



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS e MATEMÁTICA

RENATO ALVES DE LIMA

**ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS COM A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES PHET
EM CONJUNTO COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ENSINAR
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Caruaru

2019

RENATO ALVES DE LIMA

**ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS COM A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES PHET
EM CONJUNTO COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ENSINAR
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof^o. Dr. Roberto Araújo Sá

Coorientadora: Prof^a.Dr.^a Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

L732e Lima, Renato Alves de.
Estratégias didáticas com a utilização de simulações PHET em conjunto com atividades experimentais para ensinar química na educação básica. / Renato Alves de Lima. – 2019.
89 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Roberto Araújo Sá.
Coorientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2019.
Inclui Referências.

1. Ácidos. 2. Bases (Química). 3. Métodos de simulação. 4. Aprendizagem ativa - Caruaru (PE). 5. Multimídia interativa. 6. Representação mental - Caruaru (PE). I. Sá, Roberto Araújo (Orientador). II. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda de (Coorientadora). III. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-043)

RENATO ALVES DE LIMA

**ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS COM A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES PHET
EM CONJUNTO COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA ENSINAR
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 22/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Roberto Araújo Sá (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^o. José Ayron Lira dos Anjos (Examinador Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Bruno Silva Leite (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr.^a Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a minha
Mãe Josefa, minha guerreira e heroína
Pelo incentivo e afeto da vida inteira.

AGRADECIMENTOS

À minha Mãe Josefa, que sempre me ajudou, investiu, e nunca deixou que faltasse nada para mim.

Aos meus irmãos Flávia, Renata e Fabinho, desde a minha infância tiveram um zelo especial por mim e pelo apoio de sempre em minhas lutas e conquistas.

Ao meu professor e amigo Dr. Roberto Sá, que desde o início da minha graduação me estimulou a seguir nessa área tão desafiadora que é a educação, no ensino de química pegando no meu pé e sempre me estimulando e me fazendo querer ir sempre mais longe. Seus ensinamentos foram o alicerce para a construção desse sonho. Esse título é NOSSO.

À professora Flávia, co-orientadora desta pesquisa, pelas orientações e correções, e por seus ensinamentos. Ao Professor Dr. Ayrton Lira dos Anjos e ao Professor Dr. Bruno Silva Leite, membros da banca examinadora na defesa da dissertação, que fizeram novos destaques para melhoria e construção desta pesquisa.

Aos professores que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPE – CAA, pelos ensinamentos e por terem contribuído para minha formação durante esses dois anos. À Fundação do Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro desta dissertação. A escola, aos professores e alunos participantes deste estudo, pela colaboração e acolhida durante a fase de execução e coleta de dados desta pesquisa.

Aos meus amigos (Amilton Souza, Ewerton Silva, Sarah Emanuelle) o eterno ARES, pessoas que conheci na graduação e são meus amigos de vida e sempre torceram por meu crescimento até chegar aqui.

A Deus que arquitetou o caminho seguido e não me deixou desistir.

“Eu sou um intelectual que não tem medo de ser amoroso, eu amo as gentes e amo o mundo. E é porque amo as pessoas e amo o mundo, que eu brigo para que a justiça social se implante antes da caridade”.

(FREIRE, 1986, p. 37)

RESUMO

A presente dissertação trata de um estudo acerca da construção e aplicação de uma sequência didática no Ensino de Química, aplicada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Caruaru-PE. Tendo como objetivo investigar e identificar as potencialidades e limitações do uso de simulação do *PhET* associado a uma atividade experimental abordando os conceitos de ácidos e bases e baseado nos modos de representação do conhecimento químico. Na coleta de dados utilizou-se como instrumentos a observação participante e questionários. A pesquisa tem um caráter qualitativo, tendo como base a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, abordando o uso de palavras e imagens como princípio para a construção da aprendizagem dentro de um processo de ensino. Diante dos resultados observou-se que os usos das simulações, associada aos conteúdos curriculares e atividade experimental, possibilitaram aos discentes uma construção de conceitos de ácidos e bases, além da transitarem entre a abstração e os diferentes modos de representações do conhecimento químico: macroscópico, simbólico e submicroscópico. A proposta contribuiu de forma significativa para um novo olhar nas aulas de química e proporcionou momentos de aprendizagem de forma dinâmica e interativa com diferentes recursos e que pode ser aplicado a outros temas da química.

Palavras-chave: Ácidos e bases. Simulações *phET*. Aprendizagem multimídia.
Modos de representação.

ABSTRACT

This dissertation deals with a study on the construction and application of a didactic sequence in the teaching of chemistry, applied in a class of 2nd year of high School of a public schools of Caruaru-PE. Aiming to investigate and identify the potentialities and limitations of the use of simulation of Phet associated with an experimental activity addressing the concepts of acids and bases and based on the modes of representation of chemical knowledge. Data collection was used as instruments: participant observation and questionnaires. The research has a qualitative character, based on the cognitive theory of multimedia learning, addressing the use of words and images as a principle for the construction of learning within a teaching process. In view of the results, it was observed that the uses of simulations, associated with curricular contents and experimental activity, enabled the students to construct concepts of acids and bases, in addition to transiting between abstraction and different modes of representations of chemical knowledge: macroscopic, symbolic and submicroscopic. The proposal contributed significantly to a new look in chemistry classes and provided moments of learning in a dynamic and interactive way with different sources and that can be applied to other topics of chemistry.

Keywords: Acids and bases. Simulações phet. Multimedia learning. Modes of representation.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Pilares Fundamentais para o uso das TIC.....	20
Quadro 2-	Modalidades e funções do vídeo em sala de aula	21
Quadro 3-	Alguns Recursos Didáticos Digitais.....	23
Quadro 4-	Cinco processos cognitivos da TCAM.....	36
Quadro 5-	Descrição dos encontros.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Níveis de compreensão do conhecimento químico	25
Figura 2-	Aprendizagem Multimídia.....	35
Figura 3-	Esquema ilustrativo dos recursos didáticos.....	40
Figura 4-	Representação da reação ácido-base Lewis.....	43
Figura 5-	Representação das definições de ácido e base.....	59
Figura 6-	Página inicial do simulador.....	61
Figura 7-	Tela dos níveis de representação.....	61
Figura 8-	Tela Nível macroscópico.....	62
Figura 9-	Tela do nível microscópico	62
Figura 10-	Tela da solução.....	63
Figura 11-	Variação da estrutura de acordo com o pH.....	69

LISTA DE SIGLAS

SD	Sequência Didática
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação.
SI	Sociedade da Informação
PhET	Tecnologia Educacional em Física
TCAM	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia
RDD	Recurso Didático Digital
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisas em Educação e Ciências.
EREM	Escola de Referência em Ensino Médio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
AC	Análise do Conteúdo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.2	Objetivos	17
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	17
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino	18
2.2	Recursos Tecnológicos no Ensino	21
2.2.1	<i>Recursos Audiovisuais</i>	21
2.2.2	<i>Recursos Didáticos Digitais</i>	22
2.3	Representações no Ensino de Química	24
2.4	A Experimentação no Ensino de Química	26
2.5	Simulações no Ensino de Química	29
2.6	Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia	32
2.6.1	<i>Aprendizagens Multimídia com Simulação e Experimentação</i>	39
2.7	Ácidos e Bases	41
2.7.1	<i>Teoria de Arrhenius</i>	41
2.7.2	<i>Teoria de Brøsted-Lowry</i>	42
2.7.3	<i>Teoria de Lewis.</i>	43
2.8	Importância dos Conceitos Ácidos e Bases e Suas Aplicações	44
3	METODOLOGIA	46
3.1	Classificação da Pesquisa	46
3.2	Participantes da Pesquisa	46
3.3	Procedimentos para Coleta de Dados	47
3.3.1	<i>Questionário I (Pré-Teste)</i>	47
3.3.2	<i>Observação Participante</i>	48
3.3.3	<i>Folhas de Resposta das Tarefas</i>	48
3.4	Estratégias Metodológicas	48
3.5	Análise dos Dados	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1	Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos	53

4.2	Aula Expositiva Dialogada Sobre os Ácidos e Bases	58
4.3	Conhecendo a Plataforma do PhET	60
4.4	Exploração da Simulação “Escala de pH”	63
4.5	Experimentação e Integração dos Modos de Representação e a TCAM	67
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A- CARTA DE ANUÊNCIA	81
	APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	82
	APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO INICIAL (PRÉ-TESTE)	84
	PÊNDICE D- EXPLORAÇÃO DA SIMULAÇÃO (ESCALA DE PH)	86
	APÊNDICE E- ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	87

1 INTRODUÇÃO

No ensino de química observa-se que ainda há certa resistência dos alunos do Ensino Médio para aprenderem os conteúdos (MIRANDA; COSTA 2007). Um dos fatores pode ser o fato de que professores, geralmente, se restringem apenas ao uso do quadro e livro didático, tendo em vista que os alunos do ensino médio hoje podem ser considerados nativos digitais e, portanto, acostumados a outra linguagem e forma de organizar a ação de conhecer. Logo, o processo de ensino e aprendizagem se torna árduo, principalmente pelo quantitativo elevado de conceitos, cálculos e simbologias que são indicados como necessários para a formação dos alunos. Por outro lado, a partir do uso de softwares, simulações, animações e/ou modelos científicos para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, percebeu-se que a representação a nível submicroscópico pode ser bem compreendido no ensino de Química (VASCONCELOS, 2016).

Nesta perspectiva, Johnstone (1993) afirma que para se compreender os fenômenos químicos, é preciso relacionar os três modos representativos da Química: *macroscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*. O modo *macroscópico* tem relação com o visível, o campo observacional que é elaborado pelas experiências de vida diante dos fenômenos que podem ser apresentados nas aulas de Química; o modo *submicroscópico* é baseado na teoria da matéria particulada e é utilizado para explicar o fenômeno macroscópico em termos de movimento eletrônico, interações atômicas e moleculares. Enquanto que o modo simbólico pode ser apresentado através de equações químicas, gráficos ou mecanismos de reações que complementam as explicações em diferentes contextos.

Sendo assim é necessário que professores possam compreender os modos de representação e integrá-los a sua prática (CUNHA *et al.*, 2012). Assim, um dos recursos que podem viabilizar a compreensão dos fenômenos químicos neste nível é a simulação, pois dentro de estratégia de ensino bem estruturada, pode reproduzir os fenômenos de uma forma que não é vista a olho nu. Assim, ela deve ser utilizada para a compreensão do modo submicroscópico (VASCONCELOS, 2016).

Nessa perspectiva uma plataforma que pode ser utilizada é o projeto norte-americano *PhET-Interactive Simulations*¹. Estruturado pela Universidade do Colorado desenvolveu simulações em Física, Biologia, Matemática e Ciências da Terra que podem ser executadas de forma on-line ou ser baixado no computador. Fornecendo aos usuários a interatividade com o recurso e as condições para compreensão de causa e efeito quando realizam determinado mecanismo proposto na simulação. Neste sentido, pode-se afirmar que este recurso pode levar os alunos a compreenderem os fenômenos que são explorados nele, principalmente a partir do ensino por investigação e com conexões com o mundo real.

Por outro lado, considerando que o modo representativo simbólico pode ser considerado um dos mais utilizado pelos professores na escola, é preciso integrar os outros níveis de representação, desta forma uma possibilidade pode ser o uso de atividades experimentais, pois podem representar o nível macroscópico na observação de um fenômeno, uma vez que é visível ao olho nu e assim fazer as possíveis associações com os outros níveis de representação. Desta forma, a experimentação no ensino possibilita a associação dos fenômenos com as teorias quando o professor integra os outros dois modos representativos (SILVA, MACHADO, TUNES, 2010).

Assim, uma forma de abordar os conceitos em sala de aula é utilizar sequências didáticas (SD) que integrem os três modos representativos viabilizando a compreensão dos conteúdos, em uma abordagem problematizada auxiliando os alunos na construção do seu conhecimento (SANTOS; LEÃO; VASCONCELOS, 2015). Neste trabalho, se defende a premissa que o uso das simulações e atividades experimentais sendo utilizadas de forma estruturada possibilitam uma aprendizagem mais significativa, bem como o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos na interpretação e compreensão dos conteúdos químicos.

¹ *PhET*, traduzido como *Tecnologia Educacional em Física* e foi estruturado, inicialmente, pelo pesquisador Carl Wieman, laureado com o Prêmio Nobel de Física em 2001.

Desta forma, para investigar como os alunos compreenderam os fenômenos relacionando com os recursos utilizados, foi utilizado, como base a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) estruturada por Mayer (2005), ressaltando que o uso de imagens e palavras durante o processo de ensino e aprendizagem pode ser mais eficiente na aprendizagem dos alunos do que o uso de palavras isoladas. Assim, foi investigado Como as simulações PhET associados a aulas práticas experimentais podem auxiliar a compreensão dos fenômenos químicos? Seus limites e possibilidades?

O uso destes recursos tecnológicos em sala de aula pode apresentar contribuições positivas no processo de ensino e aprendizagem. Possibilitando a interação dos alunos com variadas ferramentas e possibilidades de aprendizagem, como por exemplo, o uso das simulações computacionais que possibilita uma maior compreensão dos fenômenos no modo submicroscópico.

Sendo assim, considerando a importância do uso de recursos tecnológicos e de outros recursos didáticos como atividades experimentais objetivando a compreensão de fenômenos químicos nos seus mais variados modos de representações (macroscópico, submicroscópico e simbólico) apresenta-se a questão que orienta esta pesquisa: Como as simulações *PhET* associados a aulas práticas experimentais podem auxiliar a compreensão dos fenômenos químicos envolvendo o conteúdo ácidos e bases a nível submicroscópico e sua relação com os demais níveis de representação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Investigar a potencialidades de uma sequência didática com uso de simulações *PhET* associada a uma atividade experimental no processo de ensino aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar as contribuições do uso integrado da simulação e experimentação ao uso dos diferentes modos de representação.
- Investigar a contribuição da TCAM na integração entre os diferentes modos de representação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No segundo capítulo desta pesquisa são apresentados aspectos sobre as Tecnologias de informação e comunicação no ensino, os recursos tecnológicos e seu uso na educação tendo como foco o ensino de química. Também foram abordados os níveis representativos da química (macroscópico, submicroscópico e simbólico) e suas relações com os recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem, abordando o uso dos recursos didáticos para a compreensão dos fenômenos como, por exemplo, a experimentação e o uso de simulações no ensino de química utilizando a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e suas relações com a sequência explorada e os conceitos de ácido e base.

2.1 Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino

A inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sociedade gerou mudanças significativas na vida das pessoas tanto na sua forma de viver como de relacionar-se com o mundo. Em relação à educação, as ferramentas oriundas das TIC estão inseridas no cotidiano escolar, pois os alunos, geralmente, dominam esses recursos advindos da Sociedade da Informação (SI) que têm mudado a forma das relações sociais. Mas, afinal o que são tecnologias? Como elas surgiram? Para que servem? Qual seu papel na educação?

Kenski (2008, p. 18) aponta que a tecnologia é um “conjunto de conhecimentos e princípios que se aplicam ao planejamento, a construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade”. Segundo a autora, quanto a sua origem, ela pontua que seu desenvolvimento está diretamente relacionado ao desenvolvimento da sociedade, visto que cada período da história da humanidade é marcado por um avanço tecnológico.

Essa evolução não se limita apenas a criação de novos produtos, mas acaba modificando o modo de vida das pessoas que utilizam destes recursos, pois provocam mudanças sociais, econômicas, políticas na forma de agir e de pensar. Ampliando assim, a forma de informar e comunicar e com a inserção de equipamentos, tais como: computador, *smartphones*, *tablet*, *notebooks* entre outros que também possibilitam

novas formas de ensinar e aprender, conseqüentemente, implantando mudanças na forma de fazer educação dentro e fora do espaço escolar (KENSKI, 2008).

Nessa perspectiva, as mudanças que as TIC fazem na sociedade podem ser compreendidas como a fusão entre a informática e as telecomunicações que englobam determinadas ferramentas: televisão, vídeo, rádio, internet, dentre outras, todas têm algo em comum que é a divulgação de informações. Sendo assim, atualmente é quase impossível imaginar qualquer atividade cotidiana sem que ela esteja associada ao uso de alguma tecnologia desenvolvida, pois estão incorporadas nos mais variados meios, seja na escola, no trabalho ou na realização de tarefas diárias (MORAN, 2007).

Diante da velocidade com que estas tecnologias influenciam o cotidiano da sociedade, as tecnologias exigem também um acompanhamento dessas transformações no meio educacional. sendo necessário assim, uma reestruturação no sistema educacional a partir de mudanças no processo de ensino e aprendizagem que possibilite a inserção das TIC no contexto educacional (KENSKI, 2013).

Na escola as tecnologias têm sido integradas como um recurso didático para auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Porém, essa implantação não tem sido acompanhada de uma discussão teórica sobre suas potencialidades e possibilidades de utilização no processo de ensino e aprendizagem, e conseqüentemente, também não se observa uma formação para professores, seja, na formação inicial ou continuada que possibilitem o uso adequado desses recursos no processo de aprendizagem (LEITE, 2015). Segundo o mesmo autor,

O uso das TIC facilita o interesse dos alunos pelos conteúdos, pois estamos falando de diferentes tecnologias digitais, portanto de novas linguagens que fazem parte do cotidiano dos alunos e das escolas. Esses estudantes já chegam com o pensamento estruturado pela forma de representação propiciada pelas novas tecnologias. Por tanto, utilizá-las é se aproximar das gerações que hoje estão nos bancos das escolas (LEITE, 2015, p.28).

Sendo assim, a inserção de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem equivale a uma reflexão sobre os seus objetivos. Leão (2011) defende a que introdução das TIC no ensino deve partir de três pilares fundamentais os quais ele chama de: Realidade, Adição e Estratégias (Quadro 1).

Quadro 1: Pilares Fundamentais para o uso das TIC.

REALIDADE	É preciso que o professor esteja preparado para ensinar em ambientes com os mais diversos recursos didáticos, considerando que as mudanças ocorridas nas escolas necessitam serem acompanhadas. Sendo importante, também, estarem atentos que nem sempre é possível o uso de recursos tecnológicos.
ADIÇÃO	Que compreende a incorporação das tecnologias no processo de ensino, permitindo novas formas de disponibilizar informações para os alunos com o objetivo de transformá-las em conhecimento.
ESTRATÉGIA	o seu uso deve ocorrer de forma bastante discutida e refletida, analisando as metodologias que possibilitem integrá-la na temática ou conteúdo que se deseja abordar. Observando, assim, a forma mais adequada para explorá-la no processo ensino aprendizagem.

Fonte: Leão (2011).

É notório que o uso das TIC amplia o conceito de espaços escolar, sala de aula e de comunicação, proporcionando formas de aprendizagens tanto presenciais ou à distância. Pois, o seu uso como recurso pedagógico facilita a troca de informação na educação, instigando o interesse dos alunos pelos conteúdos trabalhados. O docente, ao fazer o uso dessas ferramentas, aproxima-se dos alunos visto que os mesmos já têm certo domínio sobre o recurso, porém não é seu uso que vai fazer com que eles aprendam, mas sim as estratégias utilizadas no processo de ensino e aprendizagem (LEITE, 2015).

Nessa perspectiva, uma forma de modificar as abordagens dos conteúdos da química pode ser o uso das TIC dentro de estratégias didáticas bem estruturadas, com objetivos claros quanto seu uso e importância para a compreensão dos fenômenos. Visto que tendem a possibilitar a compreensão dos conceitos e, conseqüentemente, a construção do conhecimento associados ou não a outros recursos (SANTOS; LEÃO; VASCOCELOS, 2015).

2.2 Recursos Tecnológicos no Ensino

Os recursos tecnológicos apresentam grandes potencialidades como sendo uma ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem independente da área de conhecimento. No Ensino de Química possibilitam a compreensão dos fenômenos a partir das representações de moléculas a nível atômico-molecular e na realização de experimentos que necessitam de reagentes perigosos. Sendo assim, as escolas que não dispõem de laboratórios bem equipados com reagentes e materiais específicos para determinadas atividades experimentais, através do uso de recursos didáticos digitais, por exemplo, o uso de vídeos podem auxiliar os professores e alunos na visualização de determinados experimentos e relações entre os diferentes níveis de representação do conhecimento químico do simbólico, macroscópico e submicroscópico com o uso de recursos visuais e/ou audiovisuais.

2.2.1 Recursos Audiovisuais

Arroio e Giordan (2006) relatam que o uso de recursos audiovisuais pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Reconhecendo assim, o papel da televisão, do cinema ou do computador como meio de comunicação que pode auxiliar o professor na abordagem dos conteúdos em sala de aula. Podendo, então, inseri-los em suas aulas a fim de possibilitar a construção de conhecimento. Entre esses recursos audiovisuais, tem-se o uso de vídeos educativos, os quais Arroio e Giordan (2006) indicam alguns tipos de vídeos segundo o seu conteúdo baseado na categorização realizada por Ferrés (1996), em suas diferentes modalidades e funções dentro de sala de aula (Quadro 2).

Quadro 2: Modalidades e funções do vídeo em sala de aula.

Videoaula	É uma modalidade de exposição de conteúdos de forma sistematizada. Essa modalidade merece uma atenção especial e congrega a maioria dos denominados vídeos didáticos ou educativos.
	É um tipo de vídeo que além de apresentar o conteúdo pode provocar inquietações nos alunos/as, a fim de questioná-los sobre

Vídeo-motivador	determinados conceitos, além de buscar despertar o interesse dos envolvidos.
Vídeo-apoio	O vídeo de apoio possui algumas vantagens como permitir adaptar o discurso do professor, podendo promover a participação dos alunos durante a exibição. Podendo ser disponibilizado diretamente aos alunos para que ilustrem sua própria exposição oral.

Fonte: Ferrés (1996).

Sendo assim, há várias possibilidades para o uso de vídeos no processo ensino e aprendizagem, nestas modalidades eles podem ser congelados ou voltar às partes de interesse ou fazer recortes para abordar partes específicas. Também este recurso possibilita o estudo no nível submicroscópico ou em situações mais abstratas. Nesse sentido, eles se apresentam como uma alternativa na sala de aula a fim de auxiliar os alunos/as no processo de aprendizagem, desenvolvendo também uma leitura crítica do mundo além de possibilitar uma discussão baseado nas informações disponíveis (ARROIO; GIORDAN, 2006).

2.2.2 Recursos Didáticos Digitais

Os Recursos Didáticos Digitais (RDD) podem ser definidos como todo objeto de aprendizagem produzidos a partir de uma tecnologia digital com intuito de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem (LEITE, 2015, p. 239). Sousa e Souza (2007) definem como sendo qualquer recurso ou objeto digital utilizado pedagogicamente. Partindo destas definições de RDD, pode-se dizer que são recursos digitais desenvolvidos com fins educacionais em sala de aula e/ou fora dela, como uma ferramenta que pode facilitar o processo de aprendizagem.

Nesse sentido, os RDD possibilitam contribuições no processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, interativo promovendo, assim, novos momentos de aprendizagem que não se limitam apenas ao espaço escola, mas se estende para aonde o aluno estiver, visto que eles permitem um maior acesso a uma maior diversidade de informação (SANTOS, 2005). Os RDD podem ser criados ou

reutilizados, porém seu uso deve ocorrer levando em consideração os objetivos da aula, o conteúdo e uma estratégia adequada.

A Internet é um espaço de busca de informações, comunicação, interação em que podemos encontrar os mais variados RDD (Quadro 3) tais como vídeos, *ebook*², *softwares*, hipermídias, blogs, imagens, animações, laboratórios virtuais, Ambiente Virtuais de Aprendizagem (AVA), aplicativos para celular, *podcasts*, entre outros que podem ser aplicados com fins educacionais (SOUZA, 2014).

Quadro 3: Alguns Recursos Didáticos Digitais

RDD	FUNÇÃO
Softwares Educacionais	É qualquer programa de computador usado para promover interações entre indivíduos e o meio virtual com o objetivo de proporcionar o ensino aprendizagem (SOFFA; ALCÂNTARA, 2008).
Blogs	É uma página da web a qual seu criador pode disponibilizar informações atualizadas, de forma rotineira, seguindo uma ordem cronológica. As publicações escritas podem ser comentadas pelos visitantes gerando assim uma interação com o criador e o leitor (BARRO; BAFFA; QUEIROZ, 2014).
Podcast	Esses recursos podem ser encontrados com informações multimídia, por exemplo, slides, imagens e música contribuindo para compreensão dos conteúdos. Uma das vantagens dos <i>Podcats</i> é que podem ser reproduzidos em aparelhos portáteis (LEITE, 2015).
Redes Sociais	Atualmente estão disponíveis os mais diferentes tipos de redes sociais: <i>Twitter</i> , <i>Snapchat</i> , <i>Facebook</i> , <i>WhatsApp</i> entre outras. Fazendo parte do cotidiano dos alunos, em que têm domínio dos recursos. Sendo assim, se associadas à prática pedagógica podem motivá-los e serem utilizadas como um instrumento pedagógico, visto que atualmente é uma das formas mais usadas para comunicação entre as pessoas (BETIO, <i>et al.</i> 2012).

Fonte: O AUTOR (2019)

² **Ebook**- é uma versão digital de um livro ou texto, também chamado de livro digital. Fonte: <<https://www.significados.com.br/ebook>>. Acesso em janeiro de 2018.

É notória as diversas possibilidades de integração das TIC no processo de ensino e aprendizagem como observado no quadro 3, por outro lado, a ferramenta computador pode possibilitar diferentes aplicações na educação, por exemplo, quando um aluno desenvolve um projeto ou resolve um problema a partir do uso de software específico ou simplesmente acessando sites disponíveis na internet (VALENTE, 2005). Estes recursos podem ser usados para auxiliar no processo de aprendizagem da química dentro das diferentes formas de representação do conhecimento químico.

2.3 Representações no Ensino de Química

Os aspectos representacionais da Ciência Química surgem no século XIX a partir de descobertas científicas a fim de tornar possível a visualização de átomos e moléculas. Assim, Wartha e Rezende (2017) baseados nas pesquisas de Barke e Engida (2001) abordam alguns cientistas e suas contribuições para o desenvolvimento das representações no ensino de química: i) Berzelius e Liebig propuseram fórmulas empíricas com o objetivo de estabelecer determinadas relações entre o volume (gases) e/ou massas (substâncias) com sua possível constituição. ii) Kekulé desenvolveu uma estrutura para a molécula do benzeno. iii) Couper que propôs representar ligações por traços ou pontos introduzindo elementos representacionais, estabelecendo relação entre os conceitos de composto químico e ligação química. iv) Baeyer com o seu Modelo de tensão angular de anéis, foi possível explicar as diferenças de energia. Tais exemplos evidenciam o quanto as representações foram e são importantes para o desenvolvimento desta ciência Química.

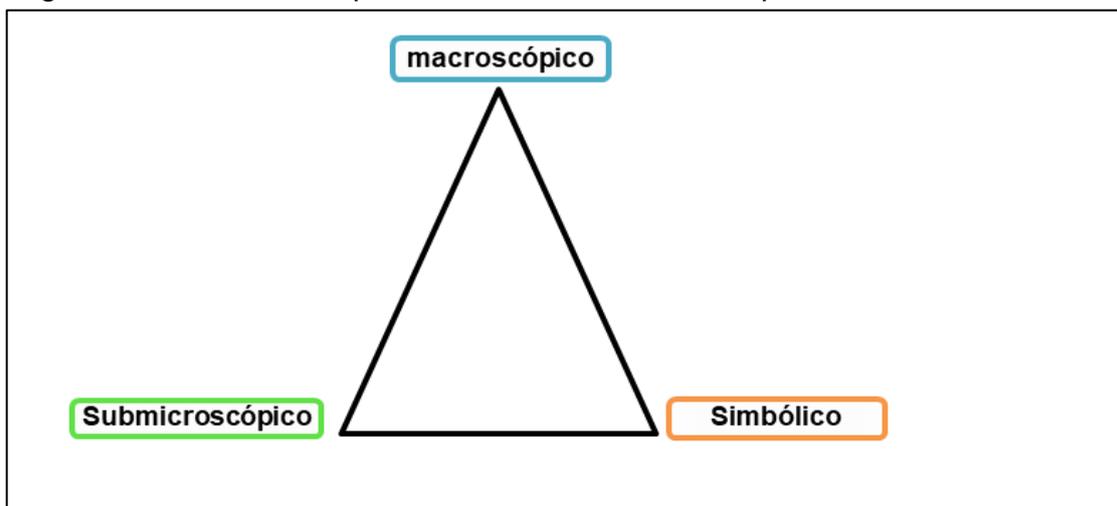
As representações no processo de aprendizagem dos conceitos científicos podem auxiliar a desenvolver nos alunos a habilidade em fazer as relações e interações nos diferentes modos representacionais, dos conceitos abordados ao longo do processo de aprendizagem sejam estas formas podem ser verbais, gráficas, representações matemáticas, experimentais ou animações, levando em consideração cada modo de representação (WARTHA; RESENDE, 2017).

No entanto é, importante destacar que as representações sejam discutidas e exploradas no processo de ensino e aprendizagem levando em consideração a maior quantidade de representações do mesmo objeto de estudo, visto que a forma como

os alunos podem interpretar e atribuir diferentes significados as imagens e representações apresentadas, destacando-se a ciência e química que apresentam uma grande variedade de representação de seus conceitos (TERUYA, *et al.* 2013).

Johnstone (2000) foi um dos primeiros pesquisadores a propor um modelo em relação ao processo de compreensão do conhecimento químico envolvendo três níveis de representação: macroscópico, nível submicroscópico e o nível simbólico que até hoje influenciam outras pesquisas (MORTIMER; MACHADO; RAMONELLI, 2000), (TREGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003), (KERMENA; MÉHEUT, 2009) e (TALANQUER, 2011) que abordam os modos de representação da química (Figura 1).

Figura 1: Níveis de compreensão do conhecimento químico.



Fonte:

JHONSTONE (2000)

Nota: Adaptado Jhonstone (2000).

Jhonsthone (2000), aponta que o conhecimento químico só é construído quando as pessoas conseguem explicar o fenômeno perpassando por todos os vértices e suas representações, conseqüentemente, quando conseguem fazer essas relações implica na compreensão dos conceitos químicos em suas mais variadas representações.

Segundo o autor, o modo macroscópico compreende o visual, ao campo observacional relacionado às experiências realizadas em sala e de suas observações cotidianas, por exemplo, a observação da água fervendo, as ilustrações abordadas nos livros didáticos a observação de um experimento no laboratório entre outros

fenômenos que podem ser observados sem a ajuda de nem um recurso para ajudar na sua visualização. Enquanto que o submicroscópico está relacionado às interações à nível atômico-molecular, íons, quebras e formação de novas ligações por meio de seu rearranjo interno. Sendo utilizado para explicar os fenômenos observados a nível macroscópico, por exemplo, a observação do comportamento das moléculas de água em altas temperaturas. Já o nível simbólico é relacionado às representações químicas de átomos e moléculas, como a fórmula da água que é representada pela seguinte fórmula: H_2O . Johnstone (2000) aponta que uma das dificuldades que os alunos apresentam no processo de aprendizagem da ciência química é que, geralmente, tem como base apenas um dos vértices do triângulo que é o macroscópico, impossibilitando, assim, a relação com aspectos presentes no vértice submicroscópico. Nessa perspectiva, as explicações dos fenômenos químicos acabam sendo apenas no modo macroscópico, conseqüentemente, eles não conseguem entender as abstrações existentes no nível submicroscópico e assim explicar o fenômeno a partir dele.

Logo, se faz necessário que o processo de aprendizagem possa acontecer a integração dos modos representativos. Nesse sentido uma das ferramentas que podem ser usadas para representar o modo macroscópico e integrar aos demais pode ser o uso de atividades experimentais que possibilitem aos alunos observar e fazer as relações necessárias com cada modo de representação. Porém isso só é possível, dependendo da estratégia metodológica utilizada pelo professor.

2.4 A Experimentação no Ensino de Química

A experimentação no Ensino de Química é um tema que sempre é abordado nos cursos de formação de professores estando presente nos trabalhos acadêmicos apresentados em eventos científicos. Ao fazer uma linha do tempo relacionado a experimentação observa-se que as primeiras ideias surgem com os filósofos no século XVIII. No século XIX ocorre a inserção da temática nos currículos de ciências da Inglaterra e Estados Unidos. No Brasil, foi introduzido pelos portugueses também no século XIX, com uma abordagem utilitarista na extração e transformações de minérios. A experimentação tem sua consolidação como estratégia de ensino nas escolas em

meados do século XX, onde na década de 30 com a escola nova o ensino de ciências se aproxima de John Dewey, que em suas propostas valorizava o fazer por parte do aluno. Durante as décadas de 60 e 70 no Brasil são criados diversos centros de ciências como o Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG, e a Coordenadoria do Ensino de Ciências do Nordeste - Cecine na Região Nordeste entre outros como o Cecirs- Rio Grande do Sul e Ceciso-São Paulo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2015).

nessa perspectiva a experimentação ao longo dos anos a experimentação sempre teve um papel de destaque no ensino das ciências, segundo Silva et al. (2015) ela pode ser entendida como uma atividade que permite articulação entre os fenômenos e teorias, tornando constante a relação entre fazer e o pensar no processo de aprendizagem. Os autores colocam alguns obstáculos que são encontrados para sua inserção no processo de ensino e aprendizagem tais como: falta de laboratórios nas escolas; ausência de materiais como reagentes e vidrarias; inadequação dos espaços disponibilizados para as aulas experimentais; inconformidade dos laboratórios para práticas no ensino médio; grade curricular de ciências extensa; tempo para elaboração e organização das atividades experimentais entre outros que podem surgir ao tentar adicionar estas atividades nas aulas de ciências.

Zanon e Silva (2000) apontam alguns equívocos quanto a implementação de atividades experimentais para melhorar a aprendizagem tais como: atividade experimental ser intrinsecamente motivadora tendo como foco apenas seguir um roteiro que muitas vezes o que era motivação leva ao desinteresse; a promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação, tendo como base os aspectos macroscópicos e não faz integração com os modos simbólicos e submicroscópico envolvidos na atividade; a experimentação viabiliza a compreensão de algumas das teorias construídas ao longo da história, possibilitando assim que a atividade experimental possa ser apenas uma demonstração empírica.

Ainda para Zanon e Silva (2000), na escola, os professores apresentam uma visão simplista sobre as atividades experimentais, tendo como base a comprovação da teoria no laboratório ou fazendo o caminho inverso, partindo da prática para teoria. Conseqüentemente, tem pouco contribuído para uma aprendizagem mais efetiva. Sendo assim é importante que no uso da experimentação em sala de aula os

professores a utilizem de modo claro e objetivo no ensino das ciências, buscando superar os obstáculos encontrados e as crenças já existentes que limitam as atividades experimentais (SILVA, MACHADO e TUNES, 2000).

Suart (2014) reforça que apesar de ser muito debatida e pesquisada, a temática experimentação pouco aborda a resolução de problemas como processo cognitivo e argumentativo prevalecendo, assim, a abordagem de atividades meramente reprodutivas e/ou comprobatórias, em que os alunos seguem o passo a passo a fim de evitar erros, ou seja, se limitam a estratégias que pouco contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. Isto é devido não considerar o erro como parte deste processo, que segundo Cachapuz et al. (2005) pode contribuir para a evolução da construção do conhecimento das ciências.

Sendo assim, é importante que no processo de ensino e o professor possibilite que os alunos sejam ativos na construção do conhecimento por meio de atividades investigativas, ou seja, lhe oportunizem a análise dos fenômenos químicos, discussão e argumentação (OLIVEIRA, 2010).

Suart e Marcondes (2008, p.2) afirmam que:

Não basta que os alunos apenas realizem o experimento; é necessário integrar a prática com discussão, análises dos dados obtidos e interpretação dos resultados, fazendo com que o aluno investigue o problema, ultrapassando a concepção da experimentação pela experimentação, ou seja, de utilizar esta estratégia como fio condutor para uma aula mais agradável ou estimulante, sem muitos aprofundamentos conceituais e com pouca ou nenhuma relação da teoria com a prática. Pelo contrário, as atividades precisam direcionar seus objetivos para o desenvolvimento conceitual e cognitivo dos alunos e permitir a eles evidenciar fenômenos e reconstruir suas ideias (SUART; MARCONDES, 2018, p. 2).

Nesse sentido, o uso de experimentos de caráter investigativo apresenta-se como uma estratégia em que os alunos possam ter uma posição mais ativa no processo de construção e reconstrução do conhecimento, em que o papel do professor é apenas mediar o processo (FRANCISCO et al., 2008). Ou seja, é importante entender que atividades experimentais podem despertar o interesse do aluno, auxiliando no processo de aprendizagem de conceitos científicos uma vez que são importantes para o desenvolvimento de habilidades de cognição.

Segundo Silva, Machado e Tunes(2010) uma das atividades experimentais que podem ser usadas são as atividades investigativas-demonstrativas Nesse tipo de

atividade os professores apresentam, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que se relacionam com o que foi apresentado. Dessa forma minimiza a desarticulação entre as aulas teóricas e as de laboratório. Nessas atividades é levado em consideração as concepções prévias dos alunos, formulações de questões que geram conflitos cognitivos em sala de aula, desenvolvimento de habilidades cognitivas, valorizando o ensino por investigação. Nesse tipo de atividade o importante não são os dados qualitativos já tabelados, pois esse não é o objetivo de comprovar a teoria mais possibilitar novas interpretações e possibilidades (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Sendo assim, podem proporcionar uma maior compreensão por parte dos alunos da relação teoria e prática e conseqüentemente a transição entre os níveis do conhecimento químicos do macroscópico, simbólico e submicroscópico auxiliando o aluno na compreensão dos conceitos. Além disso, pode estar associado a outros recursos didático para auxiliar no processo de construção do conhecimento, por exemplo, as simulações computacionais que podem auxiliar na visualização e interações com o modo submicroscópico.

2.5 Simulações no Ensino de Química

Em algumas salas de aulas é possível observa a falta de interesse e dificuldades apresentadas pelos alunos no que diz respeito ao ensino de química, que pode ser verificado pelos baixos rendimentos apresentados nesse componente curricular, que pode estar relacionado a esse rendimento assim como outros fatores também, justificando-se, geralmente, pela quantidade excessiva de conteúdo, aulas descontextualizadas, uso exclusivo do quadro e livro didático, sem uma abordagem de atividades experimentais ou uso de tecnologias, como por exemplo, software de simulações (SILVA; SANTIAGO, 2012).

Assmann (2005) destaca que as possibilidades cognitivas são multiplicadas com o uso das tecnologias e isso precisa ser compreendido e aproveitado ao máximo levando em consideração que a função do recurso tecnológico será a de auxiliar no

processo de aprendizagem e não simplesmente a de ser um instrumento que pode dispensar a ação fundamental dos sujeitos que o utiliza.

Corroborando, Pais (2002) aponta que os resultados positivos relacionados ao uso de ferramentas digitais no espaço escolar apresentam tem relação direta com o nível de interatividade estabelecido entre as informações presentes no recurso e os alunos, por exemplo, no uso de softwares de simulações em sala de aula podem colaborar para que a construção do conhecimento com maior significado.

As simulações podem apresentar várias potencialidades no seu uso no ensino de física e de química entre outras áreas, pois possibilitam aos alunos se envolverem em tarefas com altos níveis de interatividade, possibilitando a visualização de conceitos abstratos. As simulações podem auxiliar os alunos na interação com os modelos científicos que não podem muitas vezes ser observados de forma direta usando livro ou quadro, mas é importante saber que a simulação não substitui o professor em sala de aula, nesse sentido este recurso assim como - advindos das TIC podem ser inseridos no processo de ensino e aprendizagem (TAVARES 2016).

As simulações computacionais dependendo do seu objetivo podem possibilitar a observação de uma atividade experimental a nível submicroscópico. Por outro lado, sendo a Química uma ciência simbólica e abstrata, faz-se necessário imaginar fenômenos e representá-los, outras podem ser observadas a olho nu, em representações gráficas ou em uma atividade prática que é o caso das representações macroscópicas. Tais representações exigem dos estudantes o conhecimento de seus símbolos e a capacidade de transformá-los em representações equivalentes, ou seja, muitas vezes é preciso fazer representação do modo submicroscópico partindo do macroscópico (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Segundo Vasconcelos (2016), o uso destes recursos podem possibilitar a representação do campo submicroscópico, e assim proporcionar uma maior compreensão a nível atômico molecular dos fenômenos químicos que são ensinados no contexto escolar. Além disso, estas ferramentas possibilitam a representação visual de fenômenos que são imperceptíveis ao olho nu. De forma complementar, Medeiros e Medeiros (2002, p. 78) destacam as vantagens que o uso de simulações possibilita:

- ✓ Permitir aos estudantes recolherem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- ✓ Permitir aos estudantes testarem hipóteses;
- ✓ Envolver os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- ✓ Tornar os conceitos abstratos mais concretos;
- ✓ Reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relações de causa e efeito em sistemas complexos;
- ✓ Promover habilidades de raciocínio crítico;
- ✓ Auxiliar os alunos a aprenderem sobre o mundo natural, interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta.

Almeida (2003, p. 82) aponta também algumas desvantagens do uso das simulações:

- ✓ Uso da simulação, por si só, não cria a melhor situação de aprendizagem. A simulação deve ser vista como um complemento de outras estratégias de ensino.
- ✓ O aluno pode formar uma visão distorcida a respeito do mundo, por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação.

Desta forma não basta apenas usar o recurso tecnológico como a simulação ou qualquer outro recurso sem um planejamento e objetivos pedagógicos para o seu uso. Visto que são apenas instrumentos que associados a outros e aplicados como uma estratégia didática adequada podem auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem, ou seja, o mais importante é a forma como os recursos digitais são integrados, mas como são exploradas suas potencialidades, acompanhadas de reflexões e compreensão pelo professor sobre as situações propostas, proporcionando aos alunos ambientes de aprendizagem mais eficazes e significativos (AMANTE, 2011).

Corroborando Tüysüz (2010) enfatiza que o uso de estratégias de ensino baseadas nesse recurso pedagógico podem possibilitar o desenvolvimento de um

ambiente favorável e estimulante para o estudante nos processos de construção de conhecimento.

Em suma, na abordagem dos conceitos químicos é importante levar em consideração os recursos didáticos disponíveis que podem ser usados em parceria para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, por exemplo, as simulações no modo submicroscópico e as atividades experimentais a nível macroscópico se ancoradas a uma proposta didática integrada podem gerar grandes contribuições no processo de aprendizagem, nesse sentido uma teoria que pode auxiliar na integração de diferentes modos de representação é a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia que tem como base o princípio do uso de imagens e palavras associadas em uma apresentação multimídia podem auxiliar os alunos na construção do conhecimento.

2.6 Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, proposta por Mayer (2009) permite avaliar o potencial das multimídias no processo de aprendizagem. A TCAM se constitui no campo da psicologia cognitiva ancorada pelas Teorias do Código Duplo do Paivio (1986) e o Modelo de Memória de Baddeley (1986). Segundo essas teorias o ser apresenta um sistema de processamento de informação visual e outro verbal e podem trazer grandes benefícios quando usados de forma integrada durante o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Mayer (2009), as pessoas aprofundam seus conhecimentos a partir de imagens e palavras do que apenas palavras isoladas. Assim, por exemplo, quando o professor faz uma explicação utilizando os canais auditivos (verbal) e as imagens (visual), os alunos tendem a aprender com maior êxito o que se deseja ensinar.

Na TCAM, a construção do conhecimento acontece a partir de combinações dos sentidos, pois essa interação possibilita um maior potencial para a aprendizagem. Assim, a aprendizagem ocorre por meio de construções de representações mentais de palavras (verbal), como por exemplo, um texto impresso, um livro ou um texto falado e figuras (visual), como, fotos, ilustrações, animações e simulações. Nesse sentido, a aprendizagem multimídia está relacionada a essa integração dos canais

verbal e visual dentro de processo de aprendizagem (MAYER, 2005). É importante levar em consideração que o simples fato de adicionar imagens a palavras não garantem uma melhoria na aprendizagem, pois nem todas as apresentações multimídias são igualmente eficazes.

‘Nessa perspectiva, é possível reelaborar e organizar os conteúdos escolares para que eles possam ser explorados a nível verbal e visual, considerando processos cognitivos de cada aluno no processo de aprendizagem. Essa mensagem multimídia pode ser vinculada a qualquer meio, seja ele papel ou computador, podem ser estáticas, como ilustrações dos livros ou dinâmicas como, por exemplo, uma animação, simulação ou um videoclipe (MAYER, 2009).

A TCAM baseia-se em três pressupostos da ciência cognitiva relativos à aprendizagem proposta por Mayer (2009):

- **Pressuposto do Canal Duplo** - segundo o qual o ser humano possui canais distintos de processamento de informações visuais e auditivas. Nesse sentido, pode ocorrer também a conversão da informação apresentada em um canal para outro, por exemplo, na leitura de um texto o aprendiz pode observar pelo visual uma vez que é uma leitura, ou pode ser possível que um leitor possa transformar as palavras em representações de imagens e sons que nesse caso são processados pelo canal auditivo.
- **Pressuposto da Capacidade Limitada** - segundo o qual os seres humanos estão limitados quanto à quantidade de informação que conseguem processar simultaneamente em cada canal, ou seja, quando é apresentada uma ilustração ou animação ao aprendiz ele só consegue reter na memória de trabalho algumas imagens a cada momento, correspondentes a partes do material apresentado e não uma cópia exata do que foi abordado. Nesse sentido, a nossa capacidade de processamento nos faz tomar decisões sobre quais as informações que recebemos e que devemos prestar atenção, quais as ligações que devemos estabelecer entre as que foram selecionadas e os conhecimentos que já se dispõe.

- **Pressuposto do Processamento ativo** - segundo o qual a aprendizagem requer um processamento cognitivo essencialmente em ambos os canais. Nesse processo os seres humanos prestam atenção às informações recebidas, organizando-as em representações mentais novas integrando aos outros conhecimentos. O objetivo desse processo é auxiliá-los a conseguir que as informações façam sentido e como resultado desse processamento ativo se tenha a construção de uma representação mental coerente, o que possibilitará ao aprendiz ver a aprendizagem como um processo de construção de modelos.

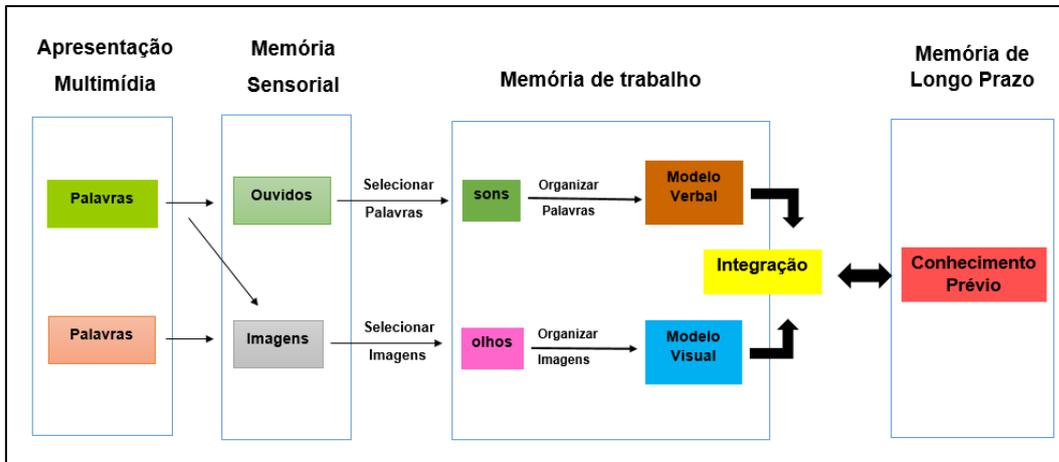
A aplicação da TCAM requer alguns cuidados na elaboração da apresentação multimídia, a qual Mayer (2009) chama design multimídia que surge como objetivo de auxiliar os aprendizes a construir seus modelos. São eles:

- I- Os materiais apresentados devem ter uma estrutura coerente;
- II- A mensagem deve dar uma orientação ao aprendiz sobre a forma de construir a estrutura.

Segundo o autor, se a apresentação não seguir uma estrutura coerente, por exemplo, se forem fatos isolados e não tiver uma indicação de como os materiais podem ajudar na construção de modelo, os esforços do aprendiz podem não apresentar nenhum resultado. Assim, a aprendizagem multimídia está relacionada com três processos essenciais para uma aprendizagem ativa: a seleção do material relevante, organização do material selecionado e integração do material selecionado com os conhecimentos existentes. A escolha do material relevante está relacionada quando o aprendiz presta atenção às imagens e as palavras contidas nos recursos apresentados. A organização dos materiais selecionados ajuda no estabelecimento de relações e estruturas de diferentes elementos. A integração está no estabelecimento de relações entre as informações recebidas e partes relevantes dos conhecimentos existentes.

A Figura 2 apresenta um esquema que representa um modelo cognitivo e os tipos de memórias utilizadas na aprendizagem multimídia que relacionam com sistema de processamento da informação nos seres humanos.

Figura 2: Aprendizagem Multimídia



Fonte: AUTOR, (2019)

Nota: adaptado, Mayer (2009)

Na aprendizagem multimídia como ilustrado na Figura 2, a sua apresentação contém os recursos que se deseja usar para ajudar o aprendiz na construção de seu modelo. A mensagem entra pelos canais (olhos e ouvidos) é processada na memória sensorial, nesse momento ela permite que as imagens apresentadas ou textos sejam retidos na memória sensorial, o mesmo ocorre com os sons, as narrações que são retidas pelos ouvidos. Assim, todas as informações ficam retidas por um curto espaço de tempo. As setas indicam as entradas de informações e seus registros pelos canais.

O Terceiro quadro diz respeito à memória de trabalho e é nela que se concentra a aprendizagem multimídia, pois é usada para reter temporariamente conhecimentos na consciência ativa para manipular as informações recebidas; por exemplo, ao ler um texto um aprendiz só consegue se concentrar em apenas algumas palavras de cada vez, o mesmo ocorre ao observar uma animação em que ele só consegue reter algumas representações. O formato das informações que ficam na memória de trabalho, pode ser feito através de textos, imagens e sons; posteriormente, os conhecimentos são elaborados na memória de trabalho, que são os modelos que Mayer (2009) designa como verbal e pictórico, por exemplo, uso da simulação para representar a concentração de íons hidrônio na solução.

As setas indicadas (selecionar imagens e organizar palavras) a figura 02 no campo da memória de trabalho representam os cinco processos cognitivos necessários para a aprendizagem multimídia que são: seleção de imagens, seleção de palavras,

organização de imagens, organização de palavras e integração. Esses processos são resumidos no quadro 04 abaixo.

Quadro 4: Cinco processos cognitivos da TCAM

PROCESSO	DESCRIÇÃO
<i>Seleção de palavras</i>	O aprendiz presta atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para criar sons na memória de trabalho.
<i>Seleção de imagens</i>	O aprendiz presta atenção a imagens relevantes de uma mensagem multimídia para criar imagens na memória de trabalho.
<i>Organização de palavras</i>	O aprendiz estabelece ligações entre as palavras selecionadas para criar modelos verbal coerente na memória de trabalho.
<i>Organização de imagens</i>	O aprendiz estabelece ligações entre as imagens selecionadas para criar modelos pictórico coerente na memória de trabalho.
<i>Integração</i>	O aprendiz estabelece ligações entre os modelos verbais e pictóricos e os conhecimentos existentes.

Fonte: MAYER (2009).

No último quadro da imagem corresponde a memória de longo prazo que é o local em que se encontram os conhecimentos do aprendiz, ao contrário da memória de trabalho consegue reter uma maior quantidade de conhecimentos durante logo período, ou seja, são os conhecimentos adquiridos ao longo da vida.

Nesse sentido, para organizar uma atividade multimídia é necessário o professor analisar e refletir sobre a quantidade de informação a ser apresentada ao estudante, se é relevante para sua aprendizagem e apresentá-las, respeitando os cinco processos cognitivos, pois os alunos vão desenvolver este processo de aprendizagem seguindo etapas, pois segundo o Mayer (2009), as mensagens multimídias organizadas de acordo como a mente humana funcionam têm uma maior probabilidade de se conseguir uma aprendizagem significativa do que as que não são.

Assim, conhecendo os processos cognitivo envolvidos na TCAM a abordagem de conteúdos escolares além de perpassar pelos canais verbal e visual respeitando o processo devem ocorrer de acordo com os doze princípios da aprendizagem multimídia:

I. Princípio de Coerência

As pessoas aprendem mais quando as palavras e as imagens têm uma relação entre si, ou seja, imagens e sons, que não têm sentidos devem ser excluídos. Por exemplo, muitas informações que não tem relação com o objetivo do aprendizado podem atrapalhar os estudantes no processo cognitivo.

II. Princípio da Sinalização

As pessoas aprendem mais quando as informações importantes dos conteúdos são destacadas, também quando são adicionadas, “pistas”, por exemplo, palavras importantes para o entendimento do conteúdo.

III. Princípio da Redundância

As pessoas aprendem mais quando se utiliza animação e narração integradas em vez de usar vários materiais isoladamente como textos, animação e narração separadamente.

IV. Princípio de proximidade espacial

As pessoas aprendem mais quando as palavras e as imagens correspondentes são apresentadas próximas, pois segundo o autor quando elas são apresentadas distantes podem perder a possibilidade relação imediatas.

V. Princípio de Contiguidade Temporal

As pessoas aprendem mais quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente em vez de sucessivamente, pois uma falta de conexão entre a imagem e a palavra pode dificultar a estruturação do conhecimento e as relações com o conteúdo apresentado.

VI. Princípio da Segmentação

As pessoas aprendem mais quando uma aula de multimídia é apresentada em passos ou segmentos adequados ao usuário, e não como uma unidade contínua, pois segundo o autor depois de o aluno ver o segmento ele é capaz de fazer as relações de forma mais organizada.

VII. Princípio da Pré-formação

As pessoas aprendem mais a partir de uma apresentação multimídia, quando sabem as características essenciais dos conceitos. Por exemplo, quando sabem as particularidades de um determinado conceito.

VIII. Princípio de Modalidade

As pessoas aprendem mais quando se utiliza uma animação e narração em vez de animação e um texto escrito, pois nesse momento está se utilizando dos dois canais a audição e a visão, levando a compreensão mais significativa e conseqüentemente a aprendizagem.

IX. Princípio de multimídia

As pessoas aprendem mais através da combinação de palavras e imagens do que apenas palavras. Esse princípio é o centro da TCAM, pois o uso adequado desses dois canais (visão e audição) pode promover uma melhor aprendizagem.

X. Princípio da personalização

As pessoas têm seu processo de aprendizagem mais efetivo quando as apresentações multimídias se aproximam do contexto o qual está inserida. Por exemplo, ela ocorre quando se utilizar a forma coloquial ao invés da formal, na interação professor-aluno e aluno-apresentação multimídia.

XI. Princípio da Voz

As pessoas aprendem mais quando a narração em apresentações multimídia é falada em uma voz humana amigável, em vez de uma voz de máquina.

XII. Princípio da Imagem

As pessoas não necessariamente aprendem mais com uma aula multimídia quando a imagem do falante (personagem da animação) é adicionada à tela. Pois, o uso desse personagem pode desviar a atenção do canal visual do aluno.

Dentre os princípios utilizados na estruturação da sequência desta pesquisa foram o princípio da multimídia, pois toda a sequência foi estruturada através de combinações de palavras e imagens, tendo como referência os diferentes modos de representações dos modos do conhecimento químico em cada etapa da sequência. Outro princípio levado em consideração na estruturação foi o da pré- formação, pois é preciso conhecer as características essenciais dos conceitos, nesse sentido abordagens anteriores o uso das multimídias pode ajudar os alunos na compreensão dos conceitos quando já sabem seus pontos importantes. Outros princípios também foram utilizados nas etapas da pesquisa e análise dos resultados.

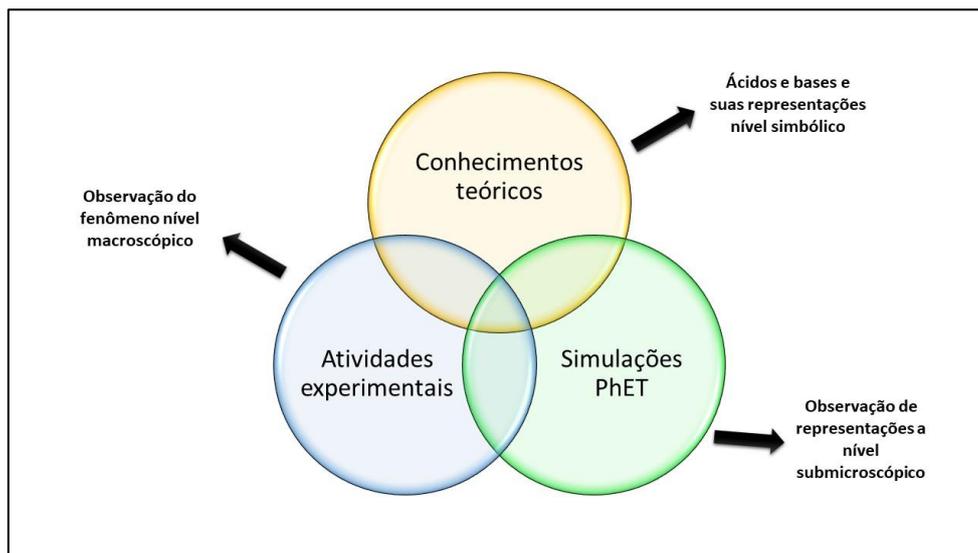
2.6.1 Aprendizagens Multimídia com Simulação e Experimentação

No Ensino das Ciências, especificamente da Química, é comum os professores solicitarem aos alunos que imaginem situações abstratas nas quais esteja acontecendo transformações ou reações entre substâncias. Imaginando o fenômeno a partir de sua fala apenas, conseqüentemente gerando dificuldades no processo de aprendizagem, pois dificilmente, eles conseguem fazer as relações da fala com o fenômeno que ocorre a nível submicroscópico e explicar suas interações com os níveis macroscópico e simbólico. Nesse sentido, a utilização de recursos computacionais como as simulações virtuais representam uma alternativa viável para possibilitar estas visualizações. Contribuindo assim, para o processo de aprendizagem dos conceitos químicos (SOUZA *et al.* 2004).

Sobre o uso das simulações em situações didáticas, Valente (2005) destaca que elas possibilitam a criação e representação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Permitindo assim a construção do conhecimento de forma contínua, na qual o aluno é um ser ativo no processo, no qual ele constrói os conceitos a partir da manipulação e interação com os recursos.

Sendo assim, apoiados na TCAM e no uso de recursos digitais como a simulação PhET associado a experimentação e integrados aos conteúdos vistos em sala de aula (Figura 3), possa contribuir de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem da ciência química, pois o uso integrado destes recursos possibilitam um entendimento mais efetivo dos fenômenos estudados, além de ser possível a visualização e compreensão de conceitos mais abstratos (nível submicroscópico).

Figura 3: Esquema ilustrativo dos recursos didáticos



Fonte: AUTOR (2019)

Nessa perspectiva, o uso das atividades experimentais, os conhecimentos teóricos e as simulações associados em uma situação didática recursos associados corrobora com o princípio principal da TCAM, pois possibilitam a exploração dos dois canais (verbal e auditivo), os quais segundo Mayer (2009) proporcionam aos alunos um sistema de processamento de informações visuais e um processamento de informação verbal na qual as palavras faladas em situações de ensino entram pelos sistemas verbais, e as visualizações, por exemplo, pelo uso da simulação entram pelo sistema visual e ajuda os alunos na construção de modelos integrando os conhecimentos novos aos já existentes, o que segundo o Mayer (2009) contribuir de forma significativa para aprendizagem do que quando se usa apenas um canal (visual ou verbal) de forma isolada.

O uso de multimídia pode auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos. Porém, não é só as inserir nas aulas que teremos êxito,

mas é preciso que esse processo seja pensado e refletido para o público que se deseja aplicar a proposta, respeitando o aspecto cognitivo de cada indivíduo na construção de conhecimento (COELHO; SOVELA, 2011).

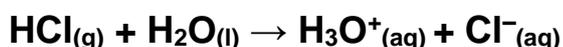
2.7 Ácidos e Bases

Os conceitos de ácidos e bases surgiram desde antigas civilizações. Os egípcios foram os primeiros com seus conhecimentos químicos a obter algumas substâncias entre elas o amoníaco, porém o conceito que hoje conhecemos de ácido veio dos gregos, pois o nome está relacionado ao sabor que se origina da palavra *oxein*, no latino deu origem ao verbo *acere*, que significa azedo, o que é uma das características das substâncias ácidas, já o termo alcalino como também são conhecidas as substâncias básicas se origina de uma palavra árabe *al qaly*, que significa cinza das plantas visto que algumas substâncias eram obtidas a partir das cinzas de certos vegetais, mas também existiam outras fontes naturais. (CHAGAS, 2000).

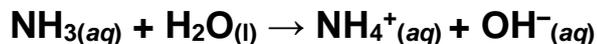
As teorias ácido-base surgem com o objetivo de explicar os comportamentos dessas substâncias, buscando características comuns, assim, apesar dos termos serem usados desde a antiguidade, as teorias que vamos abordar surgiram no século XX. Nesse sentido os ácidos e bases podem ser identificados e classificados segundo um conjunto de reações químicas classificadas de acordo com as teorias de Arrhenius (1884), Brøsted-Lowry (1923) e Lewis (1923) as quais serão apresentadas a seguir (ATKINS; JONES, 2012).

2.7.1 Teoria de Arrhenius

Apresentada em 1887 pelo químico sueco Svante Arrhenius, como sendo a “Teoria Química dos Eletrólitos que consistia na dissociação eletrolítica”. Segundo essa teoria as substâncias ácidas em água produzem íons hidrônio (H_3O^+). Observe a equação 1 de ionização do ácido clorídrico em água:



Para Arrhenius as substâncias básicas são aquelas que se dissociam em água produzindo íons hidróxido (OH^-) como se observa na equação química 2.



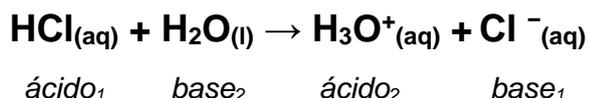
Essa teoria foi uma das mais importantes para o desenvolvimento de outras áreas da química, pois além de dar conta de um percentual grande de fenômenos conhecidos proporcionou o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa, por exemplo, a partir dela foi possível explicar a condutividade elétrica das soluções. Ainda de acordo com as definições de Arrhenius, uma reação entre um ácido e uma base é chamada de reação de neutralização (SHRIVER, 2008). Entretanto, é uma teoria restritiva, pois acaba limitando o comportamento ácido-base a soluções aquosas. Nesse sentido, outras teorias ácidos e bases surgiram com o objetivo de explicar outros comportamentos não contemplados na teoria de Arrhenius.

2.7.2 Teoria de Brønsted-Lowry

Em 1923 um químico dinamarquês chamado de Johannes Brønsted e um outro químico inglês Thomas Lowry propuseram definições independentes, sendo Brønsted um dos que mais contribuiu para o desenvolvimento desta teoria ácido e base. Surgindo a então chamada de Teoria de Brønsted-Lowry, também conhecida como teoria protônica sendo definida da seguinte forma:

- Ácidos são substâncias doadoras de prótons (H^+).
- Bases são substâncias receptoras de prótons (H^+).

Como são exemplificados no esquema abaixo:



Nesse caso o HCl é um ácido de Brønsted em que se observa uma reação de transferência de próton, dizemos então que a molécula fica desprotonada. Em síntese:

Um ácido de Brønsted é um doador de prótons e uma base de Brønsted é um aceitador de prótons. A base conjugada de um ácido é a base formada

quando o ácido doou o próton. O ácido conjugado de uma base é o ácido que se formou quando a base aceitou o próton (ATKNIS, JONES, 2012, p. 426).

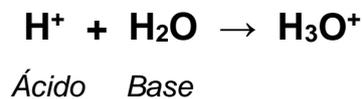
Essa teoria assim como a de Arrhenius apresenta suas limitações também, pois as definições aplicam-se apenas a transferências de prótons dando espaço para outras teorias.

2.7.3 Teoria de Lewis

Teoria proposta pelo químico americano Gilberto Lewis (1923), a qual propõem uma definição do comportamento ácido e base baseado em propriedades dos sistemas eletrônicos de átomos e moléculas baseados na mecânica quântica. As definições de Lewis estão relacionadas à capacidade de doação ou recepção de par de elétrons diferenciando ácido e base da seguinte maneira (ATKINS; JONES, 2012, p. 426):

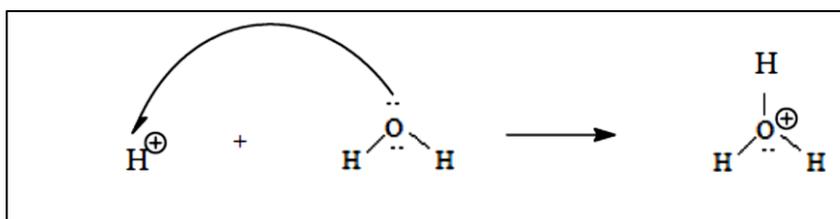
- Um ácido de Lewis é um aceitador de pares de elétrons.
- Uma base de Lewis é um doador de par de elétrons.

Um esquema de reação ácido-base de Lewis pode ser observados a seguir:



A reação fundamental do ácido-base, de acordo com a teoria é formada de uma ligação covalente entre um ácido e uma base. Na reação química (figura 4), a base é o doador de pares de eletrônicos que no exemplo é a molécula de H₂O que compartilha um dos seus pares de elétrons e o ácido o receptor, no exemplo é o íon (H⁺), ambos formam uma ligação covalente e dão origem ao íon hidrônio (H₃O⁺).

Figura 4: representação da reação ácido-base Lewis.



Os conceitos de ácidos e bases de Lewis são os mais abrangentes e têm muitas aplicações na compreensão relacionadas a estabilidade, formação de ligações químicas e das formas geométricas das moléculas.

É importante destacar que o conhecimento sobre esses conceitos e teorias ácido-base, apesar de abordar sobre as três teorias nessa pesquisa, as atividades realizadas são baseadas na teoria de Arrhenius visto que ela é suficiente para explicar os fenômenos que foram abordos na sequência didática que aborda as concentrações dos íons hidrônios (H_3O^+) e hidroxilas (OH^-) presentes no meio aquoso.

2.8 Importância dos Conceitos Ácidos e Bases e Suas Aplicações

As substâncias ácidas e básicas estão presentes no cotidiano da sociedade, sendo assim é importante conhecer suas características devido a sua aplicação nas situações cotidianas. Situações que vão desde o funcionamento do organismo até a alimentação, pois parte das reações que ocorrem no organismo são ácido e base, por exemplo, as reações que mantem o equilíbrio do pH do sangue, as do ácido clorídrico presente no estomago que ajuda na digestão dos alimentos.

O conteúdo ácidos e bases é importante para o entendimento das situações cotidianas, desde as transformações químicas que ocorrem no organismo como citadas e as relacionadas com as frutas e seus sabores, os medicamentos os produtos de limpeza e as demais substâncias do cotidiano que podem se relacionar tais conceitos (GUERRA et al, 2008).

Guerra et al. (2008) aponta algumas aplicações para justificar importância dos ácidos e bases no cotidiano.

- Acidez e a basicidade são fatores importantes para a saúde, por exemplo, através do pH urinário é possível identificar se o indivíduo está com o seu sistema renal funcionando dentro dos limites normais de pH que é 4,5 a 8. Já se a urina estiver alcalina pode ser um indicativo de insuficiência renal ou infecção no trato urinária.

- O sangue humano tem suas funções realizadas devido à presença de hemoglobina e ácido carbônico, o que contribui para o equilíbrio do pH do sangue.
- Na agricultura o pH do solo, por exemplo, influencia decisivamente a maior ou menor absorção dos diferentes nutrientes necessários para as plantas. Sendo esse um elemento importante e a partir dele podem ser identificados muitos problemas agrônômicos.

Nesse sentido, destacasse a contextualização que apresenta significados para os alunos a partir de sua abordagem social, levando-os a compreender a importância do conhecimento químico sobre o que está se estudando e aplica-los nas explicações dos fenômenos e fatos do cotidiano (LEVORATO; BUENO, 2014).

Destaca também o papel do ensino de química na formação cidadã do aluno enquanto sujeito capaz de tomar decisões frente a situações reais, temas como esse trazem para a sala de aula discussões e aspectos sociais relevantes que exigem deles um posicionamento crítico quanto a sua solução. Essa temática traz pontos importantes e interessantes o que levou a abordá-la na sequência didática explorada nessa pesquisa partindo das concepções prévias dos alunos quanto ao tema ácidos e bases.

3 METODOLOGIA

O propósito deste capítulo é caracterizar os aspectos metodológicos do presente projeto de pesquisa em que foi abordado, os sujeitos, e o campo de investigação, em sequência os instrumentos que foram utilizados e por fim trataremos como será realizada a coleta de dados e as análises dos dados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa se configura como uma abordagem qualitativa, em que segundo Oliveira (2014), esse tipo pode ser definido como um processo reflexivo e de análise do contexto no qual estão inseridos os indivíduos, utilizando para isso, métodos e técnicas que possibilitem uma compreensão mais detalhada do objeto de estudo. Este método tem como base os relatos, descrições, opiniões, crenças e sentimentos ao invés de números (WILLIMAN, 2015).

Para Creswell (2007, p. 35), o investigador usa, primariamente, alegações pós-positivistas. “[...] para o desenvolvimento de conhecimento, ou seja, raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, usam de mensuração, observação e testes de teorias”. Sendo assim, busca-se com essa pesquisa identificar quais as contribuições e limitações do uso da estratégia proposta para o processo de construção do conhecimento químico, a partir das observações feitas ao longo dos encontros e das respostas dadas por meios de questionários e das interações sociais do pesquisador com o seu objeto de pesquisa.

3.2 Participantes da Pesquisa

Participaram desta pesquisa, 30 alunos do 2º ano de uma Escola de Referência em Ensino Médio (EREM) de tempo Integral da Rede Pública Estadual da cidade de Caruaru-PE. A escolha da escola seguiu os critérios necessários para realização da pesquisa na instituição, o qual deveria apresentar um laboratório de informática em funcionamento e autorização por parte da gestão para realização das atividades em conjunto com a professora responsável pelo componente curricular Química na

escola. Não foi levado em conta na pesquisa a idade, situação socioeconômica e gênero, mas é importante saber que a comunidade escolar envolvida na pesquisa tem uma variedade de tipos de alunos, personalidades, pensamentos e culturas.

3.3 Procedimentos para Coleta de Dados

Os procedimentos metodológicos e as ferramentas que foram utilizadas para a coleta de dados desta pesquisa visaram alcançar os objetivos propostos. A coleta ocorreu a partir das interações dos sujeitos com as atividades realizadas.

O termo de anuência (Apêndice A), autorização para realização da pesquisa, foram entregues a gestão escolar no primeiro contato com a escola antes de iniciar a pesquisa. Em relação aos alunos, foram utilizados os termos de consentimento livre esclarecido (TCLE) (Apêndice B). Para os que os menores de idade foram encaminhados o TALE para conhecimento e autorização dos seus responsáveis.

Os encontros (aulas) foram registrados com áudio gravações, folhas de respostas e anotações do pesquisador sobre as atividades desenvolvidas nos diversos espaços de aprendizagens. As informações coletadas foram confidenciais, respeitando as exigências do comitê de ética nº 2.587.599.

3.3.1 Questionário I (Pré-Teste)

Segundo Gil (2010, p. 121), o questionário pode ser definido como um “conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado”. Objetivando identificar as concepções sobre os conceitos de ácidos e bases entre os alunos investigados foi aplicado um questionário aberto (Apêndice C), pois as informações coletadas nesses questionários foram de extrema importância para estruturação dos próximos encontros.

3.3.2 *Observação Participante*

A observação participante é uma técnica de coleta de dados que não tem como base apenas ver ou ouvir, mas examinar os fatos ou fenômenos que se deseja estudar. É um elemento básico de investigação científica utilizado na pesquisa de campo com abordagem qualitativa. Possibilita contato direto e próximo do pesquisador com o que está sendo pesquisado. Permitindo assim, o observador aplicar as experiências pessoais como contribuição na compreensão e interpretação do objeto estudado. Em alguns casos costuma ser mais importante do que qualquer outra técnica (MINAYO, 2016).

Neste tipo de investigação, o pesquisador deverá anotar suas observações e refletir sobre os seus objetos de estudo. Mas, para isso é necessário planejá-las determinando com antecedência o que se pretende observar e como irá fazê-la? Ou seja, delimitar o objeto de estudo, destacando que aspectos serão abordados e qual a melhor forma de obtê-los (MINAYO, 2016). Esta técnica foi utilizada no momento de execução da sequência didática utilizando como o principal instrumento de trabalho o diário de campo no qual foi anotado as observações realizadas no campo de pesquisa, durante todos os encontros.

3.3.3 *Folhas de Resposta das Tarefas*

Durante as realizações das atividades, os alunos realizaram 5 tarefas relacionadas a temática (Apêndices B à F), com o objetivo de verificar se a estratégia contribuiu para um processo de aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases.

3.4 **Estratégias Metodológicas**

Os conteúdos presentes na sequência didática foram ácidos e base, visto que, são conhecimentos que fazem parte de muitas situações cotidianas dos alunos. Por exemplo, a ocorrência de chuvas e seus impactos ambientais. Reações presentes no organismo do ser humano que apresentam características ácidas ou básicas, por

exemplo, fluídos corporais (suor, sangue), estômago (suco gástrico), que não são possíveis suas visualizações a nível submicroscópico. Sendo assim, o uso das simulações na abordagem desse conteúdo pode diminuir o nível de abstração dessas reações.

A proposta se constituiu da aplicação de uma sequência didática com o uso de simulações *PhET*, integrado a atividades experimentais e resoluções de questões envolvendo situações do cotidiano, com o objetivo de investigar as contribuições do uso integrado desses recursos para a compreensão de conceitos químicos que vão desde do nível macroscópico, simbólico e submicroscópico.

Nesse sentido, as atividades propostas ocorreram momentos em sala de aula, laboratório de informática e laboratório de química. Oportunizando a abordagem das simulações na plataforma *PhET* associadas a atividades experimentais e conhecimentos teóricos, a fim de contribuírem para construção do conhecimento.

A sequência didática foi desenvolvida em 6 encontros (Quadro 5). Encontro A: apresentação da proposta e documentos de autorização para realização das atividades (Apêndices A e B); Encontro B: aplicação do questionário (pré-teste); Encontro C: Exposição contextualizada dos conteúdos Ácidos e Bases, baseado nas respostas dadas anteriormente pelos alunos; Encontro D: apresentação da plataforma do *Phet*.; Encontro E: Simulação *PhET* (https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html), abordando escala de pH (Apêndice F), realizada no laboratório de informática. Encontro F: Atividade experimental e discussão final.

Encontro	Objetivo	Metodologia	Coleta de Dados	Tempo (aulas)
A	Apresentar a proposta da pesquisa e entregar da documentação (Carta de anuência e TCLE.			1
B	Levantamento das concepções prévias dos discentes sobre a temática	Questões- Pré-teste	Questionário	1
C	Aula expositiva-dialogada	Exposição contextualizada dos conteúdos Ácidos e Bases.	Observação e áudio gravação e questão sobre a temática.	2
D	Conhecer a plataforma do <i>PhET</i>	Apresentação das ferramentas presentes no <i>PhET</i> e a simulação.	Observação.	2
E	Explorar a simulação PhET	Explorar a simulação Escala de pH, seguindo um roteiro.	Folha de resposta e observação e áudio gravação.	2
F	Realizar na prática a questão respondida e verificar as relações das respostas dadas e observadas através do experimento.	Realização de atividade experimental.	Questões propostas no experimento e áudio gravação das discussões.	3

Fonte: AUTOR (2019).

3.5 Análise dos Dados

Na análise dos dados coletados nas gravações, questionários e folhas de respostas dos alunos foi utilizada a técnica de Análise do Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2011), definida como uma técnica de conjunto de instrumentos e métodos baseado nos discursos e seu conteúdo que pode ser verbalizado ou escrito, identificando as inferências do que se deseja analisar.

Minayo (2016) afirma que a AC é um método muito usado no tratamento dos dados das pesquisas qualitativas. Ela pode ser entendida como um conjunto de técnicas de pesquisa que busca sentidos de um determinado documento, compreensão dos conteúdos a partir de palavras, textos, imagens discursos entre outras fontes de dados para análise.

Para se atingir os objetivos proposto na AC foi seguido às etapas propostas pela técnica: I) pré-análise, II) exploração do material e III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A Pré-análise se caracteriza com a fase de organização, tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de modo a conduzir um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise. Essa fase tem três missões: a escolha dos documentos que serão submetidos, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores para fundamentar a interpretação (BARDIN, 2011).

A segunda etapa é a exploração do material na qual partirá das operações realizadas na pré-análise, com as definições das categorias, que são os sistemas de codificação e a identificação das unidades de registro, ou seja, a unidade usada como código para considerá-las como a unidade base do conteúdo a ser analisado no caso desta pesquisa serão palavras chaves.

A terceira etapa, tratamento dos dados (conteúdo dos resultados), ocorreu através da interpretação das inferências propostas pela teoria de Bardin (2011) e a partir de categorias estabelecidas em que ocorreram a condensação e o destaque para as informações que foram utilizadas nas análises, tendo como

base a aparição das palavras chaves no conteúdo analisado baseado nos princípios da TCAM (MAYER, 2009).

Sendo assim, na AC se fez necessária à observação da ocorrência ou não de uma unidade de registro, ou seja, as relações das representações e dos princípios da TCAM. Podendo constituir um índice mais frutífero a partir do que se apresenta com uma maior frequência se relacionando a etapa da sequência, o objetivo proposto, a relação dos modos representativos o recurso utilizado e a compreensão dos conceitos e as interações entre as suas diferentes representações.

É importante destacar que alguns dos princípios da TCAM estiveram presentes nas análises dos dados obtidos na pesquisa auxiliando na identificação de inferências dos dados obtidos, levando a uma discussão TCAM e o uso dos diferentes recursos didáticos no processo de aprendizagem, foco da pesquisa. É importante salientar que na apresentação multimídia para ser eficiente, não precisa necessariamente conter os doze princípios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como explicitado na metodologia, esta pesquisa foi aplicada a uma turma de 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio da rede pública de ensino. Esta seção está dividida em I) Levantamento das concepções prévias dos alunos, II) aula expositiva-dialogada, III) Conhecendo a simulação *PhET*, IV) Exploração de uma simulação (Escala de pH) e V) Atividade experimental.

4.1 Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos

Como proposto, para iniciar a sequência didática aplicou-se um pré-teste (apêndice C) aos alunos objetivando investigar suas concepções prévias no que diz respeito aos conceitos de ácidos e bases a partir de afirmações e perguntas relacionadas ao cotidiano. Assim, Pergunta 1 (P₁) investigou a compreensão dos discentes sobre ácidos e base. Etapa que foi de extrema importância para as fases seguintes da SD que tiveram como base o conhecimento inicial dos discentes sobre as funções inorgânicas. Desta forma, foi possível observar a partir da maioria das respostas dos alunos (A₁, A₃, A₂, A₇, A₈) que eles apresentaram definições e representações com erros conceituais conforme segue abaixo:

- “Ácido como algo ruim e base como algo bom” (A₁);
- “Ácido corrosivo” (A₃);
- “As fórmulas que tem H são ácido e as que tem O e H são bases” (A₅);
- “Ácido com gosto amargo, irrita os olhos e a boca” (A₂);
- “Bases tranquilas como por exemplo água, suco e leite” (A₇);
- “Ácido é algo ruim para o estômago” (A₈);

Analisando as afirmações acima, por exemplo, a do discente A₅, há uma classificação dos ácidos segundo a presença do elemento hidrogênio (H) e bases sendo compostos que apresentam oxigênio (O) e hidrogênio (H), ou seja, ele não consegue diferenciar o elemento H para seu íon H⁺ e a representação da hidroxila OH⁻ ao invés de OH como escrito pelo aluno. Assim, determinados concepções dos alunos podem estar relacionados a forma como a química é vista em sala de aula, sejam elas com foco na memorização, cálculos e abstrações sem uso de recurso que possibilitem compreender os conceitos que estão sendo abordados. Giordan (2008) afirma que é preciso o uso de diferentes formas de representação da estrutura da matéria como também a molecular para auxiliar no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, observa-se assim que há uma necessidade de se abordar com mais intensidade as representações e conseqüentemente as definições dos conceitos, pois a resposta diverge das definições corretas, apresentadas nos livros didáticos. Por outro lado, verifica-se a partir de sua resposta que o alunos não compreende a teoria ácido-base de Arrhenius em que uma substância com característica ácida é definida como composto covalente que reage com água sofrendo ionização formando soluções que apresentam como único cátion o hidrônio, H₃O⁺; As bases são compostos orgânicos capazes de se dissociar na água formando íons, dos quais o único ânion é o hidróxido, OH⁻ (REIS, 2016).

Além disso, é possível constatar também que os alunos atribuem características aos ácidos como sendo algo “ruim” e as bases como algo “bom”. Entretanto, não trazem uma relação científica. Por exemplo, quando A₈ afirma que “ácido é ruim para o estomago”, não considera que o suco gástrico tem em sua composição o ácido clorídrico (HCl) que tem papel importante na digestão dos alimentos.

A segunda pergunta era para jogar o itens como verdadeiro e falso visando instigava a uma reflexão dos alunos sobre a temática investigada ao abordar se as substâncias ácidas são prejudiciais a Saúde e em quaisquer quantidades. Observou-se que, cerca de 39% dos alunos julgaram o item como falso e apresentaram as seguintes justificativas:

- *“se for em pequenas quantidades não é prejudicial, pois alguns alimentos, por exemplo as frutas, são ácidos.” (A₉);*
- *“dependendo do ácido, em pequenas quantidades, eles podem ser usados na alimentação como por exemplo o vinagre.” (A₂₆);*
- *“o vinagre é ácido e você pode ingeri-lo sem causar nenhum malefício (moderadamente).” (A₅);*
- *“nem todo ácido faz mal à saúde, como por exemplo, o ácido ascórbico (vitamina C) usado no combate à gripe” (A₂₃);*

Na fala dos alunos acima é possível observar que eles relacionam os ácidos a alimentação ou a medicamentos para justificarem que não são prejudiciais à saúde quando em pequenas quantidades. Ou seja, observa-se que não há uma fundamentação teórica que justifique suas respostas.

Nessa perspectiva, para amenizar a problemática acima, Silva e Santiago (2012) afirmam que é necessária uma abordagem de um ensino menos compacto e mais integrado a partir de associações com a realidade e o conhecimento químico e não apenas com os objetivos e conteúdos que, na maioria das vezes, são distantes do que é necessário para uma formação cidadã.

Por outro lado, Pereira (2008) afirma que os alunos apresentam dificuldades para associar a teoria com a prática, além disso, também é observado que os mesmos não conseguem imaginar os fenômenos químicos no cotidiano. Sendo necessário, então, uma mudança na forma dessa abordagem, o que torna ainda mais importante a aplicação desta pesquisa envolvendo diferentes recursos didáticos.

A terceira pergunta “Quando estamos com queimação no estômago (azia), qual o melhor procedimento a ser feito?”. A maioria dos alunos (68%)

indicou o uso de um antiácido. Nesse sentido, observou-se certo conhecimento sobre o uso destas substâncias no dia a dia da sociedade.

A quarta pergunta fazia referência ao Potencial Hidrogeniônico (pH), investigando sua função e qual a sua relação com os ácidos e as bases. Observou-se que a maioria 92% dos alunos afirmaram que o pH é utilizado para indicar a natureza ácida ou básica de uma substância, ou seja, os alunos compreendem esta relação. Entretanto, apenas um aluno (A₁₂) apontou uma explicação detalhada quanto a composição dessas substâncias, como pode ser observada abaixo.

- “O pH serve para saber se as substâncias têm caráter ácido ou básico. As substâncias ácidas têm maior quantidade de H⁺ enquanto que as básicas têm maior de OH⁻” (A₁₂).

Assim, é possível observar que o aluno A₁₂ aborda pontos importantes sobre o pH, mas, não fica claro se o mesmo sabe relacionar estas representações (íons) com as substâncias inorgânicas. Dados que foram explorados em fases seguintes da SD.

A quinta questão abordou sobre o papel da fenolftaleína como indicador ácido ou básico. Observou-se que era conhecido 89% dos alunos a sua função. Entretanto, o seu comportamento diante das substâncias ácidas ou básicas, não ficou expresso. Fato justificado devido, geralmente, o uso de roteiros não contextualizados que proporcionem questionamentos sobre os conteúdos abordados. Assim, é importante que o docente faça uso de atividades experimentais que tire os alunos da passividade e que possibilite o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio de formulações de teses de hipóteses e a valorização de atividades investigativas (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

A sexta questão abordava a classificação de substâncias do cotidiano como ácidas ou básicas. A Tabela 1 traz as respostas apresentadas pelos alunos.

Tabela 1: Classificação entre ácidas ou básicas de substâncias do cotidiano.

Substância	Ácido Nº alunos	Base Nº alunos	Caráter padrão
Água sanitária	28	2	Básico
Café	7	23	Ácido
Suco de laranja	27	3	Ácido
Leite de vaca	1	29	Ácido
Sabonete	12	18	Básico
Shampoo	15	15	Ácido
Vinagre	30	0	Ácido
Sangue	4	26	Aprox. Neutro

Fonte: AUTOR (2019)

De acordo com a Tabela 1 e respostas das perguntas (P₁ a P₅), foi constatado que a maioria dos alunos não tem a compreensão tanto a nível empírico como científico das substâncias inorgânicas discutidas. Fato que pode estar relacionado à falta, geralmente, de articulação entre os conteúdos e o dia a dia dos alunos. Assim, uso de diferentes modos de representações, sejam elas matemática, experimentais, verbais, visuais, gráficas animações devem ser usadas no processo de aprendizagem para auxiliar os alunos nas relações entres esses diferentes modos e só assim conseguir uma aprendizagem mais efetiva (WARTHA; RESENDE, 2017).

Os dados discutidos neste questionário foram utilizados, a partir de atividades didáticas, na reconstrução do conhecimento dando uma ressignificação aos conceitos.

4.2 Aula Expositiva Dialogada Sobre os Ácidos e Bases

A partir das concepções prévias dos alunos discutidas anteriormente, foi estruturada uma exposição oral sobre o tema investigado. Buscando, então, a reconstrução dos conceitos abordados nesta pesquisa.

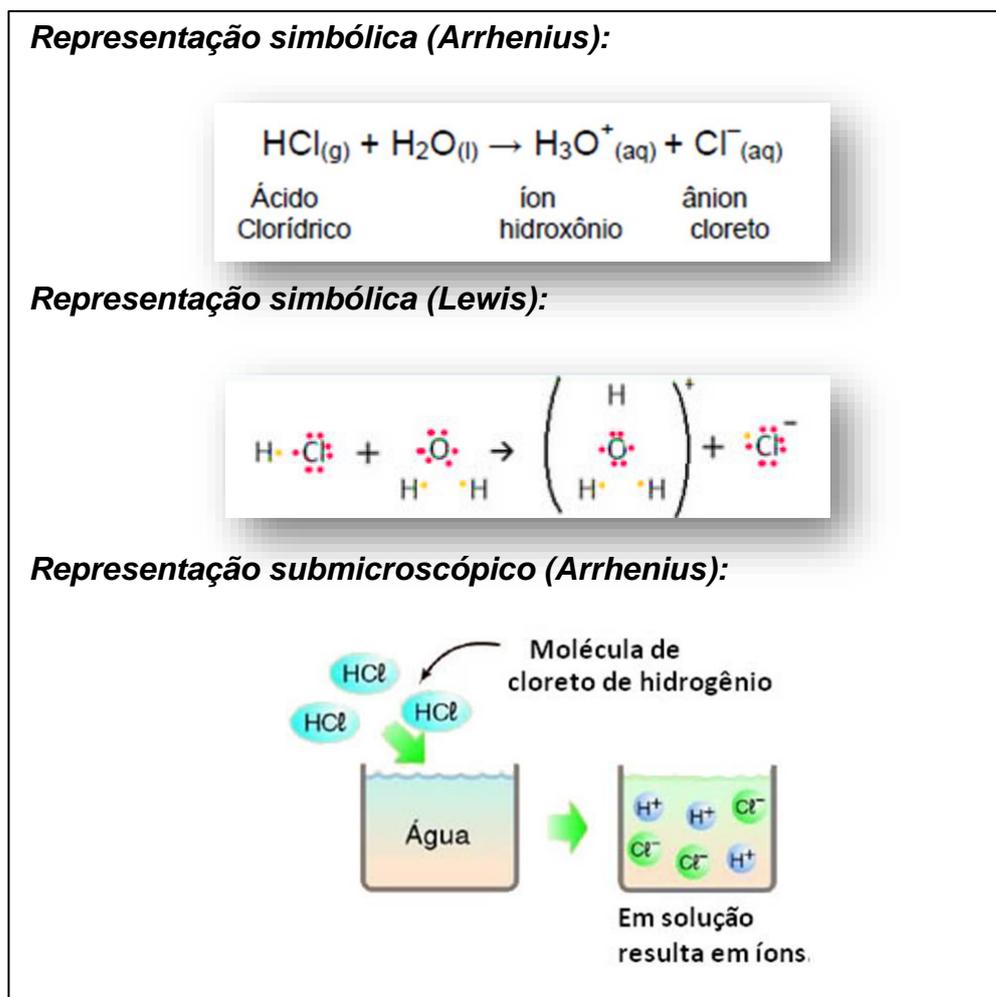
Pozo e Crespo (2009) apontam que a maioria dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem já possuem conhecimentos prévios sobre diversos conceitos. Esses podem ter origens no meio social, na experiência de vida, nos valores ensinados pela família e nas ideias definidas pela escola, para os autores utilizar os conhecimentos prévios dos alunos em sala de aula ajuda na reorganização dos conceitos existentes e dar sentido aos novos conceitos que são apresentados em situações de ensino.

Tais ideias corroboram também com a TCAM, que considera os conhecimentos prévios como parte essencial na construção e reconstrução do conhecimento. Nesse sentido, a aula foi elaborada e planejada pensando nesses aspectos e outros que são essenciais a esta pesquisa, por exemplo, os níveis de representação macroscópico, simbólico e submicroscópico.

Assim, a abordagem do conteúdo partiu dos problemas conceituais apresentados pelos alunos. Por exemplo, A₁₁ relatou que “substâncias ácidas contém hidrogênio em sua composição molecular, possui pH abaixo de 7 e tem o poder corrosivo. Enquanto que as substâncias básicas têm o pH acima de 7 e não possuem hidrogênio em sua fórmula química”.

Objetivando discutir conceitos de Ácidos e Bases a partir da situação acima, foi abordada a teoria de Arrhenius a fim de que os alunos pudessem refletir sobre as respostas apresentadas. Assim, provocar uma discussão e, conseqüentemente, a reconstrução dos conceitos. Nesse momento foi usado além da fala do professor, imagens (Figura 05) na apresentação multimídia baseado no princípio da TCAM de Mayer (2005), que diz que os alunos aprendem melhor através de imagens e palavras do que apenas palavras isoladas. Além de buscar usar os níveis de representação do conhecimento químico para que o aluno possa fazer as relações entre os diferentes níveis.

Figura 5: Representação das definições de ácido e base.



Fonte: EDUCABRAS (2018).

Durante a aula também foi abordado à aplicação dos ácidos e bases e questionamentos do pré-teste (Apêndice C). Por exemplo, o papel do ácido clorídrico na digestão. Visto que é uma das substâncias encontradas no suco gástrico presente no estômago e tem um papel importante na digestão dos alimentos. Esta abordagem teve como objetivo frisar a importância de alguns ácidos para nossa saúde. Pois, observou-se que era comum para os alunos apenas frisarem seu poder corrosivo.

Outro exemplo explorado foi o uso das bases, destacando o Hidróxido de Sódio conhecido popularmente como soda cáustica é uma substância de uso doméstico utilizado para desentupir pias por exemplo. Porém os alunos afirmaram que era corrosiva e classificada como substância ácida. Na aula foi abordado as características de uma base e seu comportamento em meio

aquoso. Enfatizando seu conceito segundo Arrhenius como é observado na equação abaixo.



(dissociação do hidróxido de Sódio)

O momento seguinte da aula foi à abordagem do Potencial Hidrogeniônico (pH): conceito; função; cálculo a partir da concentração de H_3O^+ da substância; indicadores, destacando as formas de obtenção a partir de extratos vegetais como repolho roxo, cebola, além de destacar a sua função. Em síntese, a aula buscou uma abordagem contextualizada das funções inorgânicas a partir de situações presentes na vida dos alunos. Assim, foi possível ampliar o conhecimento dos alunos. Após esse momento foi apresentado aos alunos a plataforma do *PhET*.

4.3 Conhecendo a Plataforma do *PhET*

A plataforma do *PhET* disponibiliza simulações em várias áreas da educação, assim foi escolhida devido as suas inúmeras possibilidades, pois permite aos alunos, por exemplo, visualizar como os átomos e moléculas se comportam em determinadas condições. Assim, tende a minimizar as dificuldades apresentadas pelos alunos em relação no momento em que precisam imaginar e descrever fenômenos no nível submicroscópico, mas com o auxílio do simulador é possível fazer à visualização e a comparação entres os modos de representação.

A plataforma com a simulação, como era algo novo para os alunos, foi necessário, inicialmente, apresentá-la ao grupo. Todos os alunos tiveram acesso a um *notebook* com a simulação “Escala de pH” que seria utilizada na pesquisa (Figura 6).

Figura 6: Página inicial do simulador



Fonte: PHET Colorado (2018).

Foram apresentadas aos alunos as funções da simulação, por exemplo, determinar se um líquido tem comportamento de um ácido ou uma base; relacionar a cor do líquido com o pH; questões relacionadas as concentrações de hidróxido; hidrônio e água dentre outras funcionalidades da simulação.

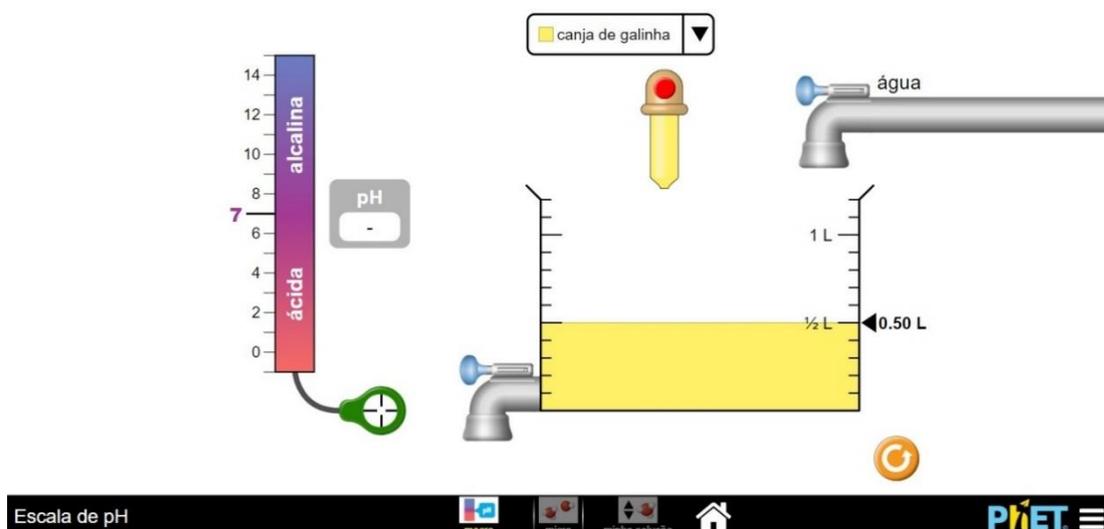
Em seguida, foi solicitado, a partir da exploração da simulação que eles observassem os níveis de representação presentes: o macro, micro e a relação de concentração em “minha solução” (Figura 7).

Figura 07: Tela dos níveis de representação



Fonte: PHET Colorado (2018).

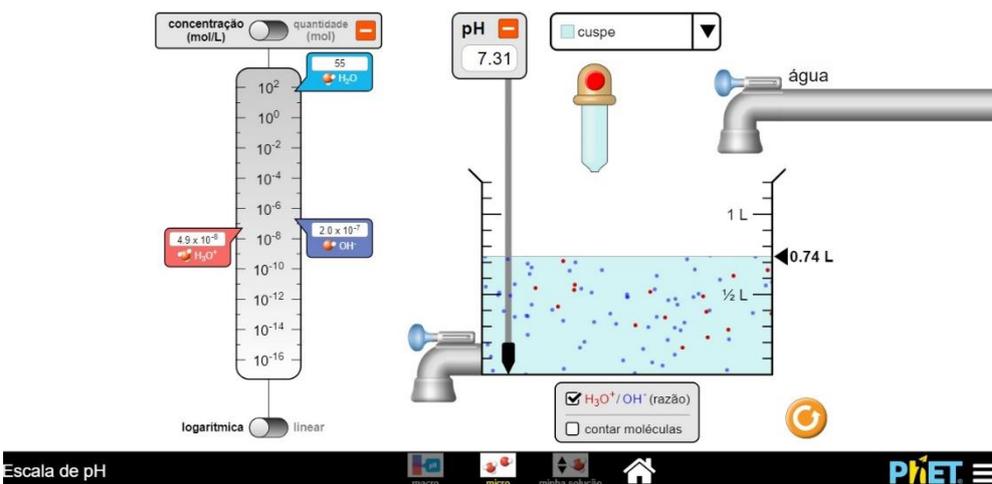
Figura 8- Tela Nível macroscópico



Fonte: PHET Colorado (2018).

Na tela da simulação envolvendo o nível submicroscópico (Figura 8) foi apresentado as ferramentas, a escala de pH; as substâncias presentes, por exemplo, o caldo de galinha; a torneira para controle da substância e adicionar água. Ressalta-se que a simulação possibilita analisar um leque de substâncias que não conseguimos encontrar na escola. Após essa verificação foi apresentado à tela do nível microscópico (Figura 9).

Figura 9: Tela do nível microscópico



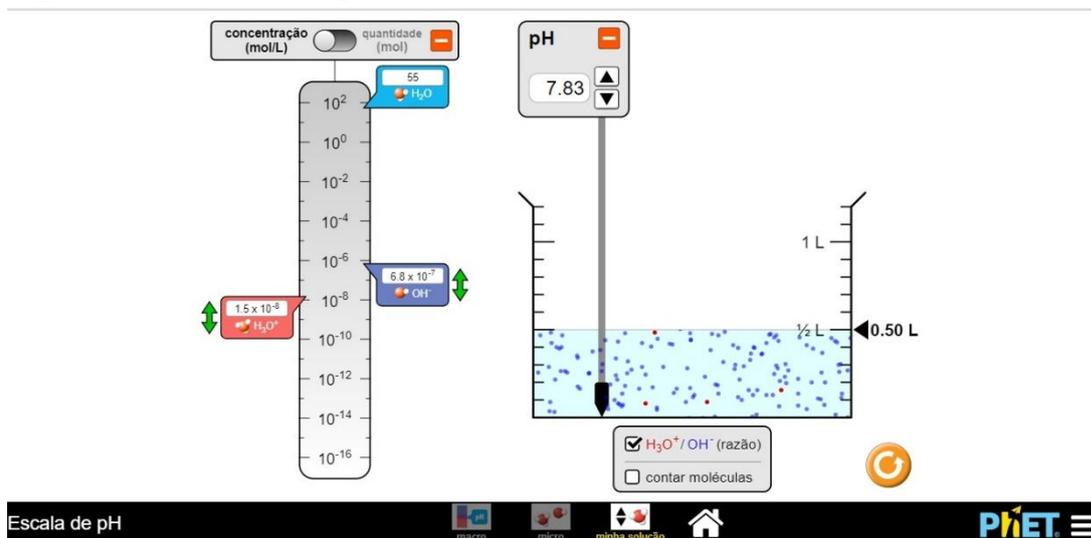
Fonte: PHET Colorado (2018).

Nessa tela possibilitava visualizar as representações dos íons (bolinhas azuis para OH^- e bolinhas vermelha para H_3O^+), relacionando-os com a teoria

ácido e base de Arrhenius e de seu comportamento em meio aquoso, além de ver a relação das concentrações dos íons com o aumento ou diminuição do pH.

A terceira e última tela (Figura 10) permitiu observar os aspectos macroscópicos e submicroscópico.

Figura 10: Tela da solução.



Fonte: PHET Colorado (2018).

Sendo assim, nesta fase da SD foi apresentado aos alunos o recurso que seria utilizado destacando sua importância na abordagem dos conceitos de ácidos e bases. A fase seguinte iniciou com a exploração deste recurso e teve como objetivo principal explorar e compreender os conteúdos abordados na aula. Buscando, assim, fazer as relações com as representações do nível macroscópico e submicroscópico.

4.4 Exploração da Simulação “Escala de pH”

Neste momento foi utilizado a simulação *PhET* abordando uma atividade em torno da escala de pH (Apêndice D) tendo como base os princípios da TCAM focando os níveis de representação do conhecimento químico.

Gois e Giordan (2007) afirmam que as representações de determinados objetos da química, que muitas vezes é bastante abstrato, por meio de recursos

gráficos disponíveis nos computadores possibilitam um novo caminho de construção de conhecimento nas aulas de química. Assim, o contato dos alunos com a plataforma teve como base o princípio da segmentação da TCAM, segundo o qual quando o material é apresentado de forma segmentada pode ser controlado pelo aluno.

Nesse momento, os alunos além de escolherem 4 (quatro) substâncias disponíveis na simulação, tinham a liberdade de manipulá-las a partir de sua interação com a plataforma classificando-as de acordo com as suas observações atendendo os seguintes critérios da atividade: o pH; concentração de H^+ ; OH^- , tendo como base a teoria de Arrhenius.

Assim, ao manipular as substâncias propostas na atividade (Apêndice D), os alunos tendem controlar a atividade, no caso da simulação eles escolhem as substâncias que desejam testar, controlam a adição e retirada de água e podem visualizar as concentrações dos íons presentes na solução, ou seja, está de acordo com segundo o princípio da segmentação depois de ver um segmento ele é capaz de complementar seus processos cognitivos mais profundos de organização do material apresentado e integrar a estruturas cognitivas entre si no seu processo de aprendizagem (MAYER, 2009).

Por outro lado, a segunda orientação do roteiro, a partir das mesmas substâncias solicitava aos alunos que adicionassem água com o objetivo de verificar qual a influência nas substâncias e qual a relação com o pH de cada uma. Este momento foi acompanhado de narrações e questionamentos buscando estimular respostas a partir das observações dos alunos sobre o que eles estavam observando e qual a sua relação com a teoria vista em sala de aula.

O princípio da TCAM usado para analisar essa etapa foi o da modalidade em que o aluno aprende melhor quando o uso da multimídia está relacionado com uma narração, devido ao fato que nesse momento o aluno usa os dois canais diferentes a visão ao olhar para a simulação e manusear e a audição associado à narração do procedimento a ser realizado, auxiliando o processo de aprendizagem (MAYER, 2009).

Na execução da atividade os alunos começaram a fazer questionamentos entre si partindo de suas observações no momento que é adicionado água a solução escolhida. A transcrição das falas dos alunos pode ser observada abaixo:

“Oche!!! Quem já viu, a gente adicionou água no sabonete o pH diminui antes estava 10 agora que a gente colocou água foi para 8,9”. (A5)

“O meu foi na cerveja antes o pH era 4,5 depois que a gente colocou água aumentou para 4,8 o pH”. (A₁₀)

“O meu também foi o sangue que diminui o pH...” (A₁₉)

Nas falas dos alunos é possível observar que eles observaram as mudanças ocorrendo, conseqüentemente, se questionaram sobre o que tinha acontecido. Nesse momento, eles são estimulados a dar suas hipóteses e colocar na folha de resposta o que achavam que tinha acontecido. O princípio da TCAM usado para análise foi o da voz, visto que o mesmo coloca que a fala é uma interação social que pode refletir em vários aspectos e que no processo de aprendizagem dos alunos, se for utilizada associada a multimídia como instrução, pode auxiliar na construção do conhecimento (MAYER, 2009).

Nesse momento esperava-se que os alunos fizessem as relações com as concentrações de H^+ e OH^- nas justificativas de suas respostas como pode-se observar nas falas (A₂₀, A₁₉ e A₂₂).

“O vômito que é uma substância ácida ao adicionar água o seu pH que era 2,0 se torna 2,8 e sua concentração de H^+ diminui e a de OH^- aumenta. Já o sangue sendo uma das substâncias selecionadas mais básicas, tendo pH 7,4 ao adicionar água fica com um 7,3 seu H^+ aumenta e seu OH^- diminui. Nas substâncias ácidas a água se comporta como base e nas substâncias básicas se comporta como ácido” (A₂₂).

“Utilizando a água em bases ela age como um ácido diminuindo o pH das substâncias e nos ácidos e o contrário. Quando adicionamos água em meios ácidos a concentração de H^+ diminui e a de OH^- aumenta em substâncias básicas acontece o contrário” (A₁₉).

No sangue o pH diminuiu para 7,36. Porque a concentração de H^+ aumenta e o OH^- diminui. No cuspe o pH diminui para 7,35 porque a concentração de H^+ aumenta e o OH^- diminui. (A₁₂).

A partir das falas dos alunos A₂₀, A₁₉ e A₁₂ é possível observar que eles conseguem relacionar a alteração do pH com a concentração dos respectivos íons H^+ e OH^- , partindo das definições de Arrhenius da relação das concentrações e suas classificações como substância ácido base. A simulação ajuda a visualização a nível submicroscópico essas concentrações de íons que indicam o pH auxiliando assim o aluno a compreender as relações existentes entre o que se fala, o que se vê e o que acontece em uma substância quanto ao seu caráter ácido base.

Nessa perspectiva é possível atestar com um dos princípios da personalização propostos pela TCAM, pois segundo o princípio as pessoas aprendem melhor a partir de animação e textos na tela no caso da simulação se considera a linguagem química usada em suas simbologias, e a narração quando estão sendo usados todos ao mesmo tempo, pois ativa ambos os canais Visual e Auditivo complementando a aprendizagem. Além disso, o uso de simulação no ensino de química pode possibilitar o desenvolvimento de habilidades sendo favorável e estimulante aos alunos no processo de construção de conhecimento.

4.5 Experimentação e Integração dos Modos de Representação e a TCAM

A etapa seguinte integra os modos simbólicos e submicroscópico abordados anteriormente à aula e exploração da simulação, respectivamente, tendo como foco o nível macroscópico em que os alunos manipularam materiais do cotidiano a fim de investigar o caráter ácido ou básico por meio da utilização de um indicador natural.

A atividade experimental (Apêndice F), estruturada após a exposição oral sobre ácidos e bases, partiu da seguinte questão: Investigando o pH de substâncias do cotidiano, classifique-as quanto ao seu caráter ácido ou básico. Assim, os alunos, organizados em 4 grupos (G_1 , G_2 , G_3 e G_4), além de testarem as diversas possibilidades, compararam e discutiram as respostas encontradas com os dados obtidos na aula. Suart e Marcondes (2008) afirmam que este tipo de ação possibilita integrar a prática com as discussões realizadas em sala. Estimulando o desenvolvimento cognitivo do aluno a partir da evidência de fenômenos, conseqüentemente, reconstruindo suas ideias.

Durante a realização desta etapa do experimento foi possível observar que os alunos sempre ficavam comparando entre eles e com os demais grupos a cada mudança de coloração das substâncias e se questionavam quando apresentava alguma divergência.

De acordo com Mayer (2009), esse é um ponto importante para o processo cognitivo, pois, nesse momento os alunos podem estabelecer as ligações entre o que estão observando na realização da atividade e compara com o que eles teriam colocados a partir de explicações presentes em sua memória de trabalho.

Em seguida, objetivando fazer um comparativo entre os dados obtidos após a aula e com o extrato natural, as substâncias, testadas anteriormente, foram colocadas em contato com a fita reativa indicadora de pH. Também, foram discutidas as questões (Q_1 a Q_5) propostas nesta atividade (Apêndice F).

Nesse momento inicia a última etapa do processo cognitivo proposta por Mayer (2009) que é o estabelecimento de relações entre as representações

baseadas em palavras e imagens; e os modelos verbais e auditivos criados pelos alunos durante o processo. Esse modelo inclui e estabelece a ligação entre os conhecimentos existentes e, conseqüentemente, a integração com os três modos do conhecimento químico abordados ao longo desta sequência didática: macroscópico (atividade experimental), submicroscópico (simulação) e simbólico (aula), conforme discussão a seguir.

Assim, Q₁ ao abordar as mudanças de coloração das substâncias quando elas interagem com a solução de repolho roxo, apresentou as seguintes respostas nos grupos:

G₁: *“o repolho roxo apresenta uma propriedade que em contato com substâncias de caráter ácido ou básico alteram sua cor, indicando o seu o pH”.*

G₂: *“o repolho roxo tem uma substância chamada antocianina que atua como indicador de pH e determina se a substância possui caráter básico ou ácido”.*

G₃: *“sim, a cor é alterada formando uma solução”.*

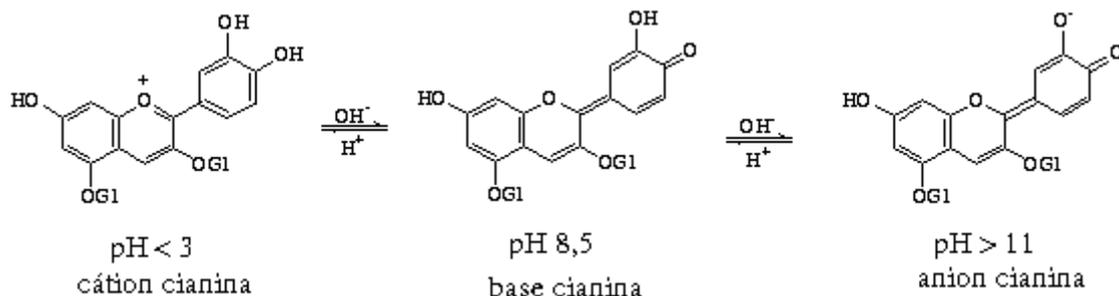
G₄: *“porque no repolho roxo existe antocianina, que ao reagir com as substâncias testadas, a substância muda de coloração”.*

Nesse momento, os alunos voltam a sua memória de trabalho ao fazerem a relação do que foi visto na teoria e na simulação. Observou-se que a alteração de cor é comum nas respostas e está ligada a um bioativo existente no extrato do repolho roxo, a antocianina.

As respostas apresentadas pelos alunos estão relacionadas com o princípio da coerência, pois, segundo Mayer (2009), os alunos aprendem a partir de informações que foram apresentadas com palavras e imagens relevantes ao longo do processo como ocorreu na aula e no uso da simulação em que foi dado ênfase aos aspectos representacionais dos conceitos envolvido, como por

exemplo, a mudança na estrutura da fenolftaleína no meio ácido e básico (Figura 11).

Figura 11: Variação da estrutura de acordo com o pH.



Fonte: Bernardino *et al.* (2017)

A figura 11 apresenta as estruturas químicas envolvidas na variação de coloração da pigmentação presente no extrato de repolho roxo. Explorando suas estruturas, visto que em um meio com pH menor que 3 observa-se a formação do cátion cianina e no meio levemente alcalino em pH a partir de aproximadamente 8,5 obtém-se a base cianina e com pH acima de 11 observa-se a estrutura do ânion cianina, ou seja, a alteração da estrutura está relacionada ao meio o que permite a alteração de coloração (BERNARDINO *et al.*, 2017).

Q₂ fez um comparativo entre o ensaio com o extrato e o papel indicador de pH, com intuito de investigar as alterações observadas pelos alunos. Abaixo temos os relatos dos grupos.

G₁: “Nem todas tiveram o mesmo valor do papel indicador”.

G₂: “As cores designadas às substâncias condizem com o seu caráter ácido ou básico”.

G₃: “Só em algumas houveram mudanças de cores”.

G₄: “é válida, porque a substância não deixa de ser ácida ou básica”.

Esse momento foi importante, pois os alunos trabalharam com duas formas diferentes de classificar as substâncias quanto ao seu caráter ácido ou

básico, a simulação e a atividade experimental. Segundo Mayer (2009), a aprendizagem ocorre quando o aprendiz consegue aplicar os processos c3gnitos a partir das informa33es que recebe para a constru33o de um modelo mental coerente, que permite a constru33o do conhecimento.

Assim, a partir da socializa33o entre os grupos discutiram-se os modos de representa33o do conhecimento qu3mico, tendo como destaque a simula33o, pois foi poss3vel visualizar as altera33es entre 3ons hidr3nio ou hidroxilas presentes na solu33o. Fazendo com que o equil3brio se deslocasse para direita ou para esquerda, o que explicava a colora33o das subst3ncias testadas.

A terceira quest3o abordava como se explicava o valor num3rico obtido na medi33o com a fita indicadora de pH. Os grupos foram un3nimes em responder que o valor num3rico est3 relacionado com a cor apresentada no papel e a tabela j3 determinada. Esse momento teve como objetivo verificar com os alunos que podemos usar diferentes indicadores 3cidos e bases e obter diferen3as em rela33o a cor e valores num3ricos, mas na maioria das vezes apresentam semelhan3as quanto 3 classifica33o 3cida ou b3sica da subst3ncia analisada podendo assim ser usado um ou ambos.

A quarta pergunta tratava sobre a variedade de indicadores 3cidos ou b3sicos, questionando quais outras subst3ncias poderiam ser usadas como solu33es indicadoras de pH. Assim, eles destacaram: fenolftale3na, papel de tornassol, azul de bromotimol, flores, beterraba e amora.

Destacamos aqui os indicadores naturais, visto que eles podem ser confeccionados com os pr3prios alunos. Esse destaque foi dado durante a aula e na atividade experimental em que foi utilizado, pois est3o presentes em vegetais de v3rias de esp3cies. Sendo, ent3o, facilmente encontrados na regi3o do Agreste pernambucano. Tamb3m, em rela33o ao seu descarte n3o geram muitos impactos ao meio ambiente. Al3m disso, tem as vantagens do ponto de vista qu3mico, pois s3o sol3veis em meio aquoso e de f3cil prepara33o para usar como indicador (GUIMAR3ES, 2009).

A quinta pergunta partiu da compreens3o dos modos do conhecimento qu3mico e dos princ3pios da TCAM em que o uso de imagens e palavras

contribuem para a aprendizagem. Desta forma comparando as observações realizadas a partir do experimento, como também as observadas durante a simulação, qual a relação podemos estabelecer entre as concentrações dos íons e a alteração de coloração, considere os modos macroscópico, submicroscópico e simbólico.

G₁: *“A diferença é que na simulação a gente viu que quando adicionava água, a quantidade de H^+ e OH^- variava de acordo com a substância e seu pH também. Também foi possível visualizar a alteração da cor ao ser adicionado o extrato de repolho roxo; na fita a gente observou a mudança e o pH também; a simulação ajudou a visualizar o que acontece quando a substância muda de cor, fato relacionado com a variação na quantidade de H^+ e OH^- ”.*

G₂: *“As substâncias de caráter básico têm uma grande concentração de íons OH^- , enquanto que as de caráter ácido possuem uma maior concentração de H^+ , mas a gente só conseguiu ver com a simulação porque no experimento só muda a coloração”.*

G₃: *“Quanto maior a quantidade de H^+ , o meio é mais ácido; quando é maior a quantidade de OH^- , o meio é mais básico; na simulação observamos os pontinhos (representações dos íons na simulação), enquanto que no experimento observa-se a alteração de cor, enquanto que na aula foram apresentadas as formulas”.*

G₄: *“A diferença é que quanto maior a quantidade de H^+ o meio é ácido e quanto maior o OH^- é básico; a cor observada depende dos íons H^+ e OH^- . A simulação ajudou a compreender quando a substância muda de cor”.*

Durante esse momento todas as respostas foram socializadas com o grande grupo e todos foram se complementando até chegarem a um consenso sobre a última pergunta que tinha por objetivo identificar através das respostas

e falas dos alunos, se a sequência didática atendeu o que se tinha como proposta, ou seja, integrar os três níveis do conhecimento químico através de atividades diferenciadas e que pudessem se integrar com aos alunos na compreensão dos conceitos de ácidos e bases baseado nos modos de representação de Jhonstone (2000) e no uso de imagens e palavras propostas da TCAM de Mayer (2009) associadas com objetivo de auxiliar os alunos no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, a atividade experimental apresentou-se como um momento de integração da teoria e prática, baseada em discussões, análises dos dados e interpretações dos resultados, buscando um desenvolvimento conceitual e cognitivo nos alunos permitindo que eles evidenciassem os fenômenos e reconstruísse suas ideias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizamos esta pesquisa com a certeza de ter construído um sequência didática que atendeu aos objetivos propostos, seja nos modos de representação do conhecimento químico, no uso da simulação como recurso didático associados a atividade experimental, tendo sido sua construção apoiado em alguns dos princípios da TCAM em cada momento buscando torna o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico utilizando proporcionando uma aprendizagem multimídia levando em consideração os seus processos cognitivos.

O uso dos princípios da TCAM da personalização, multimídia, coerência, da voz e o da modalidade na construção da sequência possibilitou uma construção do conhecimento significativo que buscou levar os conceitos de ácidos e bases e discuti-los nos modos de representação do conhecimento químico que acompanhou todo a SD; os aspectos simbólicos do conceito, sua escrita e suas fórmulas; os aspectos macroscópicos associados as observações vistas na atividade experimental e os aspectos submicroscópicos que foi possível sua representação por meio da simulação *PhET* Procurando, então, destacar o uso dos canais sensoriais (visão e audição) através de mensagem educacional multimídia buscando promover uma aprendizagem.

Destaca-se que o uso integrado dos recursos didáticos baseados na TCAM, possibilitou formas diferenciadas de abordagem dos conceitos ácidos e bases em suas mais variadas representações, que não teve como foco apenas o livro didático, mas o uso de diferentes recursos associados. Proporcionando assim aos alunos uma nova forma de ver os conceitos e compreender as relações de seus modos de representação, então, podendo no final verificar que um mesmo conceito pode ser representado de diferentes maneiras e que sua interação é importante no processo de aprendizagem.

É importante destacar que essa SD pode ser útil como base para o surgimento de outras, associando simulação e atividades experimentais que busquem integrar o aluno através do uso de imagens e de uma narrativa, pois atividades dialogadas associados ao uso de mídias que aproximem os alunos a

partir de atividades do seu cotidiano, podem contribuir no ensino e aprendizagem de Química.

Sendo assim, a pesquisa oportunizou aos alunos novas formas de interagirem com conceitos de Química, auxiliando na compreensão dos ácidos e bases. Entretanto, é importante destacar que o uso apenas da simulação ou de representações de determinados conceitos não garante que os alunos aprendam, sendo, então, necessário traçar objetivos e estratégias que possibilitem essa integração e que possam ser eficientes no processo de aprendizagem.

Assim, além da construção dos conhecimentos, a sequência didática mostrou considerável evolução na aprendizagem dos alunos visto que partiram de concepções iniciais e reconstruíram seu conhecimento durante a aplicação da atividade. A mesma foi finalizada com êxito, destacando que as simulações virtuais associadas ao uso de atividades experimentais podem ser utilizadas nas aulas de química como ferramenta didática para auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. E os princípios da TCAM se mostraram importantes desde construção, execução e avaliação da sequência aplicada.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D; SANTOS, A. O. & SANTOS, J. L. **Contextualização do conhecimento químico: uma alternativa para promover mudanças conceituais**. In. V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, São Cristóvão, UFS, 2011.
- ASSMANN, H. A metamorfose do aprender na sociedade do conhecimento. **Redes digitais e metamorfose do aprender**. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 13-22.
- ALMEIDA, D. **Segunda lei da termodinâmica. Recursos digitais e ensino da Química**. Tese de Mestrado de Química para o Ensino, FCUP, 2003. Disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/delfina/>. Acesso em 29 de agosto de 2017.
- AMANTE, L. Tecnologias digitais, escola e aprendizagem. **Ensino Em Revista**, 18, (2), 235-245. 2011. Disponível em: www.seer.ufu.br/Index.php/emrevista/article/download/13845/7913. Acesso em 29 de agosto de 2017.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. Vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 24, p. 8-11, nov. 2006; Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eqm1.pdf> . Acesso em 12 mai. 2017.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- Barke, HD, & Engida, T. Química estrutural e capacidade espacial em diferentes culturas. **Educação Química: Pesquisa e Prática na Europa** , v.2 , p. 227-239. 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRO, M. R.; BAFFA, A.; QUEIROZ, S, L. Blogs na formação inicial de professores de química. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 1, p 4-10, fev. 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_1/03-EQM-185-12.pdf. Acesso em abril 2017.
- BERNARDINO, A. M. R.; PEREIRA, A. S.; ARARIPE, D. R.; SOUZA, N. A.; AZEVEDO, R.V. D. **Antocianinas - Papel Indicador de pH e estudo da estabilidade da Solução de Repolho Roxo**. Núcleo de Pesquisa em Ensino de Química – Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Modalidade Química - I.Q. - Universidade Federal Fluminense. CAPES/FAPERJ.
- BETTIO, W. JULIANI, D.P.; JULIANI, J.P.; SOUZA, J.A.: Blogs na Formação Inicial de Professores de Química. **Química Nova na Escola**. Vol. 36, N° 1, p. 4-10. 2014.
- BADDELEY, AD . **Memória de trabalho** . Oxford: Oxford University Press. 1986.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES. (Org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

COELHO, M; SOVELA, N. **Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia de Richard Mayer**. Disponível em: <<http://www.sophia.org/tutorials/teoriacognitiva-da-aprendizagem-multimedia-de-ric>>. Acesso em 14 nov. 2017.

CHAGAS A, P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova na Escola**. N. 9, p. 28-30, mai. 2000.

CUNHA, R, M, R.; BRAZ, S, G.; DUTRA, P, O.; CHAMON, E,M,M,Q,O.: **Os Recursos Tecnológicos como Potencializadores da Interdisciplinaridade no Espaço Escolar**. The 4th International Congress on University-Industry Cooperation. Taubate-SP, 2012. Disponível em: <<http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf571.pdf>>. Acesso 08 dez. 2016.

Creswell, J W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2º ed. - Porto Alegre: Artmed,2007.

FRANCISCO J. et al. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.30, p.34-41, nov.2008.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FERRÉS, J. **Vídeo e Educação**. 2. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas.1996.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ed. Unijuí. Ijuí, Brasil, 2008.

GOIS, J., GIORDAN, M.: Semiótica na química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 7, 37-42. 2007.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUERRA, G.; ALVORADO, C.; MENDONZA, B, E, Z.; GARRITZ, A. La dimensión ciencia-tecnología-sociedad del tema de ácidos y bases en un aula del bachillerato. **Educ. quim**, México , v. 19, n. 4, p. 277-288, 2008 . disponível em http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000400007&lng=es&nrm=iso. Acesso em 20 nov. 2018.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, 1993, p. 701-705.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: Logical or psychological? **Chemical Education: Research and Practice in Europe**, 1, p. 9-15, 2000.
- KENSKI, V. **Educação e tecnologias. O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus Editora. 2013.
- LEÃO, M.B.C. **Tecnologias na Educação: uma abordagem crítica para uma atualização prática**. Recife: UFRPE, 2011.
- LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. 1^o ed. Curitiba, Apirrus, 2015.
- LEVORATO, A. R.; BUENO, E. A.S. **Ensino de ácidos e bases com experimentos: uma proposta para o segundo ano do ensino médio**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2014. Curitiba: SEED/PR. N. 6. V.1. (Cadernos PDE). ISBN 978-85-8015-080-3. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uelqui_artigo_anselma_regina_levorato.pdf>. Acesso em 20 ago. 2018.
- MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social. Teoria, método e criatividade**. Petrópolis-RJ, ed. Vozes, 2016.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press. 2005.
- MAYER, R. E; MORENO, R. (2007). **A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles**. University of California, Santa Barbara. 2007.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2^a. ed. New York: Cambridge University Press. Santa Barbara, 2009.
- MEDEIROS, A., MEDEIROS, C. F. (2002.) Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – São Paulo, 24, (2), 77-86. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_77.pdf. Acesso em 29 de agosto de 2017.
- MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas**. 2007. Disponível em: Acesso em: 11 de Junho de 2018.
- MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 13^a ed. Campinas: Papirus, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos. (2000). *Quim. Nova* n.32, 273-277.

OLIVEIRA, J, R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, R.G.S., v. 12, n. 1, p. 139-156, jan./jun.2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, F. M.; FREIRE, M. L. F; UCHOA, A; GOMES, V. C; SILVA, C. V. da. O Uso de Simulações Computacionais como Ferramenta de Ensino e Aprendizagem dos Conceitos de Circuitos Elétricos. **Anais**. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. Manaus, AM, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0075-1.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

OLIVEIRA, M.M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 6ª ed. Petrópolis, RJ. Vozes, 2014

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAIVIO, A. **Mental representations: A dual coding approach**. Oxford, England: Oxford University Press. 1986.

POZO, J. I.; CRESPO, M. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre, Artemed, 2009.

RIBEIRO, A.A.; GREGA, I.M. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: Uma Revisão de Literatura. **Química Nova**, São Paulo, v 26, n. 4, p.542-549, jul./ago. 2003.

REIS, M. **Química: ensino médio**. São Paulo, Vol 1, 2ª ed. Ática, 2016.

SANTOS, E. Tutoria e Planejamento. **Série Proged/Programa de Formação Continuada de Gestores de Educação Básica**. Salvador, v. 1, p. 7-25. 2005.

SANTOS, J. P. S.; LEÃO, M. B. C.; VASCONCELOS, F. C. G. C. Análise das Concepções de Licenciandos em Química sobre o uso do Podcasting como recurso didático. **Revista Tecnologias na Educação**. Ano 7 . Número 12. Julho 2015

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar**. In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A.: (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí (RS): Unijuí, p. 231-261, 2010.

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

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; OVERTON, T. L.; ROURKE, J. P.; WELLER, M. T.; ARMSTRONG, F. A. **Química Inorgânica**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 847 p.

SOFFA, M. M.; ALCÂNTARA, P. R. C. **O Uso do Software Educativo: Reflexões da Prática Docente na Sala Informatizada**. Disponível em: Acesso em: 20. Agos. 2017.

SOUZA, A. S. **Professores de matemática e recursos didáticos digitais: contribuições de uma formação continuada online**. 2014. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Jequié-BA.

SOUSA, A.S., SOUZA, E. P. Utilização de Objetos de Aprendizagem nas Ciências Naturais e Exatas: O caso do curso de formação continuada para professores de escolas públicas da região Sudoeste da Bahia. XIII Workshop de Informática Na Escola. **Anais**. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/939/925>. Acesso em 12 jan. 2017

SOUZA, M. P.; SANTOS, N.; MARÇON, F.; RAPELLO, C, N.; AYRES, A, C, S. Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química Workshop Informática na Educação Informática na Educação. SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais**. 2004 . disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/350>. Acesso em: 12 abr. 2018.

SUART, R. C.; MARCONDES, Maria E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos de ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

SUART, R. C. **A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e Caminhos**. In: SANTANA, E. M. S.; SILVA, E.L.Org(s). Tópicos em ensino de química. São Carlos-SP. Pedro & João editores, 2014.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p.179-195. 2011.

TAVARES, M. M. A. **O uso da simulação “Build molecule” - Phet simulations no ensino das fórmulas químicas, numa turma do 8º ano**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

TERUYA, L, C.; MARSON, G, A.; FERREIRA, C, R.; ARROIO, A. Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 561-569, 2013.

TREAGUST, D.F.; CHITTLEBOROUGH, G.; MAMIALA, T.L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, v 25, n.11. 1353-1368. 2003.

Tüysüs, C. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53. 2011.

VALENTE, J. A. **O Papel do computador no processo de ensino e aprendizagem.** In: Integração das Tecnologias na Educação/ Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005.

VASCONCELOS, F. C. G. C. Considerações de licenciandos em Química sobre o uso de simulações *PhET* em aulas simuladas. **Revista Tecnologia na Educação**, ano 8, n. 14, 2016.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B.; As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – **ReLAPEQ**. V.1. n.1. 2017.

WILLIMAN, N. **Métodos de pesquisa.** 1ª ed. São Paulo, SP. Saraiva, 2015.

ZANON, L. B. & SILVA, Lenice H. A. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: *Ensino de Ciências:fundamentos e abordagens*. Org: Roseli P. Schnetzler e Rosália M. R. Aragão. CAPES / UNIMEP, p. 120-53. 2000.

APÊNDICE A- CARTA DE ANUÊNCIA



Gerência Regional de Educação-GRE
Agreste Centro Norte- Caruaru- PE



Escola de Referência em Ensino Médio Arnaldo Assunção- Caruaru-PE

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos o pesquisador Renato Alves de Lima a desenvolver o seu projeto intitula de **Estratégias Didáticas com a Utilização de Simulações PhET em Conjunto com Atividades Experimentais para Ensinar Química na Educação Básica**, que está sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Araújo Sá e Prof^a. Dr^a. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos que tem como objetivo: Investigar a contribuição do uso de uma estratégia didática com uso de simulações PhET associada a atividades experimentais no processo de ensino aprendizagem da ciência química. Através da aplicação de uma estratégia didática em uma de nossas turmas de 2º ano do Ensino Médio, nesta instituição de ensino, bem como cederemos o acesso e uso de nossos espaços, sala de aula, biblioteca, laboratório de Ciências Química/biologia e ao laboratório de informática da escola, para serem utilizados na referida pesquisa.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Caruaru, 13 de maio de 2018.

Antônia Fabiana Cavalcanti de Andrade
Gestora da EREM-Arnaldo Assunção

APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa Estratégias Didáticas Com a Utilização de Simulações PhET em Conjunto com Atividades Experimentais para o Ensino de Química na Educação Básica. Esta pesquisa faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, pelo pesquisador Renato Alves de Lima. Endereço: Rua José Ramos, 220, Centro, São Caetano-PE. Telefone: (81-995144948) e-mail (renatolima04@hotmail.com) e está sob a orientação do Professor Dr. Roberto Araújo Sá, telefone: (81-998246227), e-mail (sa_aaraujo@yahoo.com.br) e da professora Dr^a. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde que o (a) menor faça parte do estudo pedimos que rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá penalização nem para o (a) Sr.(a) nem para o/a voluntário/a que está sob sua responsabilidade, bem como será possível ao/a Sr. (a) retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esse pesquisa tem o objetivo Investigar a contribuição do uso de uma estratégia didática com uso de simulações PhET associada a atividades experimentais no processo de ensino aprendizagem da ciência química. A coleta de dados será realizada através de questionários, observação e anotações dos alunos. Onde cada coleta será pré-agendada e realizada de acordo com a disponibilidade dos participantes. O registro será por meio de gravação em áudio, respostas dos questionários e anotações em caderno de campo. A coleta de dados poderá totalizar no mínimo 6 e no máximo 8 encontros a serem realizados no período de dois meses, tendo início no mês de abril e previsão de término no mês de maio. Os encontros serão semanais, 3 vezes por semana com carga horária de 3 horas/aulas durante cada encontro. Essa pesquisa ocorrerá na Escola de Referência em Ensino Médio Arnaldo Assunção, localizada na Rua Prudente de Moraes, S/N - Salgado, Caruaru - PE, 55020-380. Terá como participantes aproximadamente 20 estudantes do segundo ano do Ensino Médio, a escolha dos alunos do 2º ano do Ensino médio se dará por a professora ter abordado/ou/esta/abordando o conteúdo da estratégia didática (ácidos-base).

A participação nessa pesquisa beneficiará momentos de aprendizagem vinculada ao uso de recursos tecnológicos, atividades experimentais e a compreensão de fenômenos químicos em todas as suas formas de representação. O risco na participação dessa pesquisa é apenas um eventual constrangimento, o qual será sempre evitado a partir do diálogo com o participante.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (anotações, questionário, observações e as atividades desenvolvidas pelos estudantes), ficarão armazenados em (pastas de arquivo, para os dados físicos e em um armazenador de dados digitais para os dados multimídia), sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período mínimo de cinco anos.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: Avenida da Engenharia s/n - Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 - e-mail: cepccs@ufpe.br.

Pesquisador responsável

Renato Alves de Lima

ASSENTIMENTO DO (A) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, _____ responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo. Estratégias Didáticas Com a Utilização de Simulações PhET em Conjunto com Atividades Experimentais para o Ensino de Química na Educação Básica. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou os meus pais.

Caruaru, em ____/____/____.

Assinatura do responsável

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Testemunha
Assinatura/ CPF

Testemunha
Assinatura/ CPF

APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO INICIAL (PRÉ-TESTE)**PRÉ-TESTE****Professor:** Renato Alves de Lima**Orientador:** Prof.^o Dr.^o Roberto Araújo Sá**Co-orientadora:** Prof.^a Dr.^a Flávia C. G.C. Vasconcelos**Nome:** _____ **Idade:** ____

1. Partindo de seus conhecimentos, explique o que seriam substâncias ácidas e básicas para você. Exemplifique a sua resposta.

2. Julgue os itens como verdadeiro (V) ou falso (F), justificando as que você julga como falso.

() Substâncias ácidas são prejudiciais a saúde em quaisquer quantidades.

() Os refrigerantes contêm substâncias ácidas em sua composição.

() A Soda cáustica é uma substância ácida corrosiva.

() Toda substância ácida é azeda.

() Substâncias básicas são adstringentes.

() As substâncias podem ser classificadas como ácidas dependendo do tipo de solvente.

() Consumir suco de limão em jejum minimiza a acidez estomacal.

3. Quando estamos com queimação no estômago (azia), qual o melhor procedimento a ser feito?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tomar chá. | <input type="checkbox"/> Tomar antiácido estomacal. |
| <input type="checkbox"/> Tomar refrigerante para 'arrotar'. | <input type="checkbox"/> Ir ao médico. |
| <input type="checkbox"/> Beber água. | |

Outros:

4. O termo 'pH' é geralmente utilizado nos rótulos de shampoos e outros produtos do nosso dia a dia, como também para medições em laboratório. Para que serve esta sigla e o que ela determina? Qual a relação com as substâncias ácidas e básicas?

5. Considerando a fenolftaleína como uma substância indicadora de acidez e basicidade, explique com suas palavras, como ocorre a mudança de cor desta substância mediante a mudança do meio ácido/básico.

6. Dadas as substâncias abaixo coloque A para substâncias que você considera como tendo caráter ácido e B para as que você considerar de caráter básico.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Água Sanitária | <input type="checkbox"/> Sabonete |
| <input type="checkbox"/> Café | <input type="checkbox"/> Shampoo |
| <input type="checkbox"/> Suco de Laranja | <input type="checkbox"/> Vinagre |
| <input type="checkbox"/> Leite de vaca | <input type="checkbox"/> Sangue humano |

Justifique sua resposta.

* Esta sondagem faz parte da dissertação de mestrado e os dados apresentados serão utilizados apenas com fins de pesquisa. A identificação dos participantes não será explicitada na mesma. Obrigado pela sua participação.

Renato Alves de Lima

APÊNDICE D- EXPLORAÇÃO DA SIMULAÇÃO (ESCALA DE PH)

ATIVIDADE- SIMULAÇÃO PHET- ESCALA DE pH

Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_pt_BR.html

Explorar a simulação, escolha 6 substâncias e faça as seguintes observações:

1. Classificar as soluções escolhidas como ácida ou básica usando:
 - i. pH;
 - ii. Concentração de H^+ ;
 - iii. Concentração de OH^- ;

2. Usando as mesmas substâncias, adicione água e verifique o que ocorre em relação:
 - i. Ao pH. Justifique.
 - ii. A concentração de H^+ e OH^- . Justifique.

3. Analisando a razão de H^+ / OH^- e a quantidade de moléculas das substâncias, estruture uma escala em ordem crescente de pH.

APÊNDICE E- ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Classificação das substâncias do cotidiano quanto ao seu caráter ácido e básico?

Realize o procedimento descrito na questão do ENEM abaixo:

O extrato do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido ou básico de diferentes soluções. Baseado nesta informação, coloque 10 ml das amostras em béqueres de 50 ml, adicionando 10 ml da solução de repolho roxo. Registre as cores apresentadas pelas amostras após a adição da solução de repolho roxo e, baseada na tabela 01, identifique a faixa numérica de valor de pH.

Tabela 01: Escala de pH

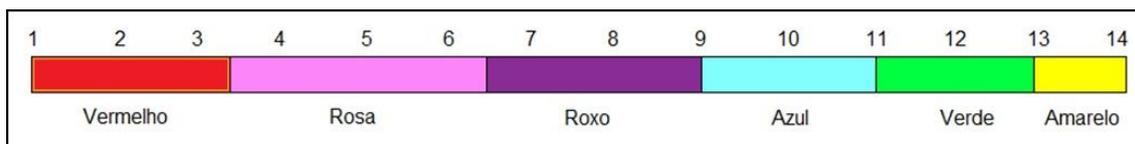


Tabela 02: Substâncias do cotidiano

MATERIAL	FORMULA QUÍMICA
I - Amoníaco	NH_4OH
II - Leite de Magnésia	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
III - Vinagre	CH_3COOH
IV - Leite de Vaca	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, $\text{C}_{37}\text{H}_{64}\text{N}_{12}\text{O}_8\text{S}$,
V - Sabonete	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$, NaCl , $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$, $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}...$
VI - Café – Cafeína	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$
VII - Suco de Laranja	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$, ...
VIII – Refrigerante	H_3PO_4 , H_2CO_3 , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$...

IX – Shampoo	NaC ₁₂ H ₂₅ SO ₄ , C ₁₂ H ₂₉ NO ₄ S, MgSO ₄ , NaCl, ZnCO ₃ , NaC ₆ H ₅ CO ₂ ...
X - Água Sanitária	NaClO

Em seguida, realize o mesmo procedimento utilizando fita reativa identificadora de pH, analisando se o valor identificado na tabela 01 é válida para os valores numéricos identificados na fita reativa de pH.

Tabela 03: Valores de pH de acordo com a fita reativa.

MATERIAL	VALOR DE pH
I- Amoníaco	
II- Leite de Magnésia	
III- Vinagre	
IV- Leite de Vaca	
V- Sabonete	
VI- Café	
VII- Suco de Laranja	
VIII- Refrigerante (limão)	
IX- Shampoo	
X- Água Sanitária	

Responda:

1. Como se explica a mudança de coloração nas amostras quando elas interagem com a solução de repolho roxo?
2. É válida a classificação feita na primeira parte do experimento em relação a segunda? Justifique.

3. Como se explica o valor numérico obtido na medição com a fita indicadora de pH?
4. Quais outras substâncias que poderiam também ser usadas como soluções indicadoras de pH?
5. Comparando as observações feitas no experimento e as observadas na simulação qual a relação podemos estabelecer entre a concentração dos íons e a alteração da coloração que observamos? Procure explicar a relação entre o nível macroscópico, submicroscópico e simbólico.