

# O USO DE SIMULAÇÕES *PHET* NO ENSINO DOS CONCEITOS DE ÁCIDO E BASE

## SIMULATIONS *PHET*'S USE IN THE TEACHING OF THE CONCEPTS OF ACIDS AND BASE.

**Autor 1 Arial 14 negrito 0pt antes 0pt depois**

Instituição do Autor 1, Arial12, 0pt antes e 0pt depois

Email do Autor 1, Arial 12, 0pt antes e 18pt depois

### Resumo

O trabalho teve por objetivo analisar as potencialidades da abordagem dos conteúdos ácidos e bases e as representações referentes aos conhecimentos químicos a partir do uso de simulações. Para isso foi organizada uma sequência didática com o uso de uma simulação de ácidos e bases para uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual da cidade de Caruaru-PE. A pesquisa tem caráter qualitativo, tendo como base a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), abordando o uso de palavras e imagens como princípio para a construção da aprendizagem dentro de um processo de ensino. Observou-se que o uso das simulações, associada aos conteúdos curriculares, possibilitaram aos discentes uma construção de conceitos que os possibilitou a transição entre a abstração dos conteúdos e, conseqüentemente, transitarem entres os diferentes níveis de representações do conhecimento químico: macroscópico, simbólico e submicroscópico.

**Palavras chave:** ácidos e bases, simulações, níveis de representação.

### SIMULATIONS *PHET*'S USE IN THE TEACHING OF THE CONCEPTS OF ACIDS AND BASE.

The objective of this work was to analyze the potentialities of the approach to acid and base contents and the representations referring to chemical knowledge from the use of simulations. For this, a didactic sequence was organized using a simulation of acids and bases for a 2nd year high school class of a school in the state public network of the city of Caruaru-PE. The research has a qualitative character, based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM), addressing the use of words and images as a principle for the construction of learning within a teaching process. It was observed that the use of simulations, combined with curricular content, allowed students to construct concepts that enabled them to transition between the abstraction of contents and, consequently, to move between the different levels of representations of chemical knowledge: macroscopic, symbolic and submicroscopic.

**Key words:** acids and bases, simulations, levels of representation.

### Introdução

No ensino de química, acredita-se que um dos fatores que dificulta a aprendizagem de seus conceitos pelos alunos do Ensino Médio é, geralmente, devido os professores se restringirem

ao uso do quadro e livro didático. E, considerando que o processo de ensino e aprendizagem desta ciência é complexo, principalmente pelo grande quantitativo de conceitos, cálculos e simbologias, é preciso viabilizar a inclusão de recursos diversos os quais são necessários para a formação dos alunos. Como exemplos, tem-se o uso de softwares, simulações, animações e/ou modelos científicos que podem auxiliar nesta tarefa, percebe-se que a representação a nível submicroscópico pode ser bem compreendida no ensino de Química (VASCONCELOS, 2016). Johnstone (1993) afirma que para se compreender os fenômenos químicos, é preciso relacioná-los aos três níveis representativos da Química: O nível *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 nível *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 nível *simbólico* pode ser apresentado através de equações químicas, gráficos ou mecanismos de reações que complementam as explicações em diferentes contextos. Assim, um dos recursos que auxiliam na compreensão destes fenômenos são as simulações, pois dentro de estratégia de ensino bem estruturada, pode reproduzi-los de uma forma que não é vista a olho nu consequentemente, tende a possibilitar a sua compreensão (VASCONCELOS, 2016).

O projeto norte-americano *PhET-Interactive Simulations*<sup>1</sup>, estruturado pela Universidade do Colorado, o qual desenvolve simulações em Física, Biologia, Matemática e Ciências da Terra que podem ser executadas de forma on-line ou executadas no modo off-line. Fornecendo aos usuários a interatividade com o recurso e as condições para compreensão de causa e efeito quando realizam determinado mecanismo proposto na simulação. Possibilitando, consequentemente, a compreensão das Ciências, principalmente a partir da investigação baseadas em conexões com o mundo real. Nessa perspectiva quando são utilizadas de forma estruturada no processo de aprendizagem, possibilitam uma aprendizagem mais significativa, bem como o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos na interpretação e compreensão dos conteúdos químicos. Desta forma, para investigar como os alunos compreenderam os fenômenos relacionando com os recursos utilizados, foi utilizado na estruturação e discussão dos dados a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) estruturada por Mayer (2004). Sendo assim, foi investigado a contribuição de uma sequência didática com uso de simulações *PhET* no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos ácidos e bases, objetivando a compreensão de fenômenos químicos nas representações (macroscópico, submicroscópico e simbólico).

## Fundamentação Teórica

Diante da velocidade com que estas tecnologias influenciam o cotidiano da sociedade, exige também um acompanhamento dessas transformações no meio educacional. Visto que requerem novas formas de aprender e ensinar. Exigindo-se assim, uma reestruturação no sistema educacional a partir de mudanças no processo de ensino e aprendizagem que possibilite a inserção das Tecnologias da informação e comunicação (TICs) no contexto escolar (KENSKI, 2013). Visto que elas 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 e consequente, também não se observa uma formação para

---

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

professores, seja, na formação inicial ou continuada que possibilitem o uso adequado desses recursos com este fim (LEITE, 2015).

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 TICs no ensino deve partir de três pilares fundamentais os quais ele chama de: Realidade, Adição e Estratégias. Em relação a Realidade é preciso que o professor esteja preparado para ensinar em ambientes com os mais diversos recursos didáticos, visto que as mudanças ocorridas nas escolas necessitam serem acompanhadas. Adição compreende a incorporação das tecnologias no processo de ensino. Permitindo, assim, novas formas de disponibilizar informações para os alunos com o objetivo de transformá-las em conhecimento. A Estratégia deve ocorrer de forma bastante discutida e refletida, analisando as metodologias que possibilitem integrá-la na temática ou conteúdo que se deseja abordar.

Nesse sentido o uso das TICs com estratégias didáticas bem estruturadas, com objetivos claros pontuando sua importância para a compreensão dos fenômenos podem ajudar na abordagem dos conceitos químicos. 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). É importante também no processo de ensino e aprendizagem levar em consideração os aspectos representacionais da Ciência, possibilitando desenvolver nos alunos a capacidade de conseguirem fazer as relações e interações nos diferentes níveis representacionais do conhecimento, desde formas verbais, gráficas, representações matemáticas, experimentais ou animações, levando em consideração que cada modo de comunicação, seja ele verbal, escrito, gestual ou visual, pode contribuir de forma significativa no processo de aprendizagem de determinados conceitos (WARTHA; RESENDE, 2017).

No que diz respeito nos aspectos representacionais Johnstone (1993; 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 que abordam os modos de representação da química. Segundo o autor o conhecimento químico é construído quando os alunos conseguem interagir com todos os modos de representação. O nível 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 o auxílio de nenhum recurso para ajudar na sua visualização. Enquanto que o nível submicroscópico está relacionado às interações a 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  $H_2O$  equivale a esta representação.

Os conceitos de ácidos e bases são de fundamental importância para a construção de conhecimentos. E suas definições ocupam uma posição de destaque na química, pois constituem um tema presente tanto no ensino médio como no ensino superior e que possibilita discutir aspectos da história da química a partir da evolução destes conceitos ao longo do tempo desde as civilizações egípcias, passando pelos alquimistas e suas contribuições até a sociedade moderna (CHAGAS, 1999). Observa-se dificuldades na aprendizagem dos conceitos dos ácidos e bases, os quais Paik (2015) aponta como uma das causas dessa dificuldade está na abordagem apresentada nos livros didáticos, onde na maioria das vezes acontecem de forma cumulativa e progressiva desconsiderando o contexto quem elas foram

desenvolvidas. Segundo o mesmo autor quando se aborda o contexto que surgiu os conceitos pode contribuir para superar estas dificuldades. Sendo assim além da abordagem dos aspectos representacionais do conceito é importante levar em consideração estes pontos como fator importante no processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa abordou na SD a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Mayer (2009) pois permite avaliar o potencial das multimídias no processo de aprendizagem. 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). Desta forma, 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.

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.

Neste sentido, foi escolhido as simulações computacionais, pois possibilitam a observação de uma atividade experimental a nível submicroscópico. Por outro lado, sendo a Química uma ciência essencialmente simbólica e abstrata, fazendo-se necessário imaginar fenômenos e representá-los, exige dos estudantes o conhecimento desses símbolos e a capacidade de transformá-los em representações equivalentes, ou seja, muitas vezes é preciso fazer representação do nível submicroscópico partindo do macroscópico (RIBEIRO; GRECA, 2003). Segundo Vasconcelos (2016), o uso destes recursos pode 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. Corroborando, Medeiros e Medeiros (2002) afirmam que o uso de simulações pode possibilitar algumas vantagens, por exemplo, permitir aos estudantes recolherem uma grande quantidade de dados rapidamente, além de envolvê-los em tarefas com alto nível de interatividade, tornando, assim, os conceitos abstratos mais concretos. Consequentemente, promovendo habilidades de raciocínio crítico e também auxiliam os alunos a aprenderem sobre o mundo natural, a partir da interação com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta.

## **Metodologia**

Esta pesquisa se configura como uma abordagem qualitativa em que segundo Oliveira (2014), é definida como um processo reflexivo e de análise do contexto em que 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). Os participantes da pesquisa

foram 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: 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. A proposta se constituiu da aplicação de uma sequência didática com o uso de simulações *PhET* 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.

As atividades ocorreram em sala de aula, laboratório de informática. Oportunizando a abordagem das simulações na plataforma *PhET* associado às teorias ácidos e bases a fim de contribuir para construção do conhecimento. Inicialmente aplicou-se um questionário aberto composto de 6 (seis) perguntas (P<sub>1</sub> a P<sub>6</sub>) para obtermos as concepções prévias dos alunos no que diz respeito aos conceitos de ácidos e bases. Optou-se por questões abertas com o objetivo de colher o maior número de informações possíveis sobre o conteúdo abordado.

## Resultados e Discussão

Na análise do pré-teste observou-se em P<sub>1</sub> as concepções prévias dos alunos acerca do que são ácidos e bases. Essa etapa foi de extrema importância para as fases seguintes da SD que tiveram como base o conhecimento inicial dos discentes sobre as funções inorgânicas.

Assim, foi possível observar que na maioria das respostas os alunos apresentaram definições, representações e funções com erros conceituais conforme segue abaixo:

- “Ácido como algo ruim e base como algo bom” (A<sub>1</sub>)

- “Ácido corrosivo” (A<sub>3</sub>)

- “As formulas que tem H é ácido e as que tem O e H são bases” (A<sub>5</sub>)

- “Ácido com gosto amargo, irrita os olhos e a boca” (A<sub>2</sub>)

- “ácido é algo ruim para o estômago” (A<sub>8</sub>)

A partir dessas afirmações é possível observar que a maioria dos erros apresentam-se como erros conceituais, em que o aluno (A<sub>1</sub>), ao classificar os ácidos como apresentando o elemento hidrogênio (H) e a base apresentando oxigênio (O) e hidrogênio (H), ou seja, ele não consegue diferenciar o elemento H para seu íon H<sup>+</sup> e a representação da hidroxila OH<sup>-</sup> ao invés de OH como escrito pelo aluno. Erros como estes, pode se relacionar como a química e vista em sala de aula e corrobora com a ideia de Giordan (2008), quando coloca que é preciso o uso de diferentes formas de representação da estrutura da matéria, e molecular para auxiliar no processo de aprendizagem. Nesse sentido necessário se aborda mais as representações e conseqüentemente as definições dos conceitos pois as respostas divergem das definições, apresentadas nos livros didáticos. Segundo teoria ácido-base de Arrhenius uma substância é ácida é definida como composto covalente que reage com água sofrem ionização formando soluções que apresentam como único cátion o hidrônio, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. As bases são compostas orgânicos capazes de se dissociar na água formando íons, dos quais o único ânion é o hidróxido, OH<sup>-</sup> (REIS, 2016). A segunda pergunta abordava afirmativas sobre ácidos e bases em que os alunos julgaram como verdadeiras ou falsas, por exemplo, se as substâncias ácidas são prejudiciais à Saúde em quaisquer quantidades? Observou-se que 61% dos alunos julgaram o item como falso e apresentaram as seguintes justificativas:

-“*se for em pequenas quantidades não é prejudicial, pois alguns alimentos (principalmente frutas) contém ácidos.*”(A<sub>2</sub>)

-“*dependendo do ácido, em pequenas quantidades, eles podem ser usados na alimentação como por exemplo o vinagre.*”(A<sub>26</sub>)

-“*o vinagre é ácido e você pode ingeri-lo sem causar nenhum malefício (moderadamente)*”(A<sub>5</sub>)

Na fala dos alunos (A<sub>2</sub>, A<sub>26</sub> e A<sub>5</sub>) é possível observar que remetem as substâncias que são usadas na sua alimentação para justificar que os ácidos não são prejudiciais. No caso do A<sub>5</sub>, a justificativa já é baseada no uso de medicamentos que contém substâncias ácidas em sua composição, mostrando que esse aluno consegue fazer a aplicação do que aprendeu em sala e aplicar em outros contextos. A terceira pergunta fazia relação a um problema de saúde “queimação” no estomago (azia) perguntando sobre qual o melhor procedimento a ser feito nesta situação. A maioria dos alunos indicaram o uso de antiácido como o melhor. Nesse sentido, observou-se um certo conhecimento sobre o uso destas substâncias em seu contexto. A quarta pergunta abordava os conhecimentos dos alunos sobre o conceito de pH, significado da sigla, função, o que ele determina e qual sua relação com os ácidos e bases. As respostas de alguns dos alunos são observadas abaixo:

-“*serve para saber se as substâncias são de caráter ácido ou básico*”(A<sub>26</sub>)

-“*serve para determinar o nível de acidez dos produtos, sua relação é justamente essa na escala indicando substâncias ácidas, básicas e neutras*”(A<sub>14</sub>)

Observa-se nas respostas que a maioria entende o pH como sendo o responsável por medir o caráter ácido e base de uma substância e que essa classificação é baseada em uma escala em que as substâncias são classificadas como ácidas, básicas ou neutras. Porém, é necessário um maior aprofundamento quanto as definições e funções do pH, ou seja, é importante que o aluno entenda que ele é o potencial hidrogeniônico e indica o teor de íons hidrônio ( $H_3O^+$ ) presentes em uma solução. Também, que a partir de sua escala que varia de 0 a 14 é possível fazer uma classificação das substâncias quanto a sua acidez baseada na concentração de hidrônio ( $H_3O^+$ ) presente na substância e de basicidade relacionado a concentração de hidroxila ( $OH^-$ ) e quando essas concentrações forem iguais são classificadas como substâncias básicas. A quinta questão aborda um questionamento sobre o indicador fenolftaleína a maioria dos A quinta questão abordou sobre o indicador Fenolftaleína e foi verificado que a maioria dos alunos já tinham ouvido falar, também sabiam que em meio ácido ou básico ele se comportava de forma diferente, apresentando uma alteração de cor.

A sexta e última questão era para os alunos classificarem algumas substâncias do seu cotidiano como ácida ou básica. Observou-se que eles fazem a classificação baseada no senso comum fazem algumas classificações corretas e algumas divergências da teoria, por exemplo, 50% dos classificam o shampoo como substância ácida e os demais como básica, estas respostas partem de suas concepções o que é importante levar em consideração, pois são importantes no processo de aprendizagem. 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 origem no meio social, na experiência de vida, nos valores ensinados pela família e nas ideias definidas pela escola, assim, os autores afirmam que utilizá-los em sala de aula ajuda a organizar e dar sentido os novos conceitos que são apresentados em situações de ensino.

Após esse levantamento ocorreu uma aula expositiva dialogada sobre os ácidos e bases e suas aplicações e deu-se início a exploração da simulação *PhET* que era algo novo para os alunos. Inicialmente, foi apresentado o simulador, explicando seu funcionamento para exploração da

atividade seguinte da SD em que todos os alunos tiveram acesso a um *notebook* com a simulação “Escala de pH”. Esse momento, baseado na TCAM, teve como base o uso de imagens e palavras objetivando auxiliar os alunos na construção do conhecimento, seguindo o princípio da segmentação proposto pela teoria, segundo o qual quando o material didático é apresentado de forma segmentada com uso de imagens e palavras que podem ser controladas pelos alunos ao longo do processo. Nesse sentido a simulação foi usada partindo das concepções dos alunos, aula e exploração da simulação.

Na exploração foi solicitado que os alunos escolhessem 4 substâncias disponíveis na simulação classificando-as de acordo com os critérios da atividade, que era o pH, concentração de  $H^+$  e  $OH^-$ . Tendo como referência a teoria ácido-base de Arrhenius abordada em sala de aula, vale destacar que toda a proposta teve como base apenas essa teoria, não leva em consideração as demais teorias. Visto que o foco do uso da simulação está no uso de substâncias ácidas e básicas no meio aquoso a qual se aplica a teoria de Arrhenius.

Nesse momento apesar de terem que seguir alguns critérios, por exemplo, escolher 4 substâncias presentes na simulação e verificarem as concentrações dos íons  $H^+$  e  $OH^-$  na solução, além de também verificarem os seus comportamentos após adição de água. Os alunos também tinham autonomia para manusearem a simulação e interagirem com a plataforma. Podendo escolher qualquer exemplo e investigar o seu comportamento em água. Assim, 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). 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 ele usa os dois canais diferentes: a visão ao olhar para a simulação e manusear e a audição associado a narração do procedimento a ser realizado, auxiliando o processo de aprendizagem (MAYER, 2009).

Nesse sentido, os alunos realizaram os procedimentos e realizaram questionamentos entre si, partindo de suas observações, conforme relatos abaixo:

- “Oche!!! Quem já viu, a gente adicionou água ao sabonete e o pH diminui, pois antes estava 10 agora que a gente colocou água foi para 8,9”(A<sub>5</sub>)

- “O meu foi na cerveja antes o pH era 4,5 depois que a gente colocou água aumentou para 4,8 o pH”(A<sub>10</sub>)

- “O meu também foi o sangue que diminui o pH...”(A<sub>19</sub>)

Nas falas é possível observar que eles viram mudanças ocorrendo e começaram a se questionarem sobre o que estava acontecendo. Assim, nesse momento, eles são estimulados a dar suas hipóteses e relataram na folha de resposta o que eles 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 vários aspectos e que no processo de aprendizagem dos alunos pode ser associada a multimídia como instrução, auxiliando na construção do conhecimento (MAYER, 2009). Nesse momento, esperava-se que os alunos relacionassem suas hipóteses com as concentrações de  $H^+$  e  $OH^-$ . Abaixo apresentamos algumas das hipóteses e justificativas apresentadas pelos discentes A<sub>22</sub> e A<sub>19</sub>.

“O vômito, que tem caráter ácido, ao adicionarmos água, o seu pH cai 2,0 para 2,8 e sua concentração de  $H^+$  diminui e a de  $OH^-$  aumenta. Enquanto que o sangue tendo pH 7,4 ao

*adicionarmos água, o mesmo cai para 7,3 e seu  $H^+$  aumenta, enquanto que  $OH^-$  diminui. Nas substâncias ácidas a água se comporta como base e nas substâncias básicas se comporta como ácido”(A<sub>22</sub>).*

*“Adicionando a água em uma base ela age como um ácido diminuindo o pH das substâncias, apresentando ação contrária nos ácidos, ou seja, a concentração de  $H^+$  diminui e a de  $OH^-$  aumenta”(A<sub>19</sub>).*

A partir das falas dos alunos A<sub>22</sub> e A<sub>19</sub> é possível observar que eles conseguem relacionar a alteração do pH com a concentração dos respectivos íons  $H^+$  e  $OH^-$ , corroborando com as definições de Arrhenius e as classificações como substância ácido base, que partem das concentrações dos íons presentes na solução relacionando a presença de íons cátions  $H^+$ , presente na solução aquosa diminuído o pH deixando abaixo de 7 o que permite a classificação como ácido e nas bases a presença dos íons ânion  $OH^-$  e quanto maior essa concentração de hidroxila consequentemente maior o seu pH. A simulação ajudou a visualização a nível submicroscópico, da presença dos íons e a sua relação com 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 promovendo a interação dos modos de representação do conhecimento químico macroscópico, simbólico e submicroscópico na interpretação e compreensão do fenômeno observado.

## Considerações Finais

Observou-se que no ensino de química é preciso levar em consideração as suas mais variadas formas de representação, visto que é uma ciência abstrata e com muitas representações que vão desde do nível macroscópico até o nível submicroscópico. Nesse sentido é importante que no processo de ensino e aprendizagem o professor pense em como fazer com que os alunos compreendam essas representações. A sequência didática proposta utilizou a simulação como sendo uma ferramenta que auxiliar os alunos na compreensão dos conceitos de ácidos e bases, ancorados a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, que tem como base o uso de imagens e palavras associados em uma apresentação multimídia, conseguiu resultados positivos pois os alunos aplicaram seus conhecimentos utilizando a simulação além de representar o mesmo conceito nos diferentes níveis de representação do conhecimento químico saindo do macroscópico, sua representação simbólica através da linguagem química e as interações moleculares a nível submicroscópico. Conclui-se que o mesmo foi finalizado com êxito, destacando que as simulações virtuais podem ser utilizadas nas aulas de química como ferramenta didática para auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem.

## Agradecimentos e apoios

PPGECM-UFPE-CAA e FACEPE

## Referências

- AMANTE, L. Tecnologias digitais, escola e aprendizagem. **Ensino Em Re-Vista**, 18, (2), 235-245.2011.
- BADDELEY, A. (1992). Memória de trabalho. **Science**. v. 255. 5044.1992.

Clark, J. M. & Paivio, A. Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*. V.3, 149-170. 1991.

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. 2017.

CHAGAS, A.P. Teorias ácido-base do século XX. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 28-30, 1999.

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

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(1), p. 9-15, 2000.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Tempo Docente**. 1º ed. Campinas-SP. Papirus, 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**. 1º ed. Curitiba, Apirrus, 2015.

MAYER, R. E. (2005). **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press.

Mayer, R. E. & Moreno, R. **A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles**. University of California, Santa Barbara. 2009.

MEDEIROS, A., MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – São Paulo, 24, (2), 77-86. 2002. Disponível em: [http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24\\_77.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_77.pdf). Acesso em 29 de agosto de 2018.

PAIK, S.-H. Understanding the Relationship Among Arrhenius, Brønsted-Lowry, and Lewis Theories. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

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

REIS, M. M.F. **Química: ensino médio**. 2º ed. São Paulo. Ática, 2016.

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.

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, 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. p. 48-82. 2012.

TÜYSÜZ, C. O efeito do laboratório virtual na conquista e atitude dos estudantes em química. **Revista Internacional Online de Ciências da Educação**. V 2, 37-53. 2010.

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.