórico (4 aulas) .....	11
❖ Pesquisa prévia. ....	12
❖ Trabalho em grupo 01. ....	12
❖ Atividade de Sistematização I – Parte A. ....	14
❖ Atividade experimental 02: Analisando o pH de diferentes sistemas. ....	16
❖ Atividade de sistematização I – Parte B: algumas questões sobre o pH. ....	17
Passo 04: Nova Situação Problema (4 aulas) .....	18
❖ Vídeo 1: vídeo para trabalhar a Nova Situação Problema .....	19
❖ Simulador Acid-Base Solutions .....	20
1º Momento: Orientações para trabalhar com o simulador Acid-Base Solutions. ....	20
2º Momento: Atividade guiada. ....	20
3º Momento: Atividade de sistematização II. ....	20
❖ Texto de apoio 2: para trabalhar conceitos de sistemas-tampão .....	21
Passo 05: Avaliação somativa individual .....	23
❖ Avaliação somativa individual: .....	23
Passo 06: Aula expositiva final .....	25
Passo 07: Avaliação da aprendizagem .....	25
❖ Trabalho em grupo 02. ....	25
Passo 08: Avaliação da UEPS .....	25
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>
<b>APÊNDICE A - Orientações para trabalhar com o simulador Acid-Base Solutions.....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICE B - Atividade guiada para o estudante trabalhar com o simulador.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esse material didático apresenta uma sequência didática (SD) para a abordagem do conteúdo de Ácidos e Bases na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Essa SD se constitui em um produto educacional o qual foi elaborado para a dissertação intitulada “Contextualizando conceitos de ácidos e bases no Ensino Médio por meio de uma UEPS”, dentro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (PPGECM) e vinculado à linha de pesquisa Fundamentos Teórico-Metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática. Esse produto educacional está disponível no site do PPGECM (<https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes/dissertacoes-defendidas>) e também está cadastrado no Educapes.

O conteúdo desta UEPS pode ser aplicado no Segundo Ano do Ensino Médio na disciplina de Química. O objetivo dessa UEPS é de levar aos professores um material didático que seja capaz de promover uma aprendizagem significativa aos seus estudantes. Assim, diferentes estratégias de ensino são elencadas para esse produto a fim de obter evidências de aprendizagem.

### **O que são as UEPS?**

As UEPS são sequências didáticas que foram propostas por Moreira (2011) e tem como fundamentação teórica a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel.

São constituídas de 8 Passos: 1 – Situação Inicial; 2 – Situação-problema; 3 – Exposição dialogada; 4 – Nova Situação-problema; 5 – Avaliação Somativa Individual; 6 – Aula expositiva final; 7 – Avaliação da aprendizagem; 8 – Avaliação da UEPS.

Para Moreira a elaboração de uma SD para a abordagem de um conteúdo específico, deve se levar em consideração o conhecimento prévio do estudante, a utilização de situações-problemas as quais ele possa analisar e argumentar e a utilização de estratégias diversificadas, de modo a facilitar a aprendizagem significativa. Ou seja, aquela em que o estudante consegue fazer relações substantivas entre o conhecimento novo e o que ele já traz de conhecimento prévio.

O autor pontua que o material didático tem a *potencialidade* de promover uma aprendizagem significativa porque quem dá o significado ao que está sendo disponibilizado no material é o estudante.

**Quais são as premissas da TAS?**

Como citado anteriormente, as UEPS são fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel.

Segundo esta teoria, a aprendizagem acontece na estrutura cognitiva dos indivíduos onde o conhecimento adquirido se relaciona de forma substantiva e não arbitrária com o conhecimento já existente organizando-se de forma hierárquica (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999).

Para ocorrer à aprendizagem significativa, duas condições são fundamentais: uma é a predisposição favorável do sujeito em aprender, onde deve partir dele o interesse em relacionar os novos conhecimentos aos prévios. A outra é que o material utilizado no processo de ensino aprendizagem seja potencialmente significativo, ou seja, o material deve se relacionar de forma lógica e explícita com conhecimentos relevantes pré-existent na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999).

A fim de possibilitar que esse material tenha o viés de ser potencialmente significativo, diferentes estratégias de ensino foram utilizadas.

Uma das estratégias que faz parte da proposta é a utilização de atividades experimentais. As atividades experimentais possibilitam aos estudantes a compreensão do método científico, a discussão dos resultados e com isso a apropriação dos conceitos químicos (LÔBO, 2012). A utilização da experimentação oportuniza uma prática investigativa a qual pode conduzir a uma maior interação/ participação dos estudantes no desenvolvimento das aulas de química.

A utilização de um simulador também faz parte dessa proposta. A sua atividade se estende, por exemplo, para apresentar teorias e conceitos químicos que acontecem em níveis microscópicos fazendo com que os estudantes possam criar modelos mentais a partir da observação e levá-los ao entendimento dessas teorias (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Outras estratégias que serão utilizadas são a leitura de textos e apresentação de vídeos como forma de contextualizar o ensino de química e propiciar um ensino que busque relacionar os conceitos químicos com as situações vivenciadas pelos estudantes na sociedade que se insere.

## 2 RESUMO DA PROPOSTA DE ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM OS ESTUDANTES

É apresentado no Quadro 1 as atividades propostas a serem desenvolvidas com os estudantes, organizadas na forma de uma UEPS. Logo após, no item 3, **DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA UEPS**, cada uma é detalhada.

Quadro 1 - Descrição resumida da UEPS.

Sequência	Proposta de atividades
Passo 01 – Situação inicial	Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre soluções, íons e moléculas via realização de experimentos (Atividade experimental 01: Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos) e um Pré-teste sobre o que são ácidos e bases.
Passo 02 – Situação problema	Leitura e discussão de uma reportagem sobre os oceanos (Texto de apoio 1). Discussão sobre quais compostos que podem causar essas alterações nas águas oceânicas. Representação de algumas reações químicas que contribuem para a acidificação.
Passo 03 – Exposição dialogada- Aprofundamento teórico	Definição de ácidos e bases de Arrhenius. Pesquisa prévia sobre substâncias com caráter ácido e básico, encaminhamento de trabalho em grupo 1. Realização de experimentos (Atividade experimental 02: analisando o pH de diferentes sistemas) e de Atividade de sistematização I, para retomar os conceitos.
Passo 04 – Nova situação problema	Apresentação de vídeo (Vídeo 1) abordando o pH dos alimentos e sua ação no corpo humano. Serão trabalhados novos conceitos: Força dos ácidos e bases; Sistemas-tampão. Utilização de um simulador sobre soluções ácidas e alcalinas (Simulador) com uma Atividade guiada. Resolução de texto da Atividade de sistematização II. Discussão do Texto de apoio 2.
Passo 05 – Avaliação somativa individual	Avaliação na forma de questões para serem respondidas pelos estudantes (Avaliação somativa individual) envolvendo os conceitos de força dos ácidos e bases e sistemas tampão.
Passo 06 – Aula expositiva final	Correção da avaliação somativa individual como forma de retomada dos conceitos mais relevantes do conteúdo.
Passo 07 – Avaliação da aprendizagem	Realização do pós-teste para identificar a apropriação dos conceitos químicos pelos estudantes e, também, verificar se apresentaram indícios de Aprendizagem Significativa (AS) por meio da comparação com as respostas do pré-teste realizado no início desta UEPS. O pós-teste tem as mesmas questões do pré-teste. Sugere-se solicitar um trabalho escrito (Trabalho em grupo 2), em que o estudante deverá buscar na literatura a aplicação dos conceitos estudados, em diferentes situações, para a transposição do conhecimento.
Passo 08 – Avaliação da UEPS	A avaliação ocorrerá durante toda a UEPS a fim de verificar indícios de AS. Analisar os registros feitos pelo professor durante as atividades. Analisar os resultados do passo 7 para verificar a AS dos conceitos disciplinares. Analisar a aplicabilidade das atividades desenvolvidas, as estratégias empregadas e outros aspectos que possa achar conveniente ressaltar.

Fonte: do autor.

### 3 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA UEPS

Essa parte está dividida nos passos do quadro 1. Cada atividade sugerida no passo específico é detalhada seguindo a sequência de execução.

<b>Passo 01: Situação inicial (1 aula)</b>
Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre soluções, íons e moléculas via realização de experimentos (Atividade experimental 01: Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos) e um Pré-teste sobre o que são ácidos e bases.

No primeiro momento, a proposta é iniciar com a **atividade experimental 01**: verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos, delineada a seguir. O professor nesse momento pode ir questionando os alunos sobre conceitos químicos que já foram trabalhados. Como sugestão de questionamento: O que são íons, como são representados, o que caracteriza uma solução, o que é a corrente elétrica? Todos os materiais conduzem eletricidade? A água (nesse caso, utilizar água da torneira e água destilada ou deionizada) conduz eletricidade? O que difere nesses sistemas?

Nessa atividade experimental, o professor deve chamar a atenção dos estudantes sobre a intensidade da luz que ocorre nas soluções que conduzem corrente elétrica. Essa diferenciação auxiliará os estudantes na compreensão dos conceitos de concentração de soluções, bem como sobre força dos ácidos e bases os quais terão contato ao longo do desenvolvimento da sequência didática.

Para essa atividade, sugere-se trabalhar com mais alguns compostos/sistemas químicos, além da água, como sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ ), açúcar (Sacarose –  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$ ), vinagre (ácido acético –  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ ), hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}_{(s)}$ ).

O professor deve registrar os resultados da atividade para posterior sistematização, uma vez que o objetivo dessa atividade é que o aluno externalize o conhecimento prévio sobre tipos de ligações químicas e como esses compostos se comportam em solução aquosa.

❖ **Atividade experimental 01: Verificando a condutividade elétrica de alguns compostos químicos.** (Adaptada de: LINCK et al., 2016)



<p><b>Materiais e reagentes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Água – destilada ou deionizada e da torneira</li> <li>• Sal de cozinha (cloreto de sódio – <math>\text{NaCl}_{(s)}</math>)</li> <li>• Açúcar (Sacarose – <math>\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}</math>)</li> <li>• Vinagre (ácido acético – <math>\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}</math>)</li> <li>• Hidróxido de sódio (<math>\text{NaOH}_{(s)}</math>)</li> <li>• Béqueres ou copos</li> <li>• Testador de corrente elétrica</li> </ul>	
<p>Entregar para os estudantes um quadro (quadro 2) para eles registrarem os resultados obtidos quanto a condução de corrente elétrica (CE) de cada amostra (sistema/substância) testada. O professor também registrará no quadro negro, para posterior discussão dos resultados.</p>	
<p><b>Procedimentos e questionamentos:</b></p> <p>Em um béquer, testar a CE na água destilada, depois testar a CE na água da torneira. Anotar os resultados. Discutir com os estudantes sobre qual a diferença entre elas.</p> <p>OBS: Limpar os polos do testador de CE sempre que mudar de amostra.</p> <p>Em um béquer, testar a CE do <math>\text{NaCl}</math> na forma sólida, após dissolvê-lo em água destilada e novamente testar a CE, anotar. Questionar os estudantes o porquê que em solução o sal de cozinha conduz corrente elétrica.</p> <p>Repetir o procedimento usando a sacarose. Questionar os estudantes o porquê em solução o açúcar não conduz corrente elétrica. Qual a diferença entre o açúcar e o sal?</p> <p>Testar a CE no vinagre e anotar na tabela. Discutir o porquê que o vinagre conduz corrente elétrica e verificar a intensidade da luz.</p> <p>Finalmente, testar a CE do <math>\text{NaOH}_{(s)}</math> na forma sólida e anotar na tabela. Após, adicionar água destilada e novamente testar a CE e anotar. Discutir o porquê que o hidróxido de sódio conduz corrente elétrica e o que faz com que a intensidade da luz emitida seja forte.</p>	

Após, solicitar aos estudantes a responder o **Pré-teste** individualmente. Essa atividade é fundamental para verificar os conhecimentos prévios sobre o comportamento ácido e base das substâncias, mesmo que neste momento, os conceitos e ideias sobre o conteúdo químico abordado não estejam em concordância com os conceitos científicos. Este levantamento inicial norteará o desenvolvimento da UEPS.

Quadro 2 – Dados obtidos na Atividade Experimental 01

Sistema químico	Conduziu corrente elétrica?		Intensidade da luz (fraca ou forte)
	Sim	Não	
Água destilada			
Água da torneira			
Cloreto de sódio - NaCl <sub>(s)</sub>			
Solução de NaCl <sub>(aq)</sub>			
Sacarose – C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11(s)</sub>			
Solução de sacarose			
Ácido acético – CH <sub>3</sub> COOH <sub>(aq)</sub>			
Hidróxido de Sódio NaOH <sub>(s)</sub>			
Solução de NaOH <sub>(aq)</sub>			

## ❖ Pré-teste.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1. Para você, o que é um ácido?

\_\_\_\_\_

2. Para você, o que é uma base/ álcali?

\_\_\_\_\_

3. Assinale com um X a alternativa que julga ser correta:

Substância	Comportamento químico		
	Ácido	Neutro	Básico/ Alcalino
Água destilada			
Suco de limão			
Sangue humano			
Leite			
Refrigerante			
Leite de magnésia			
Vinagre			

4. Com um indicador ácido-base pode-se determinar se uma solução é. \_\_\_\_\_

5. Uma substância que possui pH abaixo de 7 é:

 Ácida Neutra Básica

6. Uma substância que possui pH acima de 7 é:

 Ácida Neutra Básica

7. Muitas vezes ao ingerirmos certos alimentos sentimos certa “queimação” no estômago o qual chamamos de azia. Para reduzirmos a azia estomacal é necessário tomar medicamento que possua:

 substâncias químicas com caráter ácido substâncias químicas com caráter básico ou alcalino Não sei responder

**Passo 02: Situação Problema (1 aula)**

Leitura e discussão de uma reportagem sobre os oceanos (**Texto de apoio 1**). Discussão sobre quais compostos que podem causar essas alterações nas águas oceânicas. Representação de algumas reações químicas que contribuem para a acidificação.

A partir do **Texto de apoio 1**: “Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório”<sup>1</sup>, o qual está descrito a seguir, será apresentada aos alunos a situação problema. A utilização dessa estratégia, que Ausubel define como um organizador prévio serve para “manipular a estrutura cognitiva” dos alunos afim de que sua aprendizagem torne-se significativa (MOREIRA, 1999, p. 155). Ou seja, sugere-se que o professor utilize o conhecimento prévio que os estudantes trouxeram na situação inicial para introduzir os conceitos a serem aprendidos.

Com a leitura e discussão da reportagem, o professor pode ir questionando seus estudantes sobre o que está fazendo com que os oceanos apresentem caráter ácido, como a química “aparece” nessa situação e, aos poucos, fazer com que eles pensem sobre as ações do homem e seus impactos na natureza, possibilitando inserir discussões propostas pela abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). É importante que o professor vá representando no quadro, junto com os estudantes, algumas das reações que ocorrem nesse processo de acidificação. Após o texto de apoio 01 estão apresentadas sugestões de questionamentos para essa etapa.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://glo.bo/2PkFXPa>>.

❖ **Texto de apoio 1: Oceanos estão mais quentes, ácidos e com menos oxigênio, diz relatório.**

*Relatório foi produzido por 540 cientistas de todo o mundo. Cientistas referem-se ao oceano como 'quente, ácido e irrespirável'.*

*Os gases de efeito estufa estão tornando os oceanos mais quentes, ácidos e com menos oxigênio. O modo como essas mudanças interagem está criando um panorama mais desolador para as águas do mundo, de acordo com um relatório produzido por 540 cientistas de todo o mundo.*

*Os oceanos estão se tornando mais ácidos a uma taxa sem precedentes, mais rápido do que em qualquer outra época dos últimos 300 milhões de anos, segundo o relatório. Mas é a maneira como isso interage com outros efeitos do aquecimento global nas águas que preocupa cada vez mais os especialistas.*

*Eles calcularam que os oceanos tornaram-se 26% mais ácidos desde a década de 1880 porque há cada vez mais carbono na água. Também mediram como os oceanos têm se aquecido devido ao dióxido de carbono gerado pela combustão do carbono, petróleo e gás. Ainda foi observado que, em diferentes profundidades, os mares estão movendo menores quantidades de oxigênio porque há mais calor.*

*Juntos, esses efeitos "podem amplificar-se entre si", observa o co-autor do relatório, Ulf Riebesell, um bioquímico do Centro Geomar Helmholtz de Pesquisa Oceânica na Alemanha. Ele acrescenta que os cientistas estão se referindo cada vez mais ao futuro do oceano como "quente, ácido e irrespirável".*

*O relatório de 26 páginas divulgado pela ONU e por várias organizações científicas reúne as informações mais recentes sobre mudanças climáticas a partir de uma conferência de oceanógrafos realizada no ano passado.*

*Por exemplo, na costa americana do Pacífico, a forma como o oceano está se tornando estratificado significa que há menos oxigênio na água, e estudos recentes mostram "80% mais acidez do que originalmente previsto", disse o co-autor do estudo Richard Feely, do Laboratório Marinho Ambiental do Pacífico da Administração Nacional para os Oceanos e a Atmosfera, com sede em Seattle.*

*Além disso, modelos computacionais preveem que a costa noroeste dos Estados Unidos será mais castigada que outros lugares devido ao conjunto de mudanças, observou Feely.*

*A teoria é que espécies como a lula só podem viver em água a certa temperatura, acidez e níveis de oxigênio, e os pontos onde esses fatores se combinam são cada vez mais difíceis de encontrar.*

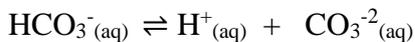
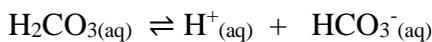
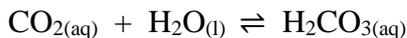
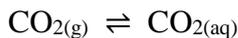
*Com o aumento da acidez, as conchas de alguns moluscos, como as ostras e os mexilhões, também começam a se corroer. "Essa é mais uma perda que estamos enfrentando. Isso afetará a sociedade humana", disse Riebesell.*

**Fonte:** <<https://glo.bo/2PkFXPa>>.

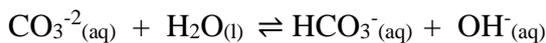
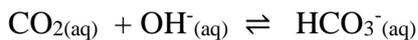
*Sugestão de questionamentos e discussão:*

- 1- Quais são as causas que contribuem para o aumento da acidez nos oceanos?
- 2- O aumento de  $\text{CO}_{2(\text{g})}$  na atmosfera provoca a acidificação dos oceanos, em sua opinião, como é possível um gás, como o dióxido de carbono, promover a acidificação dos oceanos?
- 3- Quais as reações químicas que ocorrem no processo de acidificação?

Reações:



Como geralmente a água dos oceanos possui pH entre 8,0 e 8,3, possui quantidade de íons  $\text{OH}^- > \text{H}^+$ . Além de conter carbonatos e bicarbonatos. Assim:



- 4- Por que os oceanos estão com menos quantidade de oxigênio? (Ao se referir à temperatura, o professor pode exemplificar relacionando a pergunta a um refrigerante quente ou gelado, qual tem mais gás dissolvido?)
- 5- Conforme está no texto, algumas espécies como as lulas, só podem viver em água a certa temperatura, acidez e níveis de oxigênio. Para nós humanos, se alterarmos essas condições no nosso habitat, elas podem nos afetar?
- 6- As inovações tecnológicas contribuem para a vida dos homens. Como elas poderiam influenciar na sociedade e no meio ambiente?

**Passo 03: Exposição dialogada- Aprofundamento teórico (4 aulas)**

Definição de ácidos e bases de Arrhenius. **Pesquisa prévia** sobre substâncias com caráter ácido e básico, encaminhamento de **trabalho em grupo 1. Atividade de sistematização I – Parte A.** Realização de experimentos (**Atividade experimental 02:** analisando o pH de diferentes sistemas) e de **Atividade de sistematização I – Parte B,** para retomar os conceitos.

No primeiro momento o professor apresentará as definições do que são soluções eletrolíticas e não eletrolíticas, e sobre o comportamento ácido e básico das soluções conforme a definição de Arrhenius.

A medida que o estudante vai revistando seus conhecimentos prévios, aos poucos ele vai sistematizando em sua estrutura cognitiva os conceitos químicos. O professor intervirá nos momentos em que perceber que essa sistematização não esteja ocorrendo de forma correta, pois, a mediação/contribuição do docente é fundamental ao longo de todo o processo em prol de um aprendizado significativo aos estudantes.

Posteriormente, para que os estudantes percebam que as substâncias podem ter comportamento ácido e básico, o professor solicitará que eles façam uma **pesquisa prévia** na internet sobre algumas substâncias que estão presentes no seu cotidiano e, ao mesmo tempo, as classifiquem quanto ao caráter ácido-base. Essa pesquisa pode ser realizada em duplas. Após dar alguns minutos para essa etapa, o professor construirá, no quadro, uma tabela com os resultados obtidos pelos estudantes. Esse exercício de repassar no quadro a pesquisa dos estudantes servirá de suporte para o professor fazer com que seus estudantes percebam a importância de estudar tais conceitos.

#### ❖ **Pesquisa prévia.**

Levar os estudantes para o laboratório de informática para realizarem a pesquisa prévia para classificar, quanto ao caráter ácido-base, algumas substâncias que estão presentes no seu cotidiano.

---

Em seguida, o professor encaminhará a pesquisa propriamente dita (**Trabalho em grupo 1**). Os estudantes serão divididos em grupos (o número de estudante por grupo dependerá do total presente em sua sala de aula). Após a divisão, cada grupo receberá o nome de uma substância química. As orientações que serão entregues aos estudantes estarão presentes nas atividades propostas para essa aula. Os objetivos desse trabalho são o de detectar erros sobre os conceitos ensinados e também, o de propiciar ao estudante a associação da sua pesquisa com situações que estão presentes no seu dia a dia, buscando dar significado ao seu aprendizado.

#### ❖ **Trabalho em grupo 01.**

Fazer o sorteio das substâncias que cada grupo pesquisará. Sugere-se os seguintes itens para a pesquisa:

- Nomenclatura química, fórmula química e nome comercial (se tiver)
- Reações químicas para a sua formação
- Principais características químicas

- Origem – produção
- Utilização e precauções de sua utilização
- Problemas ambientais originados na produção e na utilização

Substâncias químicas sugeridas a serem sorteadas aos grupos:

- ❖ **Ácidos:** ácido sulfúrico, ácido clorídrico e ácido fosfórico.
- ❖ **Bases:** hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e amônia.

Deverá ser entregue uma cópia impressa do trabalho. A avaliação será feita em relação ao material impresso entregue ao professor (formatação, qualidade das informações, referências usadas) e nas respostas das questões futuras realizadas durante as aulas e em avaliação.

Como forma de retomar os conceitos trabalhados solicitar aos estudantes a realização da **Atividade de sistematização I – Parte A**. Nesse momento o professor deve fazer a mediação identificando as dificuldades que os estudantes possam apresentar no desenvolvimento da atividade.

❖ **Atividade de Sistematização I – Parte A**

1) Analise a equação  $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ . Nessa reação o íon  $\text{HCO}_3^-$  é classificado como:

- Ácido de Bronsted e Lowry
- Ácido de Arrhenius
- Base de Arrhenius
- Base de Bronsted e Lowry
- Base de Lewis

2) Considere as reação:

- $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{HCl}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
- $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{NH}_3_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$

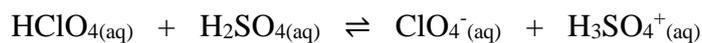
Classifique o comportamento da água em cada reação de Bronsted e justifique.

3) Observe as equações:

- $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{CN}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \underline{\text{HCN}}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- $\text{NH}_3_{(\text{aq})} + \underline{\text{CO}_3^{2-}}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_2^-_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$
- $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-_{(\text{aq})} + \underline{\text{NH}_3}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{l})} + \text{NH}_2^-_{(\text{aq})}$

De acordo com Bronsted e Lowry os compostos sublinhados são respectivamente:

- Base – ácido – ácido
  - Base – base – ácido
  - Ácido – ácido – base
  - Ácido – base – ácido
  - Base – ácido – base
- 4) Aplicando o conceito ácido-base de Bronsted – Lowry a reação abaixo equacionada, verifica-se que:



- $\text{HClO}_{4(\text{aq})}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  são ácidos
- $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  e  $\text{ClO}_4^-_{(\text{aq})}$  são bases
- $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  é ácido e  $\text{HClO}_{4(\text{aq})}$  é base
- $\text{ClO}_4^-_{(\text{aq})}$  é base conjugada do  $\text{H}_3\text{SO}_4^+_{(\text{aq})}$
- $\text{H}_3\text{SO}_4^+_{(\text{aq})}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  são ácidos

Para a próxima atividade é proposta a investigação do pH de diferentes soluções além de investigar o pH de algumas marcas de água mineral e a água que abastece a escola (**Atividade experimental 02**). Pode ser incluída nesse experimento, água da chuva (se coincidir de ter precipitação de chuva nesse período), água de algum rio que passa próximo a escola, entre outras fontes.

Para a análise de pH sugere-se a utilização de fita universal como indicadores ácido e base. Outros indicadores podem ser apresentados aos estudantes com o propósito de visualizar o caráter das substâncias/sistemas. Durante essa atividade o professor deve construir junto com eles a escala de pH, e, principalmente, indicar como são feitos os cálculos para se chegar nesses valores presentes nessa escala.

O aprofundamento sobre os cálculos logarítmicos de pH fica a critério do professor conforme a sua própria experiência com a turma. Uma alternativa é conversar com o professor de matemática para auxiliar ou até desenvolver em conjunto essa etapa, propiciando uma interdisciplinaridade.

O professor deve discutir com seus estudantes os resultados encontrados para cada amostra, além de questionar se eles sabem qual a faixa de pH da água que podemos consumir. Para isso, pode ser buscada a legislação vigente de modo a fazer com que eles possam verificar se as amostras encontram-se dentro do valor permitido.

Como fechamento dessa aula, o professor encaminhará algumas questões (**Atividade de sistematização I – Parte B**) para que os estudantes possam retomar os conhecimentos discutidos na atividade experimental. Faz-se necessário que os estudantes entreguem ao professor as respostas das questões sugeridas, pois ajudarão no processo de avaliação da aprendizagem.

❖ **Atividade experimental 02: Analisando o pH de diferentes sistemas**

**Materiais e reagentes:**

- Água – destilada ou deionizada
- Diferentes marcas de água mineral
- Suco de limão
- Refrigerante
- Leite de magnésio
- Vinagre
- Leite
- Papel indicador universal
- Copos plásticos



**Procedimentos e questionamentos**

Dividir a turma em grupos e entregar uma amostra de cada substância relacionada no quadro 3, a seguir. Esse deve ser preenchido pelos estudantes.

Mostrar aos estudantes o procedimento a ser utilizado com a fita universal e como é realizada a leitura do pH.

Após a conclusão da atividade pelos grupos, o professor, então, fará uma tabela no quadro negro comparando os resultados de todos os grupos e corrigindo eventuais erros que surgirem.

Discutir sobre o pH da água que consumimos e apresentar a eles o padrão exigido pela legislação afim de que possam interpretar os resultados nas amostras e verificar se estão na faixa de pH permitida.

Quadro 3. Resultados obtidos nos experimentos.

Quadro 3 – Dados obtidos na Atividade Experimental 02.

<b>Substância</b>	<b>Valor de pH encontrado</b>	<b>Caráter químico (Ácido/Neutro/Base)</b>
Água destilada		
Água da torneira		
Água mineral 01		
Água mineral 02		
Água mineral 03		
Suco de limão		
Refrigerante		
Leite de magnésio		
Vinagre		
Leite		

❖ **Atividade de sistematização I – Parte B: algumas questões sobre o pH.**

1 - Como podemos saber se uma substância tem caráter ácido ou básico?

2 - (UnB-DF) Os sistemas químicos baseiam-se em algumas características. Os sistemas ácidos caracterizam-se pela liberação de íon hidrônio,  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ . Os sistemas básicos baseiam-se na liberação de íon hidroxila,  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ . A tabela a seguir mostra a característica de alguns sistemas.

Sistema	$[\text{H}_3\text{O}]^+$
Vinagre	$10^{-3}$
Saliva	$10^6$
Clara de ovo	$10^{-8}$

Considerando os sistemas citados, 100% ionizados, marque a opção correta.

- a) Todos os sistemas são formados por substâncias ácidas.
- b) O pOH da saliva é igual a 6.
- c) O vinagre é mais ácido que a clara de ovo.
- d) O pH do vinagre é igual a 3.
- e) Acrescentando uma gota de vinagre a uma gota de saliva, a solução se tornará neutra.

3 - (UFPE) A concentração hidrogeniônica do suco de limão puro é  $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ . Qual o pH de um refresco preparado com 20 mL de suco de limão e água suficiente para completar 200 mL?

- a) 2,5      b) 3,0      c) 3,5      d) 4,0      e) 4,5

4 - De acordo com a atividade experimental realizada, as amostras de água analisadas encontram-se dentro do padrão de potabilidade exigido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde? Podem ser consumidas?

**Passo 04: Nova Situação Problema (4 aulas)**

Apresentação de vídeo (**Vídeo 1**) abordando o pH dos alimentos e sua ação no corpo humano. Serão trabalhados novos conceitos: Força dos ácidos e bases; Sistemas-tampão. Utilização de um simulador sobre soluções ácidas e alcalinas (**Simulador**) com uma **Atividade guiada**. Resolução de texto da **Atividade de sistematização II**. Discussão do **Texto de apoio 2**.

Nessas aulas serão utilizadas novas estratégias para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. O objetivo é fornecer aos estudantes outros recursos que possam auxiliá-lo no processo de aprendizagem, além de possibilitar ao professor verificar a viabilidade desse material em promover uma aula diferenciada e ao mesmo tempo produtiva em termos de aprendizagem.

Nesse passo será apresentada uma nova situação problema aos estudantes. Contudo, os conceitos químicos que serão trabalhados são mais complexos e exigem dos estudantes uma retomada dos conhecimentos trabalhados anteriormente. Como proposta inicial se apresentará um vídeo (Vídeo 1) que aborda o pH dos alimentos e sua ação no corpo humano. Pretende-se que os estudantes consigam utilizar seus conhecimentos para aprender os novos conceitos o que Moreira (2011) define como a diferenciação progressiva.

O vídeo também aborda como a ingestão de alimentos, com diferentes valores de pH, interferem na saúde do corpo humano. Após a apresentação, serão discutidas situações que instiguem o pensamento químico a fim de relacionar a química com o assunto proposto. O professor deve discutir com os estudantes sobre como o controle do pH é importante para o funcionamento adequado do corpo humano e pode fazer as seguintes perguntas: O que acontece se ingerirmos em excesso alimentos ácidos? Como comumente é chamada a elevação da acidez no estômago? Como podemos retomar o equilíbrio do pH? As respostas podem ser colocadas no quadro para que sirvam de guia para novas ideias.

Essas perguntas servirão para direcionar os estudantes na busca de respostas e ao mesmo tempo, fazer com que eles percebam a necessidade de novos conceitos para ampliar a discussão sobre o tema, promovendo o que Moreira (2011) define como a diferenciação progressiva.

### ❖ Vídeo 1: vídeo para trabalhar a Nova Situação Problema

Os estudantes assistirão o vídeo “Sobre o pH dos Alimentos no Corpo” disponível no link: <<https://bit.ly/2Quv7Tv>>.

Após assistir o vídeo, o professor levantará a seguinte discussão:

- Em qual parte do corpo humano faz-se necessário o controle do pH?
- Como a ingestão de alimentos podem interferir no pH do organismo humano?
- Podemos consumir qualquer tipo de substância ácida ou alcalina? Quais as consequências para o nosso organismo?
- Cite exemplos de alimentos que podem ser prejudiciais ao organismo, caracterizando-os como ácidos ou alcalinos.



Uma nova abordagem sobre a força dos ácidos e bases é sugerida, o professor apresentará aos seus estudantes o simulador “Acid-Base Solutions” (Simulador) disponível em <https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutionsen.html>.

Dividirá a turma conforme o número de computadores/tablets disponíveis.

Em um primeiro momento, o professor demonstrará como usar o simulador (Apêndice A) e deixará os estudantes explorá-lo de acordo com suas curiosidades. Após alguns minutos, o professor deve intervir e direcionar o uso do simulador e entregar a cada dupla/trio a Atividade guiada. Esta atividade tem como objetivo orientar os estudantes sobre as ferramentas do simulador e, ao mesmo tempo, fazer com que eles, ao responderem as atividades do material, consigam verificar e aplicar os conceitos químicos estudados. Logo após a conclusão por todos, serão entregues algumas questões a serem respondidas utilizando o simulador (Atividade de sistematização II).

A utilização do simulador servirá como apoio do conteúdo aos estudantes e ao mesmo tempo, retomar a atividade experimental 01, em que se verificou a intensidade da luz emitida por alguns compostos químicos (carga elétrica em movimento). Como fechamento dessa atividade os estudantes devem entregar o questionário respondido com a utilização do simulador.

Para contribuir na avaliação da aprendizagem, será entregue aos estudantes um questionário sobre a utilização de simuladores no ensino de química (Questionário de opinião) o que contribuirá para avaliar esta intervenção didática.

### ❖ Simulador Acid-Base Solutions

Dividir os estudantes em duplas ou trios. A utilização do simulador é dividida em três momentos: 1º momento será dedicado à apresentação do simulador; 2º momento ocorrerá a atividade guiada e o 3º momento os estudantes deverão resolver as questões da atividade de sistematização II.

*1º Momento: Orientações para trabalhar com o simulador Acid-Base Solutions.*

Apresentar aos estudantes o simulador e dar alguns minutos para que utilizem livremente conforme suas curiosidades (**Apêndice A**).

*2º Momento: Atividade guiada.*

Entregar a atividade guiada (**Apêndice B**) e aguardar todos terminarem.

*3º Momento: Atividade de sistematização II.*

1 - Quais íons são mais abundantes em uma solução:

- a) Ácida:
- b) Alcalina:

2 - O que acontece com o pH de uma solução ácida a medida que é aumentada a sua concentração?

3 - O que acontece com o pH de uma solução alcalina a medida que é aumentada a sua concentração?

4 - O que difere uma solução alcalina forte de uma fraca?

5 - Responda verdadeiro (V) ou falso (F) para as sentenças a seguir:

- ( ) Ao utilizar o papel de tornassol como indicador ácido-base para verificar o pH da água da escola, verificou-se que a cor do papel ficou vermelha o qual classifica o pH da água própria para o consumo humano.
- ( ) Os íons  $\text{OH}^-$  em solução aumentam a medida que se aumenta a concentração de uma base.
- ( ) O pH de uma solução diminui a medida que a solução vai tornando-se mais alcalina.
- ( ) Os indicadores ácidos-bases são utilizados para verificar somente o pH de ácidos e bases fortes.

❖ **Texto de apoio 2: para trabalhar conceitos de sistemas-tampão**

Discutir sobre os sistemas-tampão com os estudantes partindo da leitura do texto presente no livro didático (MORTIMER; MACHADO, 2013. p. 186-187) que apresenta como tema o equilíbrio químico dos oceanos a partir do ciclo do carbono. Pode-se nesse momento retomar o texto de apoio 1 utilizado na primeira situação-problema a fim de promover a integração do conteúdo.

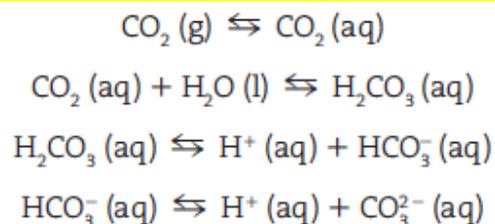
**Texto de apoio 02 – O comportamento químico dos oceanos e os sistemas-tampão**

*Os oceanos são sistemas complexos e neles as transformações químicas ocorrem em profusão. Dentre essas transformações, algumas contribuem para a circulação do carbono pelo planeta, o chamado **ciclo do carbono**.*

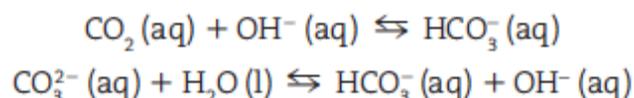
*A maior parte do carbono que se encontra nos oceanos está sob a forma do que costumamos chamar de carbono inorgânico. O dióxido de carbono ( $CO_{2(g)}$ ) dissolve-se em água formando o  $CO_{2(aq)}$ , o qual forma uma mistura em equilíbrio que contém íons carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ).*

*Em sistemas nos quais os valores de pH são menores do que aqueles encontrados nas águas dos oceanos, também está presente o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ).*

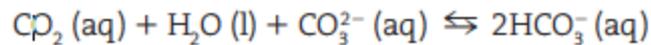
*As equações das reações envolvidas são:*



*As águas dos oceanos, em geral, apresentam pH entre 8 e 8,3 pelo fato de conterem mais íons hidróxido do que íons hidrogênio. Além disso, contêm uma mistura de carbonato e bicarbonato com cerca de 13% de carbonato:*



Podemos então representar o que ocorre quando o gás carbônico se dissolve em água por:



Nessa transformação química, os íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) estão em equilíbrio e isso tem um papel importante no controle de pH das águas naturais. Esse controle é fundamental, pois, por exemplo, os peixes não sobrevivem a grandes variações na acidez do meio e morrem se o pH atinge valores entre 4,5 e 5.

Os oceanos são sistemas interessantes, pois é possível adicionar quantidades relativamente grandes de ácidos e bases sem que isso resulte em variações significativas no pH de suas águas. Por isso, consideramos que os oceanos são sistemas tamponados. No caso das águas de rios e lagos, nem sempre isso vai ocorrer. Por isso, em rios e lagoas, observa-se mortalidade de peixes quando há variações abruptas de pH em decorrência do lançamento de determinados tipos de efluentes. Os oceanos estão menos sujeitos a essas variações, pois o volume de água é enorme.

O sistema-tampão dos oceanos é muito complexo e, além de envolver as transformações das espécies carbonato, gás carbônico e bicarbonato, as águas do mar também contêm fosfatos, silicatos, boratos e outras espécies que também funcionam como tampão. O principal responsável pelo controle de pH é, entretanto, o sistema carbonato/bicarbonato.

Alterações ambientais podem ter impacto na manutenção das concentrações de  $\text{CO}_2$  nas águas. No entanto, ainda não se conhecem muito bem quais podem ser esses efeitos, principalmente em grandes corpos de água, como é o caso dos oceanos. Esse é um campo de investigação no qual os químicos podem oferecer contribuições significativas. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p.186-187).

**Passo 05: Avaliação somativa individual (1 aula)**

Avaliação na forma de questões para serem respondidas pelos estudantes (**Avaliação somativa individual**) envolvendo os conceitos de força dos ácidos e bases e sistemas tampão.

Os estudantes deverão responder individualmente algumas questões sobre os conceitos abordados. As questões apresentarão situações diferentes das expostas até o momento, pois, a ideia é verificar se os estudantes são capazes de transpor seus conhecimentos e com isso, identificar indícios de aprendizagem significativa. Essa atividade terá caráter avaliativo para o trimestre da disciplina.

❖ **Avaliação somativa individual:**

1- Complete o quadro:

Solução a 25°C	[H <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	pH	pOH	Ácida ou alcalina?
HI a 0,01 mol.L <sup>-1</sup>					
Ácido sulfúrico	10 <sup>-2</sup>				
Suco de uva			4		
KOH		10 <sup>-3</sup>			
NH <sub>4</sub> OH				5	

2- (FATEC-SP) Leia atentamente a seguinte notícia publicada em jornal:

Alunos tomam soda cáustica durante aula e passam mal. Dezesseis alunos de uma escola particular de Sorocaba, interior de São Paulo, foram internados após tomar soda cáustica durante uma aula de química. Os alunos participavam de um exercício chamado “teste do sabor”: já haviam provado limão, vinagre e leite de magnésia e insistiram em provar a soda cáustica, produto utilizado na limpeza doméstica. Em pouco tempo, os alunos já começaram a sentir os primeiros sintomas: ardência na língua e no estômago, e foram encaminhados ao Hospital Modelo da cidade. (Adaptado do Diário do Grande ABC OnLine, 19/09/2005.)

Sobre essa notícia, foram feitas as seguintes afirmações:

I- Os produtos ingeridos pelos alunos (limão, vinagre, leite de magnésia e soda cáustica) são todos ácidos e, por isso, corrosivos;

II- Tanto o leite de magnésia como a soda cáustica são compostos alcalinos;

III- A soda cáustica (NaOH) é uma base forte; o leite de magnésia (suspensão de Mg(OH)<sub>2</sub>) é uma base fraca. Isso ajuda a entender por que o leite de magnésia pode ser ingerido, mas a soda cáustica, não.

Dessas afirmações:

- apenas I é correta.
- apenas II é correta.
- apenas III é correta.
- II e III são corretas.
- I e III são corretas.

3- (ENEM – 2009) O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , formado pela reação do  $\text{CO}_2$  atmosférico com a água, o  $\text{HNO}_3$ , o  $\text{HNO}_2$ , o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e o  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Esses quatro últimos são formados, principalmente, a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

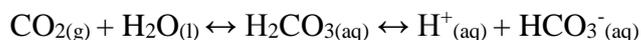
A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- a)  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HNO}_2$
- b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- c)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  e  $\text{HNO}_2$
- d)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{HNO}_3$
- e)  $\text{H}_2\text{CO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_3$

4 – O azul de bromotimol é um indicador ácido-base bastante utilizado em laboratórios e no controle do pH da água de aquários. Quando adicionado ao vinagre (ácido acético), sua coloração muda para amarelo; mas em contato com a solução de soda cáustica (hidróxido de sódio), permanece azul. Se você usar um canudo para assoprar dentro de uma solução aquosa de azul de bromotimol, a coloração mudará de azul para amarelo. A partir dessas observações, pode-se concluir que:

- a) no “ar” expirado há um gás que, ao reagir com a água, produz íons  $\text{H}^+$ .
- b) no “ar” expirado há muito cloreto de hidrogênio gasoso, que é responsável pelo caráter ácido.
- c) o “ar” expirado tem caráter básico.
- d) o “ar” expirado contém amônia, responsável pela mudança de cor do azul de bromotimol.

5 - (UFSCar-SP) O pH do sangue humano de um indivíduo saudável situa-se na faixa de 7,35 a 7,45. Para manter essa faixa de pH, o organismo utiliza vários tampões, sendo que o principal tampão do plasma sanguíneo consiste de ácido carbônico e íon bicarbonato. A concentração de íons bicarbonato é aproximadamente vinte vezes maior que a concentração de ácido carbônico, com a maior parte do ácido na forma de  $\text{CO}_2$  dissolvido. O equilíbrio químico desse tampão pode ser representado pela equação:



Analise as afirmações seguintes:

I. Quando uma pequena quantidade de base entra em contato com uma solução-tampão, os íons hidróxido reagem com o ácido do tampão, não alterando praticamente o pH dessa solução.

II. Quando a concentração de íons bicarbonato no sangue aumenta, o pH também aumenta.

III. Quando a concentração de  $\text{CO}_2$  no sangue aumenta, o pH diminui.

São corretas as afirmações:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) I, II e III.

Passo 06: Aula expositiva final (1 aula)
Correção da avaliação somativa individual como forma de retomada dos conceitos mais relevantes do conteúdo.

Nessa aula, será feita, pelo professor, a correção da avaliação somativa individual realizada na aula anterior, junto com os estudantes. O professor deve perceber os erros conceituais que ainda são apresentados pelos estudantes e fazer a retomada das principais características destes conceitos.

Passo 07: Avaliação da aprendizagem (1 aula)
Realização do <b>pós-teste</b> para identificar a apropriação dos conceitos químicos pelos estudantes e, também, verificar se apresentaram indícios de aprendizagem significativa por meio da comparação com as respostas do pré-teste realizado no início desta UEPS. O pós-teste tem as mesmas questões do pré-teste. Sugere-se solicitar um trabalho escrito ( <b>Trabalho em grupo 2</b> ), em que o estudante deverá buscar na literatura a aplicação dos conceitos estudados, em diferentes situações, para a transposição do conhecimento.

O professor deve aplicar o Pós-teste (o mesmo do Pré-teste) para identificar a apropriação dos conceitos químicos pelos estudantes e verificar se os mesmos tiveram indícios de aprendizagem significativa por meio da comparação com os resultados do pré-teste realizado no início desta UEPS.

Também será solicitado um trabalho escrito, em que o estudante deverá buscar na literatura a aplicação dos conceitos estudados, em diferentes situações.

❖ **Trabalho em grupo 02.**

Cada grupo anteriormente reunido pesquisará uma aplicação dos conceitos de ácido e bases dentro de processos industriais na fabricação de produtos. Os estudantes deverão selecionar livremente o processo. Posteriormente, deverão entregar o trabalho digitado ao professor.

Passo 08: Avaliação da UEPS
A avaliação ocorrerá durante toda a UEPS a fim de verificar indícios de AS. Analisar os registros feitos pelo professor durante as atividades. Analisar os resultados do passo 7 para verificar a aprendizagem significativa dos conceitos disciplinares. Analisar a aplicabilidade das atividades desenvolvidas, as estratégias empregadas e outros aspectos que possa achar conveniente ressaltar.

A avaliação ocorrerá durante toda a UEPS a fim de verificar indícios de AS. Para tanto, se fará a análise dos registros feitos pelo professor durante as atividades, buscando, principalmente, identificar os conceitos em que os estudantes apresentaram mais facilidade/dificuldade; se fará a análise da própria ação do professor enquanto mediador do processo de ensino.

Também será levada em conta a análise dos resultados do passo 7 uma vez que a UEPS tem por objetivo propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos disciplinares. A UEPS será avaliada também pelo professor titular em relação a aplicabilidade das atividades desenvolvidas, as estratégias empregadas e outros aspectos que possa achar conveniente ressaltar.

## REFERÊNCIAS

- LINCK et al. *Atividades experimentais de Química geral*, 7<sup>a</sup> ed. Passo Fundo: Passografic, 2016.
- LISBOA, J. C. F.. *Ser Protagonista – Química*. Ed. SM. São Paulo, 2010.
- MOREIRA, M. A.. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: E.P.U., 1999. 195 p. ISBN 8512321407.
- \_\_\_\_\_. *Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista*. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf)>. Acesso em: 14 Out. 2016.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química: Ensino Médio*. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.. *Química Cidadã*. Ed. AJS: São Paulo, 2012.

## APÊNDICE A - Orientações para trabalhar com o simulador Acid-Base Solutions

Professor: José Augusto Stefini

1. Acessar o link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/acid-base-solutions](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/acid-base-solutions)
2. Aparecerá a tela a seguir:

3. Rolar a barra de rolagem até o fim dessa página e selecionar a linguagem: “português (Brasil)”.

4. Clicar no play da tela principal:

The screenshot shows the PhET website interface. At the top, there is a search bar and the PhET logo. Below the logo, there is a navigation menu with categories like 'Simulações', 'Novas Sims', 'HTML5', 'Física', 'Biologia', etc. A blue arrow points to the play button on the simulation preview. The preview shows a beaker with a pH meter and a chemical equation:  $HA + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$ . Below the preview, there are buttons for 'COPIAR' and 'EMBURTIR'. To the right, there are social media icons and a 'DOE' logo. At the bottom, there are links for 'SOBRE', 'PARA PROFESSORES', 'TRADUÇÕES', 'SIMULAÇÕES RELACIONADAS', 'REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE)', and 'CRÉDITOS'.

5. Aparecerá a tela a seguir. Clicar na caixa: Intro.

The screenshot shows the title screen of the 'Soluções Ácido-Base' simulation. The title 'Soluções Ácido-Base' is displayed at the top. Below the title, there is a central area with a magnifying glass icon and the word 'Intro' below it. A blue arrow points to the 'Intro' button. A red arrow labeled 'lupa' points to the magnifying glass icon. To the right, there is a molecular model and the text 'Minha Solução'.

6. Aparecerá a tela de trabalho a seguir. Na lateral direita pode-se observar três caixas: **Soluções, Ver e Recursos**.

Na Soluções você pode selecionar a sistema que quer trabalhar (água, ácido forte, etc.).

Na caixa “Ver” você pode ter uma visão microscópica do sistema selecionado por meio da lupa, tem a opção de clicar no solvente para inseri-lo; fazer gráfico do sistema ou eliminar as representações das moléculas no “ocultar”.

Na caixa “Recursos” é possível selecionar o medidor do pH, o papel universal ou a lâmpada, dependendo do que se deseja trabalhar.

**OBS: seleção do recurso pH.**

pH:

1L

**Solução**

- Água (H<sub>2</sub>O)
- Ácido Forte (HA)
- Ácido Fraco (HA)
- Base Forte (MOH)
- Base Fraca (B)

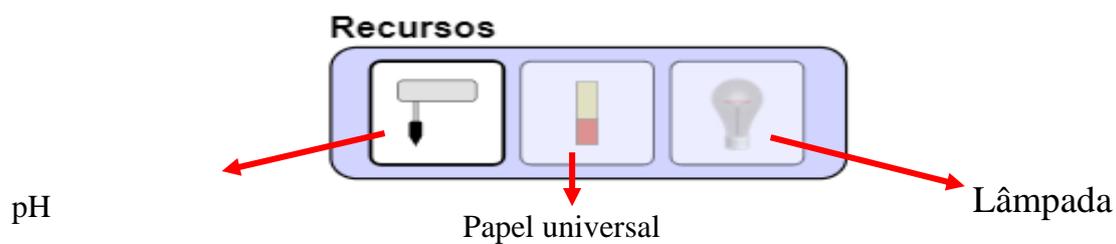
**Ver**

- Moléculas
- Solvente
- Gráfico
- Ocultar

**Recursos**

$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

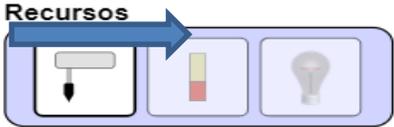
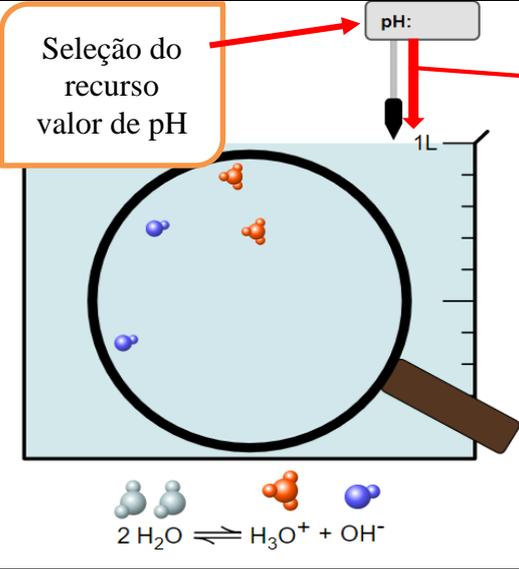
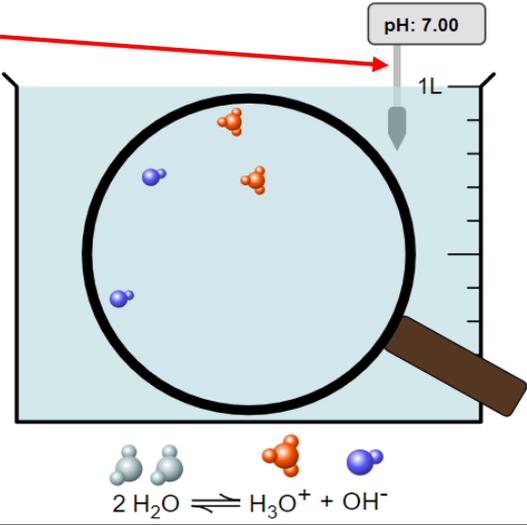
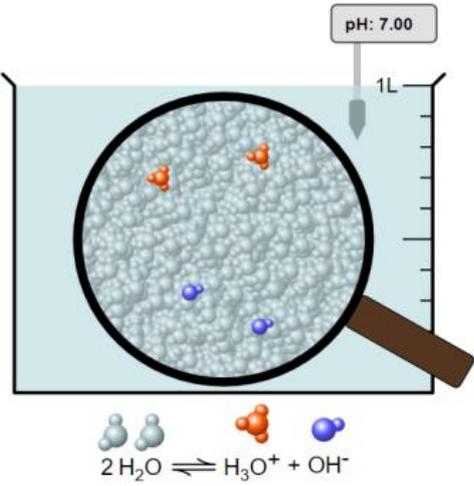
Solução
Ver
Recursos



OBS: ao clicar um determinado recurso, acima do “frasco” com a lupa, que contém a solução analisada, aparecerá o recurso selecionado. No caso da tela acima, foi o pH.

## APÊNDICE B - Atividade guiada para o estudante trabalhar com o simulador

Após os estudantes executarem os passos descritos no Apêndice A e explorarem o simulador, começar a **Atividade guiada**. Distribuir o material a seguir delineado.

<b>Atividade guiada</b>	
Professor: José Stefini. Nome:	
Selecionar no ícone “ <b>Recursos</b> ” o medidor de pH. Arrastar o medidor para dentro da solução.	
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; display: inline-block;">Seleção do recurso valor de pH</div>  <p style="text-align: center;"><math>2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-</math></p>	 <p style="text-align: center;"><math>2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-</math></p>
Clicar na caixa do solvente. (Aparecerá a representação das moléculas do solvente)	<input checked="" type="checkbox"/> Solvente 
 <p style="text-align: center;"><math>2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-</math></p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p><b>Solução</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Água (H<sub>2</sub>O) </li> <li><input type="radio"/> Ácido Forte (HA) </li> <li><input type="radio"/> Ácido Fraco (HA) </li> <li><input type="radio"/> Base Forte (MOH) </li> <li><input type="radio"/> Base Fraca (B) </li> </ul> <p><b>Ver</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Moléculas </li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Solvente </li> <li><input type="radio"/> Gráfico </li> <li><input type="radio"/> Ocultar </li> </ul> <p><b>Recursos</b></p>  </div>

1. Circular a espécie que possui o maior número de moléculas na lupa:



2. Desmarque a caixa de solvente. Selecione no item “**Solução**”, cada sistema a seguir solicitado e forneça, para cada uma delas, os dados indicados.

2.1. Selecionar o item ácido fraco.

Ácido Fraco (HA)

pH:

$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

Dados:

a) equações de reação:

b) o valor de pH:

c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)

2.2. Selecionar o item base fraca.

Base Fraca (B)

pH:

$MOH \rightarrow M^+ + OH^-$

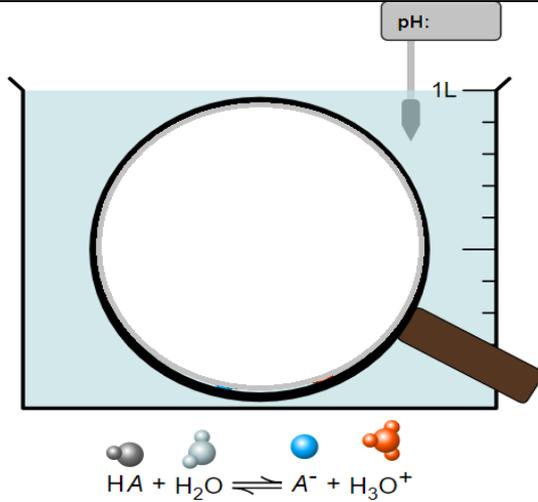
Dados:

a) equações de reação:

b) o valor de pH:

c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)

## 2.3. Seleccionar o item ácido forte.

 Ácido Forte (HA)
 


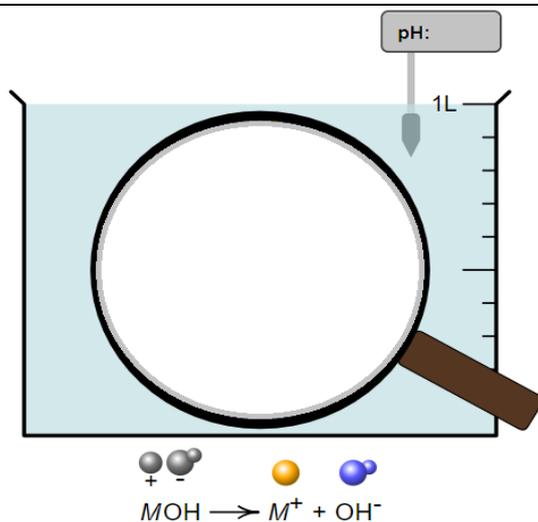
Dados:

a) equações de reação:

b) o valor de pH:

c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)

## 2.4. Seleccionar o item base forte.

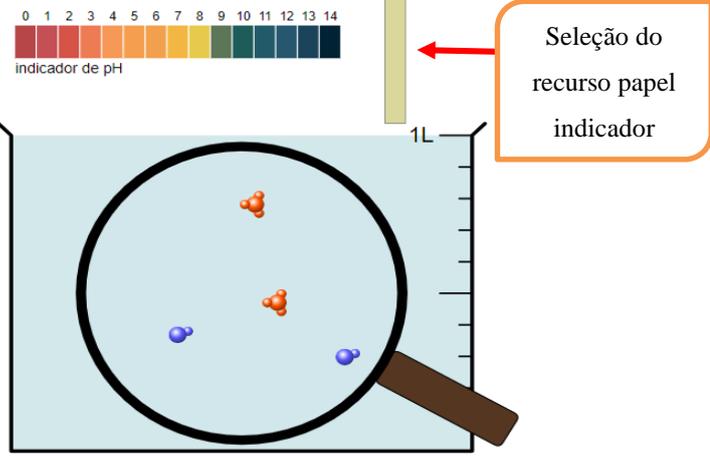
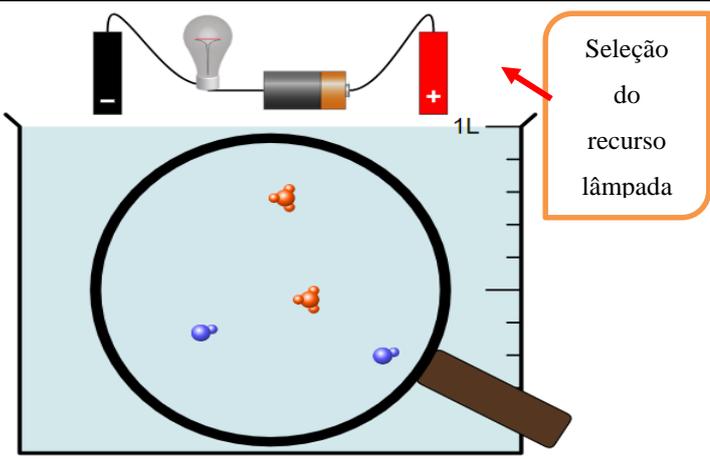
 Base Forte (MOH)
 


Dados:

a) equações de reação:

b) o valor de pH:

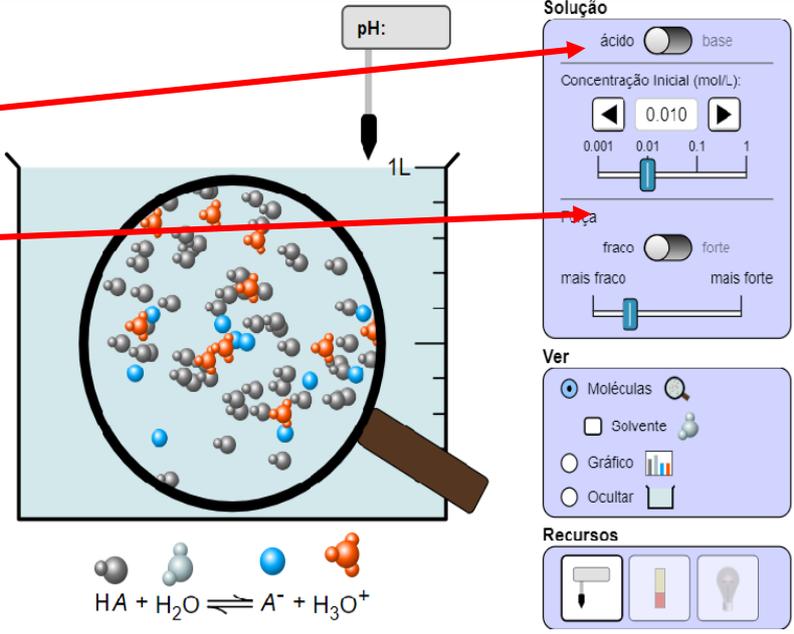
c) a representação da molécula mais abundante (desenhar na lupa ao lado)

<p>2.5. Seleccionar em “<b>Recursos</b>” a caixa do Papel indicador.</p>	
<p>Arrastar o papel universal dentro de cada sistema indicado em cada item a seguir (seleccionar o sistema em “<b>Solução</b>”) e anotar o valor de pH.</p> <p>a) Água b) Ácido forte c) Ácido fraco d) Base forte e) Base fraca.</p>	 <p>Seleção do recurso papel indicador</p>
<p>2.6. Seleccionar em “<b>Recursos</b>” a caixa da lâmpada.</p>	
<p>Arrastar os pólos do circuiti dentro de cada sistema indicado em cada item a seguir (seleccionar o sistema em “<b>Solução</b>”) e anotar a intensidade da luz.</p> <p>a) Água b) Ácido forte c) Ácido fraco d) Base forte e) Base fraca.</p>	 <p>Seleção do recurso lâmpada</p>

Selecionar na barra inferior o item “**Minha Solução**”



No item “**Solução**” agora temos a possibilidade de escolher: concentração das soluções e força da solução.



The interface includes a pH meter icon, a beaker labeled '1L', and a control panel with the following options:

- Solução:**
  - ácido / base (toggle)
  - Concentração Inicial (mol/L): 0.010 (sliders for 0.001, 0.01, 0.1, 1)
  - força: fraco / forte (toggle), mais fraco / mais forte (sliders)
- Ver:**
  - Moléculas
  - Solvente
  - Gráfico
  - Ocultar
- Recursos:**
  - (pH meter icon)
  - (beaker icon)
  - (lightbulb icon)

Chemical equation:  $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

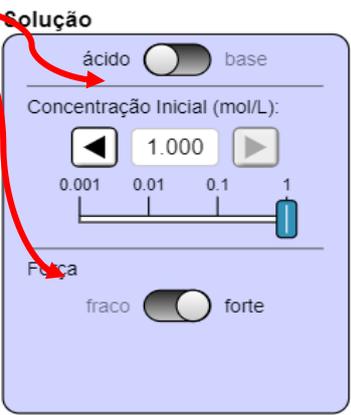
3. Selecionar no item “**Solução**” cada concentração a seguir solicitada na tabela ao lado e fornecer, para cada uma delas, os valores de pH indicados.

**Solução de ácido forte**

Colocar o medidor de pH na solução.

Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial e selecionar forte.

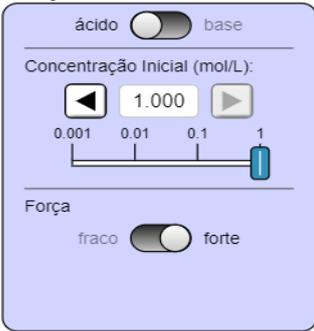
Registrar o pH encontrado.

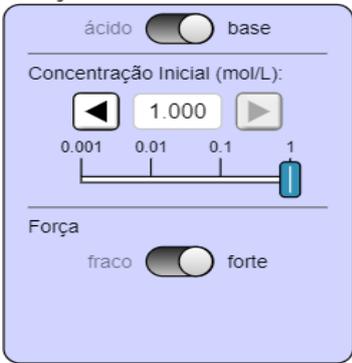


Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	pH
0,001	
0,01	
0,1	
1,0	

<p><b>Solução de base forte</b></p> <p>Colocar o medidor de pH na solução.</p> <p>Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.</p> <p>Registrar o pH encontrado.</p>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	pH
		0,001	
		0,01	
		0,1	
		1,0	

4. Selecionar no item “**Recursos**” a lâmpada e verificar a intensidade da luz em cada concentração a seguir solicitada na tabela ao lado e fornecer, para cada uma delas, os valores de pH indicados.

<p><b>Solução de ácido forte</b></p> <p>Colocar os pólos do indicador de corrente elétrica na solução.</p> <p>Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.</p> <p>Indicar em que concentrações ocorreu a maior e menor intensidade da luz.</p>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	Intensidade da luz
		0,001	
		0,01	
		0,1	
		1,0	

<p><b>Solução de base forte</b></p> <p>Colocar os pólos do indicador de corrente elétrica na solução.</p> <p>Selecionar a concentração, conforme a tabela ao lado, no botão de concentração inicial.</p> <p>Indicar em que concentrações ocorreu a maior e menor intensidade da luz.</p>		Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	Intensidade da luz
		0,001	
		0,01	
		0,1	
		1,0	