

**Ensino de Química em repositórios digitais: Uma análise de simuladores sob o viés da
experimentação por investigação**

**Teaching Chemistry in digital repositories: An analysis of simulators under the bias of
research experimentation**

**Enseñanza de Química en repositorios digitales: Un análisis de simuladores bajo el sesgo
de la experimentación por investigación**

Camila de Fatima Sant'Ana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0845-1987>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: santana_camila@yahoo.com.br

Denise Leal de Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9332-3962>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: denise.castro@ifrj.edu.br

Recebido: 15/08/2018 – Aceito: 01/09/2018

Resumo

O presente artigo traz uma análise de simulações virtuais de Química em alguns repositórios digitais, com o propósito de compreender se apresentam propriedades da experimentação por investigação. O intuito de se realizar tal análise consistiu em obter dados nestes dispositivos para uma reflexão de suas contribuições como recursos didáticos digitais que podem fomentar a formação acadêmica, social e crítica do estudante no ensino médio. Para tal, foram analisadas três simulações de repositórios distintos utilizando níveis de aproximação de uma atividade investigativa de acordo com suas características pedagógicas. Constatou-se após a análise, que embora as simulações apresentem algumas características da experimentação por investigação, este não é foco metodológico destes dispositivos, que possuem como objetivo, por sua vez, auxiliar na construção cognitiva dos estudantes no que tange conceitos de Química.

Palavras-chave: Professores; Simuladores virtuais; Experimentação por investigação.

Abstract

This article presents an analysis of virtual simulations of Chemistry in some digital repositories, in order to understand if they present properties of experimentation by investigation. The purpose of this analysis was to obtain data in these devices for a reflection of their contributions as digital didactic resources that can foster the academic, social and critical education of the student in high school. For that, three simulations of distinct repositories were analyzed using levels of approximation of an investigative activity according to their pedagogical characteristics. It was found after the analysis that although the simulations present some characteristics of the research experimentation, this is not a methodological focus of these devices, which aim, in turn, to assist in the students' cognitive construction regarding concepts of Chemistry.

Keywords: Teachers; Virtual simulators; Research Experimentation.

Resumen

El presente artículo trae un análisis de simulaciones virtuales de Química en algunos repositorios digitales, con el propósito de comprender si presentan propiedades de la experimentación por investigación. La intención de realizar tal análisis consistió en obtener datos en estos dispositivos para una reflexión de sus contribuciones como recursos didácticos digitales que pueden fomentar la formación académica, social y crítica del estudiante en la enseñanza media. Para ello, se analizaron tres simulaciones de repositorios distintos utilizando niveles de aproximación de una actividad investigativa de acuerdo con sus características pedagógicas. Se constató después del análisis, que aunque las simulaciones presentan algunas características de la experimentación por investigación, éste no es foco metodológico de estos dispositivos, que tienen como objetivo, a su vez, auxiliar en la construcción cognitiva de los estudiantes en lo que se refiere a los conceptos de Química.

Palabras clave: Profesores; Simuladores virtuales; Experimentación por investigación.

1. Introdução

Com o passar dos anos sucedem-se mudanças no ensino de Ciências e sua estrutura pedagógica, influenciada por fatores sociais, políticos e econômicos, que estão contribuindo para uma constante reformulação curricular, procurando atender a demanda desses fatores. Desdobra-se assim, a necessidade de adaptação e adequação de seu currículo e forma de apresentação dos conteúdos ministrados nas escolas por parte dos professores de Química,

para acompanhar essas constantes mudanças, e conseqüentemente contribuir para a adequada formação dos estudantes.

Com o crescente e rápido progresso mundial, é desenvolvida a internet, considerada nos dias atuais como imprescindível no cotidiano da população. Atrelado a esse processo de globalização e utilização da internet em massa, surgem as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que por sua vez, podem ser utilizados como recursos didáticos nas escolas.

No que lhe concerne, esses recursos visam minimizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos, bem como proporcionar uma maior interação professor-aluno. Sobre esse aspecto, Santos *et al.* (2007) mencionam que

A difusão do computador na escola promove um avanço no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, uma vez que as pessoas vivem num mundo altamente dependente dos aparelhos tecnológicos para sua sobrevivência, e a educação não foge a regra. O uso intensivo da internet se mostrou uma obrigatoriedade para dinamizar tanto os conteúdos curriculares dos alunos em formação como a educação ao longo da vida para os profissionais recém-saídos das universidades. (SANTOS *et al.*, 2007, p. 4)

Atualmente os recursos didáticos digitais são bem recebidos pelos estudantes, uma vez que eles se consideram inseridos e familiarizados a era digital. Este é um fator positivo e que contribui para a utilização de algumas ferramentas digitais pelos professores. Neste aspecto Leite (2015, p. 239) cita que “A tecnologia atual tem permitido criar material didático usando multimídias e interatividade que tornam mais efetivos os ambientes de ensino e aprendizagem”.

Entretanto há uma necessidade de que os professores conheçam com mais propriedade esses dispositivos digitais, como os simuladores virtuais, por exemplo, para que os mesmos sejam utilizados e explorados da melhor forma possível por eles, buscando auxiliar os estudantes no entendimento de conteúdos curriculares de Química, bem como na formação crítica e social dos mesmos.

Os simuladores virtuais são conhecidos hoje como instrumentos inovadores e facilitadores no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos curriculares, pois são considerados por muitos como uma alternativa viável na substituição dos experimentos tradicionais. Dado que não há a necessidade do espaço físico do laboratório para a manipulação do mesmo. Além de possibilitar a reprodução dos fenômenos visualizados nos os experimentos de laboratório. Brasileiro e Silva (2015) mencionam que

As simulações utilizam modelos computacionais que possibilitam representar ou modelar fenômenos e situações reais. Elas permitem ao usuário a manipulação de eventos com diferentes graus de interatividade, dependendo dos parâmetros que permitem selecionar. (BRASILEIRO e SILVA, 2015, p. 41)

Neste contexto, este artigo apresenta uma análise de simulações virtuais de Química de alguns repositórios digitais, no intuito de compreender se estas apresentam características de experimentação por investigação. Objetivou-se obter tais informações no propósito de contribuir para o entendimento no arcabouço do ensino de Química atualmente, e o apoio dos dispositivos digitais, suscitando o desenvolvimento acadêmico, crítico e social do estudante.

2. Tecnologias de Informação e Comunicação na profissão docente

Ao pensarmos no termo tecnologia, nos vem em mente equipamentos e materiais que são desenvolvidos buscando facilitar e proporcionar maior conforto a sociedade. Porém este termo pode ser associado a outras construções que não sejam os equipamentos modernos da atualidade. Sobre o termo tecnologia, Leite (2015) afirma que

Existem outras tecnologias que não estão ligadas diretamente a equipamentos e que são muito utilizadas pela raça humana desde o início da civilização. A linguagem é uma construção criada pela inteligência humana para possibilitar a comunicação entre os membros de determinados grupos. (LEITE, 2015, p. 21)

Sob o contexto de tecnologia, é feita uma associação com o termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que já deixa explícito a consonância entre instrumentos da informática e a comunicação que pode ser acarretada pelos mesmos. Neste aspecto Leite (2015) menciona meios que possibilitam essa propagação da informação como televisão, vídeo, rádio, internet.

Uma das principais ferramentas das TIC é a internet, que vem sendo utilizada por uma parcela da população mundial, e que apresenta muitos recursos. Recursos esses que podem em algumas situações, ser utilizados como alternativas didáticas pelos professores em sala de aula para suscitar a compreensão dos conteúdos apresentados aos estudantes. Contudo há uma inquietação no que tange a interação dos professores com estes dispositivos, se os mesmos apresentam autonomia para utilizá-los em sala de aula, ou se na verdade são como Leite (2015) aponta Tecnófobos, que possuem receio de se interar desta novidade. Ficando desta forma, excluídos deste universo de possibilidades.

Os professores são impulsionados a acompanhar as constantes mudanças que acontecem na educação, tais como adaptação dos instrumentos de auxílio didático utilizados em sala de aula. Porém na sua profissão, a adaptação do uso de TIC em suas aulas ainda é um entrave a ser superado. Rolando *et. al.* (2015, p.866) indicam que “a utilização das TIC pelos

professores ainda está frequentemente limitada à preparação de textos para as aulas e para a comunicação pessoal por e-mail, e não para o ensino de ciências.”

Estes profissionais vivenciam uma realidade atual em que os jovens não se contentam apenas com as metodologias de ensino mais tradicionais, como somente quadro e giz. São jovens do século XXI que estão totalmente inseridos na era tecnológica e se identificam com facilidade com estes recursos. Sendo este mais um obstáculo a ser superado pelo professor para conseguir ministrar seu conteúdo curricular de forma satisfatória, sabendo valer-se destes recursos.

Neste sentido, o professor que não consegue acompanhar o progresso tecnológico, tal qual seus alunos, corre o risco de ter sua atuação profissional desvalorizada, uma vez que as TIC na atualidade estão inseridas em muitos contextos, tais como sociais e acadêmicos. Barreto (2012, p.992) destaca como “simplificação do trabalho docente, evidenciando esvaziamento e precarização.” Ou seja, em algumas situações, os jovens que estão familiarizados com as TIC, porém não conseguem integrar os conteúdos curriculares nas escolas, optam por buscar estes recursos como uma alternativa de pesquisa e aprendizado.

Sob o aspecto do domínio dos dispositivos digitais, Valente e Almeida (2012) destacam a importância de o professor não ser apenas um utilizador das tecnologias, mas que adquira habilidade de usar essas tecnologias para a reflexão de práticas sociais. É importante que o professor tenha concepção de que as TIC quando utilizadas como recursos didáticos, podem ser facilitadores no aprendizado sim. Porém, é igualmente importante salientar que o professor necessita ter domínio e autonomia destas possibilidades digitais, tendo reflexão crítica e social de que estes trazem não somente benefícios, mas também a subordinação, quando utilizada de forma indevida e inconsequente.

Uma vez que o professor tenha entendimento neste sentido, lhe será permitido auxiliar o estudante na sua formação crítica, social e tomada de decisões, aspectos considerados importantes no processo de escolarização, tal qual a aquisição dos conteúdos de Química. Além de adquirir autonomia na decisão de quais recursos didáticos mais apropriados para utilizar em suas aulas, não adotando qualquer dispositivo encontrado na internet aleatoriamente.

3. Simuladores virtuais como recurso didático

Atualmente são muitos recursos didáticos digitais que estão disponíveis, de modo a tornar possível à compreensão de conteúdos curriculares pelos estudantes, e buscando

também cooperar com a atividade docente. Por meio da midiatização das TIC, o desenvolvimento do currículo se expande para além das fronteiras espaços-temporais da sala de aula e das instituições educativas (VALENTE e ALMEIDA, 2012).

Com os avanços tecnológicos, atualmente é possível encontrar muitas diversidades de TIC que podem ser utilizadas em sala de aula pelos professores. Dentre estes os simuladores, que podem ser encontrados em repositórios digitais. Sobre os repositórios digitais Leite (2015) menciona que

Um repositório pode ser um site na web que contém recursos didáticos digitais úteis para a aprendizagem formal ou não formal; em mídias digitais como textos, arquivo de som, imagens estáticas (mapas, gráficos, desenhos ou fotografias) ou animadas (simulações, vídeos, filmes) e objetos de aprendizagem. Alguns repositórios são de direcionamento institucional, para dar apoio a seus próprios cursos à distância ou presenciais; outros são disponíveis para diversas instituições e usuários, focalizando uma determinada área de conhecimento. (LEITE, 2015, p. 223)

Os simuladores digitais são de fácil utilização e estimulam o interesse do jovem estudante, uma vez que ele se adapta com facilidade aos dispositivos encontrados na internet, e ainda possuem a vantagem de substituir os laboratórios de Química, que muitas vezes as instituições escolares não disponibilizam de espaço físico e nem de verba para construção destes laboratórios, bem como para a compra dos materiais necessários para a realização de uma aula experimental em laboratório.

Este é um fator que em muitas situações aumenta a dificuldade de compreensão do estudante, que considera o conteúdo de Química abstrato, se sentindo desmotivado em aprender tal disciplina (SANTOS et. al., 2013). Sob o contexto do papel da experimentação na escola, Restivo (2014) aponta que

Assim, nos nossos dias, as possibilidades de atuação ou controle remoto de sistemas experimentais ou algum processo de interação com réplicas virtuais dos mesmos, potenciam no estudante a ligação entre a teoria e a realidade e, dessa forma, ajudam a combater formas de conhecimento abstrato e frequentemente superficial. Entretanto, os laboratórios virtuais podem permitir liberdade e flexibilidade intrínsecas à sua característica virtual. (RESTIVO, 2014, p. 135)

Então o uso de simuladores pode beneficiar tanto o professor quanto ao estudante nessa etapa da experimentação, que é importante para que o aluno desenvolva seu raciocínio e seu senso crítico a respeito dos conteúdos de Química abordados no espaço escolar.

4. Experimentação por investigação no ensino de Química

Nas instituições escolares, os professores de Química com seus conhecimentos acadêmicos acreditam que as atividades didáticas práticas possam contribuir na

complementação e compreensão de conteúdos abordados em sala por parte dos alunos. É importante que atividades didáticas complementares utilizadas pelos professores para contribuir na construção cognitiva dos estudantes, também estimulem os mesmos a não somente absorverem os conteúdos, mas, além disso, desenvolverem seu senso crítico, social, a partir de situações de seu cotidiano e contextualização com outras disciplinas.

Neste aspecto a experimentação por investigação é defendida em alguns trabalhos por se tratar de uma atividade onde existe a possibilidade de o aluno ter uma participação ativa na mesma, passando a ter uma postura investigativa. Azevedo (2004) menciona que

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (AZEVEDO, 2004, p.22)

O professor por sua vez tem um papel importante, pois ele será o mediador da atividade, estimulando a participação plena do aluno e fornecendo dados e informações necessárias para que o mesmo possa desenvolver o experimento de maneira ativa e possa encontrar a solução do problema apresentado previamente pelo professor. Sobre esta questão Souza *et. al.* (2013) apontam que

O problema a ser investigado precisa ser elaborado de forma que os alunos sintam interesse pela investigação, ou seja, deve ser relacionado à realidade do aluno, ao contexto em que está inserido a escola, ou aos conceitos estudados em sala de aula. Ainda, o problema deve ser proposto em um nível de dificuldade adequado para que os alunos não se sintam desmotivados e desistam da atividade. (SOUZA *et. al.*, 2013, p.24)

Na experimentação por investigação, o professor como mediador, desenvolve o senso investigativo do estudante a partir de um problema proposto, de modo que esta metodologia de ensino auxilie o mesmo na melhor compreensão dos conteúdos curriculares. Isto posto, a experimentação por investigação pode ser um recurso didático eficiente ao ser utilizado nas aulas de Química, contribuindo na formação acadêmica, crítica e social dos estudantes.

Esta metodologia ativa ainda é utilizada de forma tímida no Brasil. Pode ser considerada como atividade investigativa, a qual sofreu intervenção inicial do filósofo e pedagogo americano John Dewey que defendia o ensino progressista. Sobre o ensino progressista Zômpero e Laburú (2011) destacam que

Os adeptos dessa nova pedagogia defendiam o ensino centrado na vida, na atividade, aliando teoria e prática, sendo o aluno participante ativo de seu processo de aprendizagem. Dewey foi precursor dessas idéias. Seu nome tem sido associado à

aprendizagem por projetos e por resolução de problemas. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p.69)

Deve-se salientar que os problemas apresentados não podem ser muito difíceis, porém, também não podem ser muito simples, pois estas características desviariam a atenção dos alunos neste tipo de atividade. O estudante então será inteiramente participativo buscando soluções para tais questões. Segundo Azevedo (2004, p.21): “O aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica”.

Este tipo de atividade é dividido por etapas buscando adquirir resultados satisfatórios junto aos estudantes. Estas etapas são descritas por Azevedo (2004, p. 28) no Quadro 1.

Quadro 1: Etapas das atividades investigativas

Momentos	Descrição
Proposta do problema	O problema deve ser proposto na forma de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes e que possa gerar uma discussão bastante ampla.
Levantamento de hipóteses	Os alunos devem levantar hipóteses sobre a solução do problema por meio de uma discussão.
Elaboração do plano de trabalho	Deve-se discutir como será realizado o experimento. Nesta etapa será decidida a maneira como a experiência será realizada: desde o material necessário, passando pela montagem do arranjo experimental, coleta e análise de dados.
Montagem do arranjo experimental e coleta de dados	A etapa mais “prática” do laboratório: quando os alunos manipulam o material.
Análise dos dados	Obtidos os dados, é necessário que estes sejam analisados para que possam fornecer informações sobre a questão problema.
Conclusão	Na conclusão, deve-se formalizar uma resposta ao problema inicial discutindo a validade (ou não) das hipóteses iniciais e as consequências delas derivadas.

Fonte: Azevedo (2004)

Observa-se que Azevedo (2004) apresenta neste Quadro as etapas e características necessárias para o planejamento e realização de uma atividade investigativa. No que lhe concerne, este planejamento não é tarefa trivial, demandando do professor familiarização com esta metodologia.

Por sua vez, Silva (2011, p.16) propõe diferentes níveis de aproximações (Quadro 2) que uma atividade pode ter em relação a abordagem investigativa, de acordo com suas características pedagógicas.

Quadro 2: Níveis de aproximação a uma atividade investigativa

Níveis	N1 – Não apresenta características investigativas	N2 – Tangencia características investigativas	N3 – Apresenta algumas características de atividade investigativa	N4 – Atividade investigativa
Objetivo	Tópicos a serem estudados ou conteúdos específicos.	Habilidades genéricas e tópicos a serem estudados.	Habilidades e competências específicas.	Habilidades e competências específicas relacionadas ao assunto estudado.
Problematização	Não apresenta.	Questões sobre o assunto estudado (com o intuito de organizar ou introduzir o assunto, podem ou não ser respondidas).	Questões relacionadas ao assunto estudado que são retomadas durante o experimento.	Problema a ser resolvido por meio da atividade experimental, da busca de informações e de discussões.
Elaboração de hipóteses	Não há.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que não é explorada.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que será explorada na atividade.	Elaborada pelo aluno a partir da problematização.
Atividade experimental	Experimento por demonstração o aluno observa o que o professor apresenta sem interação.	Experimento por demonstração ou realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado.	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento dado com algum grau de decisão no procedimento (por exemplo, massa,	Experimento realizado pelo aluno a partir de um procedimento inicial e completado ou sugerido por ele.

			volume, concentração)	
Questões conceituais para os alunos	Não exploram os dados obtidos na atividade.	Exploram parcialmente os dados obtidos na atividade prática, solicitando ou não conclusões parciais.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão.	Exploram os dados obtidos na atividade prática exigindo uma conclusão ou a aplicação em novas situações.
Sistematização dos conceitos	Realizada exclusivamente pelo professor ou não apresentada.	Sem encaminhamento de questões de análise e de exploração da hipótese.	A partir dos resultados das análises propostas e exploração das hipóteses.	A partir das análises dos resultados, do confronto das ideias iniciais e finais, da exploração das hipóteses e das respostas ao problema proposto.
Características do experimento	Verificação ou ilustração de conceitos.	Apresenta características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.	Apresenta características investigativas devido ao tipo de questões de análise dos dados.	Investigativo, busca resolver o problema proposto.

Fonte: Silva (2011)

Percebe-se que Silva (2011) apresenta uma proposta de atividade investigativa dividida em níveis para cada etapa, que se diferenciam de acordo com o grau de aproximação/participação do estudante. No nível 1 o estudante possui pouca oportunidade de interação na atividade e exploração dos dados obtidos. Por sua vez no nível 4, o estudante possui maior autonomia para elaborar hipóteses para os problemas apresentados e realizar a atividade experimental que pode ser proposto por ele. Por sua vez o experimento deve adquirir características investigativas.

5. Metodologia

Como base no objetivo de encontrar características de experimentação por investigação em algumas simulações de Química de repositórios digitais, a investigação consistiu em fazer tal análise em três repositórios: LABVIRT, PHET e Portal de Estudos em Química. Para efeitos de comparação, foram selecionadas simulações de cada repositório que apresentassem conteúdos curriculares convergentes.

A análise destas simulações foi realizada adotando as classificações propostas por Silva (2011). Foi utilizado ainda o procedimento técnico de análise do discurso, por se considerar uma ferramenta de análise qualitativa que permite realizar estudo do objeto pesquisado no sentido de interpretar o discurso transmitido implicitamente. Sobre o discurso, Bardin (2011, p. 276) evidencia como “qualquer forma de interação formal ou informal, qualquer linguagem no seu contexto social e cognitivo”.

Os objetos analisados (simulações) são constituídos não somente por textos e diálogos, mas também por imagens e em algumas situações, sons. Neste sentido, utilizou-se a análise do discurso, pois esta técnica trabalha com o contexto completo do objeto pesquisado, ou seja, analisa não somente o que está escrito. Busca alcançar o sentido, qual a intenção não explícita no discurso. Sobre esta técnica Martins e Theóphilo (2009) salientam que

A análise do discurso permite conhecer o significado tanto do que está explícito na mensagem quanto do que está implícito—não só o que se fala, mas como se fala. Permite também identificar como se dá a interação entre os membros de uma organização: as manifestações de poder, a participação e o processo de negociação. (MARTINS e THEÓPHILO, 2009, p.100)

Os dados das respectivas simulações foram coletados e analisados a fim obter informações relevantes nos mesmos que demonstram sob que aspecto os simuladores se apresentam para os professores de Química e estudantes do ensino médio, e se apresentam particularidades sob o viés investigativo.

6. Resultados e discussão

Seguem a seguir a análise das simulações na sequência: LABVIRT (Acidez do vinagre na salada); Portal de Estudos em Química (Titulação ácido-base); PHET (pH básico da escala).

-Acidez do vinagre na salada

Na Figura 1 observa-se o início da simulação “Acidez do vinagre na salada” que procura apresentar uma introdução ao usuário do que se trata esta história. Na imagem

percebe-se um diálogo entre a estudante e seu professor de Química sobre o problema do sabor diferente do vinagre.

Figura 1: Simulação do LABVIRT Acidez do vinagre na salada



Fonte: http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_vinagre.htm

No Quadro 3, de acordo com a proposta apresentada por Silva (2011), a simulação do LABVIRT apresenta níveis diferentes de atividade investigativa, de acordo com cada etapa da atividade. Em contrapartida, nenhuma etapa se insere no nível 4.

Quadro 3: Níveis de aproximação a uma atividade investigativa na simulação do LABVIRT

Níveis	N1	N2	N3	N4
Objetivo	x			
Problematização			x	
Elaboração de hipóteses	x			
Atividade experimental		x		

Questões conceituais para os alunos			x	
Sistematização dos conceitos		x		
Características do experimento		x		

Fonte: Silva (2011)

Como se observa na simulação do LABVIRT “Acidez do vinagre na salada”, que é apresentada em mais de uma etapa, percebe-se pela conversa entre mãe e filha, que a mãe se queixa do sabor ruim do vinagre. Esta reclamação está explícita pelas palavras “ruim”, “estranho” e “diferente”. Em contrapartida, é levantada uma questão a ser solucionada tanto pela filha na história, quanto pela pessoa que está acessando a simulação, despertando a curiosidade de qual pode ser o problema apresentado no vinagre e saber se ele está alterado. Esta idéia está explícita pela fala da mãe: “Filha, você sabe como descobrir se este vinagre está bom?”. Com esta indagação, a simulação apresenta aspectos de experimentação por investigação em relação ao item “problematização”, de acordo com Silva (2011), pois é um questionamento que induz a reflexão Carvalho (2011), e que será retomado durante o experimento.

A filha então faz uma relação com outros conteúdos disciplinares de Química como substâncias puras e misturas ao utilizar termos “mistura”, “substâncias”, bem como os conteúdos de soluções e cálculo estequiométrico ao utilizar os termos “solução” e “concentração”. Isto sugere que a menina está utilizando o senso investigativo e crítico e está raciocinando sobre conceitos que podem lhe ajudar a responder a pergunta inicial da mãe, como propõem Berbel (2011), havendo uma aproximação com atividade investigativa sobre o tópico “Questões conceituais para alunos”. Pois como propõem Silva (2011), a menina irá utilizar estas informações para chegar a uma conclusão do questionamento inicial.

Porém sob os aspectos “Atividade experimental” e “Características do experimento”, esta simulação tangencia características investigativas de acordo com Silva (2011). Pois quando a menina procura seu professor de Química para solucionar o problema, o professor por sua vez, sugere a técnica de titulação para descobrir o teor de ácido acético presente no vinagre. Ele está certo de que esta é a mais indicada quando utiliza termos como “quantitativo” e “quantificar”. Porém nesta etapa, já é sugerido pelo professor à técnica que pode ser utilizada, não havendo oportunidade para os alunos pensarem sobre a mesma, o que

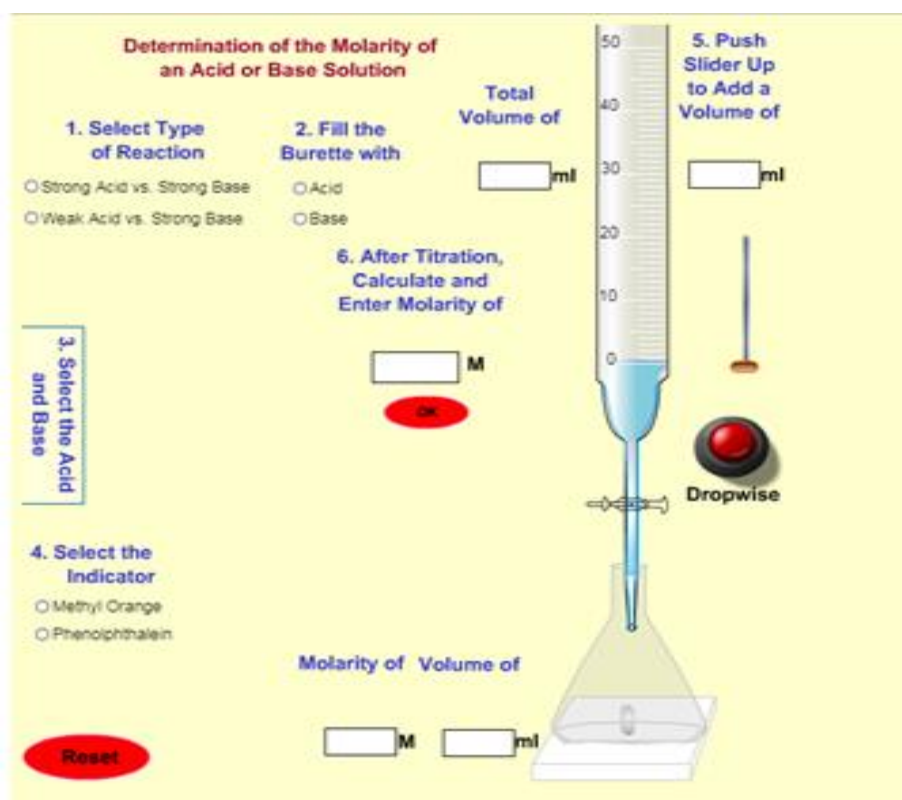
não estaria em concordância com as etapas da experimentação por investigação “Levantamento de hipóteses” e “Elaboração do plano de trabalho” segundo (AZEVEDO, 2004).

Dando continuidade a história, observa-se a simulação da técnica analítica de titulação entre ácido e base. Ao finalizar a titulação, estão descritos dados para serem completados como a reação de neutralização entre ácido acético e hidróxido de sódio, bem como os cálculos que precisam ser completados para se obter a informação final da concentração de ácido acético presente no vinagre. Ao final dos cálculos a menina deduz que o valor encontrado “4,1%” está próximo do dado contido no rótulo “4%”. Esta simulação apresentou, por sua vez, alguns aspectos de experimentação por investigação.

-Titulação ácido-base

Na Figura 2 é possível observar que esta simulação apresenta uma estrutura que procura reproduzir uma atividade experimental de laboratório sobre titulação. São apresentados também itens para serem selecionados e auxiliar na realização do experimento, como selecionar o tipo de reação, volume do titulante e tipo de indicador de pH que será utilizado.

Figura 2: Simulação do Portal de Estudos em Química Titulação ácido-base



Fonte: http://www.profpc.com.br/Simula%C3%A7%C3%A3o/Estequiometria/acid_base.html

Ao analisar o Quadro 4, observa-se que a simulação apresenta aproximação com atividade investigativa apenas nos níveis 1 e 2 em cada etapa descrita, caracterizando pouca proximidade com esta metodologia.

Quadro 4: Níveis de aproximação a uma atividade investigativa na simulação do Portal de Estudos em Química

Níveis	N1	N2	N3	N4
Objetivo	x			
Problematização	x			
Elaboração de hipóteses	x			
Atividade experimental		x		
Questões conceituais para os alunos		x		
Sistematização dos conceitos	x			
Características do experimento		x		

Fonte: Silva (2011)

Nesta simulação, é possível perceber inicialmente pelo título “Titulação ácido-base” que não houve intencionalidade de despertar a curiosidade dos usuários e não foi apresentado “Objetivo” e “Problematização”. Esta é apresentada em uma etapa onde na figura é possível perceber uma estrutura montada de um experimento de titulação ácido-base. O usuário necessita realizar a simulação e fazer os cálculos necessários para saber quais serão as molaridades e volumes do ácido e da base para que a reação aconteça de forma adequada.

A simulação do experimento no laboratório acontece ao encher ou esvaziar a bureta com a solução utilizada na titulação, bem como com os gotejamentos desta solução. É possível observar que são apresentados detalhes importantes da montagem da estrutura do experimento, como o peixinho magnético dentro do erlenmeyer para realizar a agitação

durante o experimento. Pode-se determinar se serão utilizados ácidos e bases fortes ou fracos para a simulação.

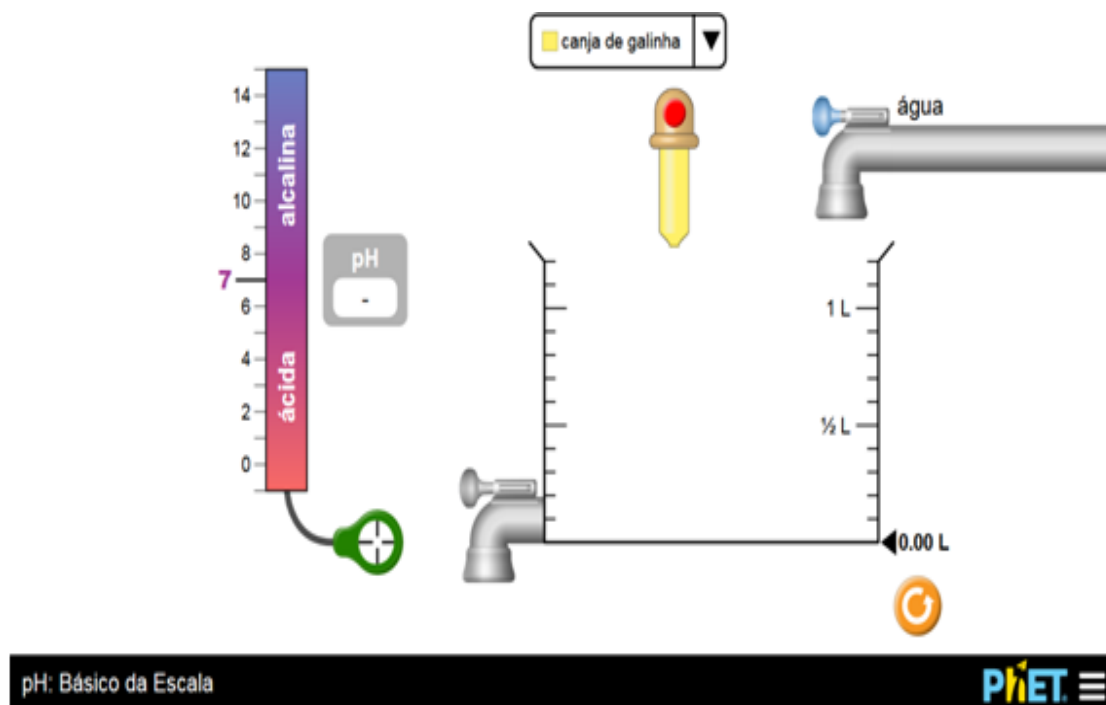
É uma simulação de cunho didático, tangenciando características investigativas sobre “Atividade experimental”, “Questões conceituais para os alunos” e “Características do experimento”, de acordo com Silva (2011). É um experimento demonstrativo, que explora conceitos iniciais de Química para a sua realização. Os conteúdos curriculares de Química abordados são Reação de neutralização e Soluções.

Percebe-se a necessidade de o professor conhecer, saber utilizar e mediar tal simulação, para que possa orientar e explicar o estudante, não havendo dúvidas durante a atividade escolar. Porém a mesma não possui características investigativas (BERBEL, 2011).

-pH básico da escala

A Figura 3 apresenta uma simulação do PHET que reproduz uma experiência de determinação de pH. Mais adiante serão descritos informações sobre esta simulação.

Figura 3: Simulação PHET pH básico da escala



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ph-scale-basics

Seguindo a proposta apresentada por Silva (2011), observa-se no Quadro 5 que essa simulação do PHET possui aproximação com a atividade investigativa nos níveis 1, 2 e 3, ao passo que nenhuma etapa se insere no nível 4.

Quadro 5: Níveis de aproximação a uma atividade investigativa na simulação do PHET

Níveis	N1	N2	N3	N4
Objetivo	x			
Problematização	x			
Elaboração de hipóteses	x			
Atividade experimental			x	
Questões conceituais para os alunos			x	
Sistematização dos conceitos		x		
Características do experimento		x		

Fonte: Silva (2011)

Na simulação do PHET, também apresentada em uma etapa, é possível perceber uma estrutura montada de um experimento para verificar o pH de algumas substâncias como café, saliva, sabão, dentre outros. O usuário tem a possibilidade de controlar qual substância pode adicionar dentro do recipiente, e volume de substância que pode ser adicionado, bem como controlar a quantidade água que é adicionado neste recipiente diluindo a substância, podendo influenciar na variação do pH entre ácido e alcalino. Por sua vez, o valor do pH é apresentado para o usuário quando há diversificação destas variáveis. Percebe-se também a variação de cor destas substâncias de acordo com a variação de pH.

Também é uma simulação de cunho didático, que aborda os tópicos pH, ácidos, bases e diluição. De acordo com Silva (2011), os objetivos apresentados nesta simulação, não

apresentam características investigativas. E por sua vez não são apresentados “Problematização” e “Elaboração de hipóteses”.

No que tange “Atividade experimental” e “Questões conceituais para os alunos”, estas se aproximam de atividade investigativa, pois o usuário possui algum grau de decisão na realização do experimento, ao testar o pH de substâncias variadas e pode explorar os dados obtidos na atividade prática para obter uma conclusão do que está sendo testado e observado. Pois à medida que se dilui água as substâncias, há a variação no valor do pH inicial encontrado, levando o usuário a reflexão sobre o porque de ocorrer esta variação. O que sugere que ao final do experimento há uma reflexão da atividade realizada (CARVALHO, 2011).

7. Considerações finais

Este artigo trouxe os resultados de uma análise de simulações virtuais de Química de alguns repositórios digitais para verificar se possuem características de experimentação por investigação. Estas informações foram adquiridas nesta pesquisa com o propósito de contribuir à comunidade científica/acadêmica no entendimento da estruturação do ensino de Química atualmente, e o auxílio dos dispositivos digitais para fomentar o amadurecimento acadêmico/crítico dos estudantes.

Percebe-se que após análise, estas simulações possuem algumas propriedades investigativas, porém este não é o cerne da sua estrutura. Observou-se que tais simulações não trabalham o senso crítico dos estudantes. Entretanto possuem como foco reproduzir os experimentos realizados em laboratórios convencionais, bem como articular e contextualizar conceitos de Química no intuito de suscitar os conhecimentos acadêmicos dos estudantes. Aspecto igualmente importante no seu processo de escolarização no ensino médio.

O professor por sua vez, pode utilizar estas simulações em sua prática profissional para contribuir no processo cognitivo do estudante, podendo oferecer um cunho investigativo para as mesmas. O que corrobora a importância da utilização das tecnologias digitais como recurso didático atualmente, bem como a necessidade de o professor dominar a utilização destes recursos. Vale salientar em contrapartida, a importância de o professor possuir um curso de formação que lhe permita a aproximação e conhecimento de metodologias ativas, para lhe auxiliar na sua prática profissional em concomitância as tecnologias digitais.

Para pesquisas futuras e dando continuidade a esta pesquisa, planeja-se desenvolver uma atividade de cunho investigativo utilizando algumas destas simulações. Esta atividade

será aplicada em uma turma de Ensino Médio, em uma aula de Química, e com os resultados obtidos analisar se tal atividade é fértil no sentido de suscitar a formação cognitiva do estudante, além de sua maior autonomia para tomada de decisões.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson Learning, 2004, p. 19-33.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1ª Edição. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRETO, R. G. A recontextualização das tecnologias da informação e da comunicação na formação e no trabalho docente. **Educação social**, Campinas, v.33, nº121, p. 985-1002, 2012.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, Londrina, vol 32, nº 1, p. 25- 40, 2011.

BRASILEIRO, L. B.; SILVA, G. R. da. Interatividade na ponta do mouse, simulações e laboratórios virtuais. In: MATEUS, A. L. (Org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: editora UFMG, 2015, p. 41-66.

CARVALHO, A. M. P. de. Ensino e Aprendizagem em Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas – (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011.

LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL DA USP. Disponível em:< http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_vinagre.htm. Acesso em: 10 mar. 2018.

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química, teoria e prática na formação docente**. 1ª Edição. Curitiba: Editora Appris, 2015.

MARTINS, G. de A.; THEÓFILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

PHET- SIMULAÇÕES INTERATIVAS. Disponível em:< https://phet.colorado.edu/pt_BR/> Acesso em:10 mar. 2018.

PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA. Disponível em:< <http://www.profpc.com.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

RESTIVO, M. T. A importância da experimentação no ensino das ciências e das engenharias: Dos laboratórios reais à experimentação online. In: VIEIRA, F.; RESTIVO, M. T. (Org.) **Novas tecnologias e educação: Ensinar a aprender, aprender a ensinar**. Biblioteca Digital da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2014, p. 128-149.

ROLANDO, L. G. R.; VASCONCELLOS, R. F. R. R.; MORENO, E. L.; SALVADOR, D. F.; LUZ, M. R. M. P. Integração entre Internet e Prática Docente de Química. **Revista virtual de Química**, V.7, nº3, p. 864-879, 2015.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SANTOS, J. R. A. dos; NASCIMENTO, G. R. do; MACIEL, P. P. R.; CORDEIRO, J. P. **Utilização dos recursos da internet para o ensino de ciências na casa da física**. 1ª Ed. São Paulo, 2007.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química**: reflexões de um grupo de professores. 2011, 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – área Ensino de Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOUZA, F. L. de; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. do. O papel da experimentação no ensino de química. In: **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Setec/MEC capacitações, 2013, p.9-28.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, 2012.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 13, nº3, p.67-80, 2011.