# Análise de simulações do tipo laboratório virtual no ensino de Química

## Analysis of simulations of virtual lab type in Chemistry teaching

## Resumo

O presente trabalho apresenta um levantamento e análise de simulações do tipo laboratório virtual e simulações que apresentam características de ações laboratoriais específicas, evidenciando suas características e funcionalidades, as quais podem contribuir para o ensino de Química. Nesse sentido, os professores podem viabilizar a aprendizagem de conteúdos que os alunos apresentam dificuldades de compreensão nas aulas teóricas. Durante o levantamento, foram encontradas 11 simulações, sendo 7 de laboratórios virtuais e 4 de ações específicas, após o levantamento verificou-se que apenas 9 simulações se mantiveram na análise pelo critério inicial de serem simulações de uso gratuito. A partir disso, os resultados mostram que as simulações evidenciadas apresentam grandes potenciais de utilização em uma metodologia investigativa e construtiva em Química. Sendo então necessário divulgar esse recurso, bem como possibilitar meios de se estruturar estratégias de aula que melhor explorem estes recursos nesta perspectiva.

**Palavras chave:** ensino de Química, laboratórios virtuais, Química, simulação

## Abstract

This paper presents a survey and analysis of simulations of virtual lab type and simulations that present characteristics of specific laboratory applications, evidence of their characteristics and functionalities, which can contribute to Chemistry teaching in educational institutions that do not have physical laboratories of this Science. In this sense, teachers can contribute to the teaching of content that the students present difficulties in understanding in the theoretical classes. During the survey, 11 simulations were found, 7 of which were virtual laboratories and 4 of specific actions. After the survey it was verified that only 9 simulations remained in the analysis by the initial criterion of being simulations of free use. From this, the results show that the simulations presented have great potentials of use in an investigative and constructive methodology in Chemistry. Being necessary to spread this resource, as well as to provide means to structure lesson strategies that better exploit this resources in this perspective.

**Key words:** Chemistry teaching, virtual labs, Chemistry, simulation

## Introdução

À medida em que a tecnologia se torna presente nas ações em sociedade, identifica-se que o seu uso no contexto educacional se faz presente, principalmente com o uso das tecnologias digitais (ALKAN; KOÇAK, 2015). Diante disso, os professores necessitam estar atentos às

mudanças, caso contrário, o surgimento de ideias como ações ultrapassadas e obsoletas podem ser evidenciadas (MELO; MELO, 2015). Nesse viés, a utilização de uma metodologia investigativa se torna viável e sua exploração viabiliza o aprimoramento do processo de aprendizagem, podendo ocorrer, por exemplo, quando se usa, em conjunto, recursos como simulação e experimentação no ensino.

No que tange as representações dos conceitos químicos, há um certo consenso de que o mesmo é constituído a partir de três dimensões da realidade: macroscópica, submicroscópica e simbólica (JOHNSTONE, 1993; GABEL; BUNCE, 1994; GARNET *et al*., 1995; DORI *et al*., 1996; GABEL, 1998; BOWEN, 1998; ARDAC; AKAYGUN, 2004 apud GIORDAN; GÓIS, 2004). Os processos químicos em que se pode observar, analisar e medir através de informações sensoriais constituem a dimensão macroscópica. As explicações para os fenômenos químicos a partir de interações à nível atômico-molecular perfazem a dimensão microscópica; a dimensão simbólica, diz respeito às representações químicas nas formas de símbolos, fórmulas e equações químicas (GIORDAN; GÓIS, 2004). De modo geral, afirma-se que uma das maiores dificuldades dos estudantes é compreender o nível submicroscópico e suas relações com as representações a nível simbólico, se restringindo a compreensão no nível macro (VASCONCELOS, 2016). Nesse sentido, a inclusão de recursos virtuais na educação, como os softwares de simulações, viabiliza a aprendizagem dos conceitos teóricos e promovem a compreensão de aspectos práticos dos fenômenos à nível atômico-molecular (GORGHIU, *et al*., 2009).

Em conjunto a este recurso, as atividades laboratoriais de modo investigativo podem melhorar a compreensão destes fenômenos pelos alunos, no sentido de desenvolver pensamentos críticos e a capacidade de resolver problemas. Porém, muitos professores usam atividades laboratoriais de forma tradicional e/ou não usam por insegurança com experimentos mais arriscados, falta de alto confiança, esforço e tempo necessário para a realização das práticas experimentais (WALTON, 2002 apud TATLI; AYAS, 2010). Diante disso, uma alternativa é o uso das simulações de laboratórios virtuais, como também uma possiblidade de explorar estre tipo de representação nas escolas que não possuem laboratórios em sua estrutura física.

Nesta perspectiva, o objetivo desse estudo, é o de evidenciar simulações gratuitas de laboratórios virtuais e de atividades que podem ser desempenhadas em laboratório, que propiciem a realização de práticas experimentais em ambientes escolares que não possuem laboratório físico, podendo tais atividades serem realizadas até mesmo fora do ambiente escolar pelo aluno, contribuindo assim para o ensino-aprendizagem da ciência Química.

## Simulações para o ensino de Química

A utilização de softwares de simulação como recurso que visa aprimorar o processo de ensino e aprendizagem pode promover a modificação de visões do senso comum, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo (SILVEIRA; NUNES; SOARES, 2013). Desta forma, o uso de simulações no ensino de química pode ser um aliado para a compreensão de conceitos e fenômenos considerados abstratos e de difícil assimilação dos alunos, como representações a nível atômico - molecular e suas relações com os aspectos macroscópicos. Portanto, as simulações são ferramentas que podem contribuir para a compreensão de fenômenos que, de certo modo, são imperceptíveis aos olhos (VASCONCELOS, 2016), permitindo transições entre os níveis do conhecimento químico, como afirma Johnstone (1993), o submicroscópico, macroscópico e simbólico. Uma alternativa para viabilizar a realização das atividades experimentais nas escolas que não possuem estrutura física é a utilização de laboratórios virtuais, que são fontes de reprodução de ambientes laboratoriais físicos, sendo representações computacionais da realidade (AMARAL, *et al*., 2011).

### Pressupostos sobre as atividades experimentais e uso do laboratório virtual

Os laboratórios presenciais são espaços que dentro da própria instituição de ensino, permitem que os estudantes disponham de materiais para uso, sendo através da presença e ação mediada pelo professor da disciplina (AMARAL *et al*., 2011). Em relação as atividades experimentais investigativas, Suart (2010) discorre que as mesmas devem partir de uma situação-problema, despertando o interesse do aluno. Dessa forma, as aulas práticas de Química necessitam ser criadas de forma a desenvolver o pensamento lógico dos alunos, através dos dados e fatos quimicamente observados (SUART; MARCONDES, 2008). Portanto, tais práticas contribuem para aprimoração do conhecimento a partir de ações que buscam relacionar os fenômenos experimentados (CASTELEINS, 2011). Entretanto, em situações em que a escola não possui estrutura física apropriada, geralmente, os professores buscam adaptar suas aulas, o que pode inviabilizar os requisitos de segurança, como a instalação adequada de equipamentos de proteção coletiva, ambientes de armazenamento de substâncias e ventilação adequada (DEL PINO; KRÜGER, 1997).

Diante do exposto, novas alternativas para a necessidade do laboratório físico podem ser evidenciadas, como a utilização de laboratórios virtuais, em que como simulação que busca imitar o sistema real, possibilita aos alunos a realização de várias repetições, sendo uma ferramenta também de uso individual (OZDILEKA; ONCUB, 2014).

## Metodologia

Esta pesquisa se configura como sendo qualitativa, pois tem como um de seus aspectos essenciais a escolha de métodos e teorias pertinentes com o conhecimento que se quer explorar e, realiza a análise em diferentes perspectivas (FLICK, 2009). Assim, a proposta central visa evidenciar a utilização de simulações do tipo laboratórios virtuais, de forma gratuita, no ensino de Química, e simulações que propiciem ações específicas que podem ser desempenhadas em laboratório, evidenciando possíveis forma de uso em sala de aula.

As análises se deram a partir da busca on-line por simulações de laboratórios virtuais em ambientes como o *Google,* plataformas científicas específicas como a *American Chemical Society,* MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*), *PhET* e sites de *download* como o *Baixaki*®. O critério de análise inicial das simulações se deu pela disponibilidade gratuita na internet, sendo as demais análises inferidas como: I) verificação de uso on-line e/ou off-line; II) identificação de variáveis como quantidades fixas ou variadas de concentrações de substâncias e flexibilização da transposição de substâncias nas vidrarias; III) identificação de conteúdos para o ensino.

No quadro 1, identifica-se o total de 11 simulações encontradas, sendo 7 de laboratórios virtuais e 4 de ações laboratoriais específicas, após a verificação identificou-se que apenas 9 se mantiveram na análise, devido ao critério inicial de serem simulações de uso gratuito. As simulações encontradas foram divididas entre laboratórios virtuais (LV) e simulações específicas de ação laboratorial (AL), para melhor identificação das mesmas durante a análise, verificando-se os demais critérios elencados anteriormente.

| Simulação (classificação) | Disponível em: | Versão |
|---|---|---|
| IrYdium Chemistry lab (LV) | <https://www.baixaki.com.br/download/irydium-chemistry-lab.htm> | gratuita |
| Yenka (LV) | <https://www.baixaki.com.br/download/yenka.htm> | gratuita |
| ChemCollective-Laboratórios virtuais (LV) | <http://chemcollective.org/vlabs> | gratuita |
| Try-Labster (LV) | <https://www.labster.com/try> | gratuita |
| Virtual Lab Química (LV) | <http://virtuallab.pearson.com.br/> | não gratuita |
| Virtual Lab Química Orgânica (LV) | <http://virtuallab.pearson.com.br/> | não gratuita |
| ChemLab (LV) | <https://model-chemlab.br.uptodown.com/windows> | gratuita |
| Escala de pH (AL) | <https://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale> | gratuita |
| Molaridade (AL) | <https://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity> | gratuita |
| Concentração (AL) | <https://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration> | gratuita |
| Densidade (AL) | <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/density> | gratuita |

Quadro 1: Simulações encontradas, caracterizadas como gratuitas e não gratuitas

## Resultados e discussões

Para a descrição da análise das simulações optou-se por separá-las na ordem de laboratórios virtuais (LV) e ações laboratoriais específicas (AL) destacando as características e descrições crítica das mesmas. Diante disso, as simulações analisadas se caracterizam como sendo operacionais, pois permite a execução de procedimentos que desempenhem ações laboratoriais como realização de um experimento (RIBEIRO; GRECA, 2003).

### IrYdium Chemistry Lab

O software tem língua inglesa, podendo ser usado de forma off-line. No mesmo, encontram-se representações de substâncias elencadas em soluções ácidas/básicas fortes, fracas e conjugadas; soluções como ácido sulfúrico ($H_2SO_4$) e amônia ($NH_3$), além de amostras de água destilada e indicadores de pH, na opção sólidos há apenas o cloreto de sódio (NaCl). O software apresenta uma diversidade de vidrarias, com medições variadas em mL. Como equipamentos, a simulação possui balança analítica de precisão (em g), o 'barco de pesagem', semelhante ao vidro de relógio, o qual permite a pesagem de sólidos na balança; o de Bunsen, o qual pode ser utilizado para aquecimento de substâncias. As transposições das concentrações dos volumes e massas nas vidrarias são variadas, podendo escolher a quantidade de substância utilizada, para soluções em mililitro e para sólidos em gramas. O laboratório oferece uma bancada de trabalho virtual, possibilitando que os alunos possam despertar questões no que diz respeito à atenção, riscos de danificação de equipamentos, bem como diminuição da tensão para realização das práticas (RIBEIRO; GRECA, 2003).

### Yenka

O software em inglês Yenka é de uso on-line, para seu uso tem-se três tipos de licença, uma diz respeito à utilização da simulação em casa, não sendo possível utilizá-la em escolas, outra licença permite o uso por 15 dias, e outra para compra, efetivando o uso ilimitado. No mesmo, além de se ter representação das substâncias variadas o usuário pode escolher entre os

estados sólidos, soluções e gases, tendo diversas possibilidades de uso das reações possíveis para serem exploradas, como por exemplo reações entre substâncias ácidas e básicas, sólidos e metais em soluções, evidenciando a emissão de gases e explosões, com relação às medições de transposições o usuário pode escolher entre L, mL e $cm^3$ para volumes. Também é possível representar átomos e moléculas em 3D, o que pode viabilizar a compreensão, a partir de representações, de processos que ocorrem à nível submicroscópico, favorecendo aos alunos interpretações à nível macroscópico (MELO; MELO, 2015). Porém, é necessário que o professor compreenda que as representações à nível submicroscópico podem ser equivocadamente interpretadas, gerando ideias de que os modelos explicitados seriam uma cópia da realidade, sendo assim, cabe ao professor apresentar domínio dos modos representativos (VASCONCELOS, 2016).

## ChemCollective- Laboratórios virtuais

O software ChemCollective (Figura 1) é uma simulação de uso on-line, na qual o usuário tem acesso a sete tipos de práticas como: *estequiometria, termoquímica, equilíbrio, química ácido-base, solubilidade, oxidação/ redução e eletroquímica, técnicas de laboratório/ química analítica*. Podendo os experimentos serem conduzidos de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos (TATLI; AYAS, 2010), os conteúdos podem ser experienciados na simulação a partir de situações-problemas que podem ser desempenhadas pelo usuário, tendo acesso aos experimentos que permitem aos alunos a interação com os recursos necessários para as práticas, bem como com a disponibilidade de horário para suas realizações (AMARAL, *et al*., 2011).

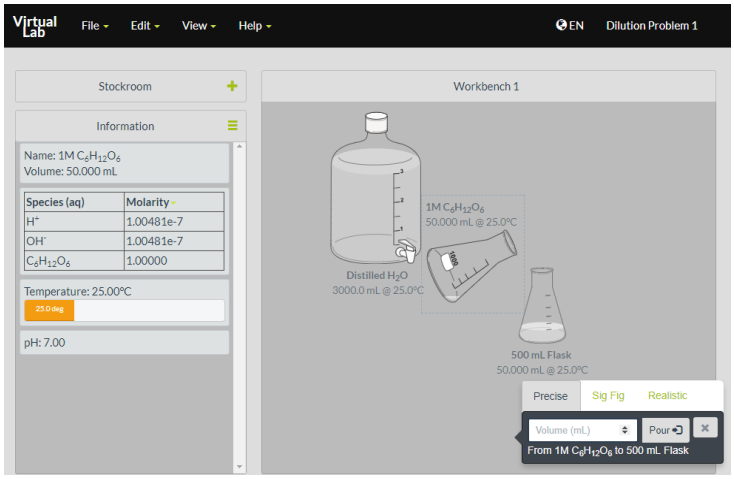


Figura 1: Interface da simulação ChemCollective, com situação-problema relacionada à estequiometria na imagem

No que diz respeito às quantidades de vidrarias e substâncias, as mesmas são disponibilizadas de forma fixa. Em situações de aulas em que o professor disponha de tempo curto para prática, a mesma pode ser uma alternativa, bem como para atividades de uso individual pelos alunos fora do ambiente escolar.

## Try-Labster

A simulação Try-Labster (Figura 2) é disponibilizada no idioma inglês e de forma on-line, sendo possível o uso em português. A mesma é em 3D com navegação guiada pelo ambiente de laboratório. Porém, a simulação é permeada por uma série de questões que são realizadas para averiguação da aprendizagem, sendo possível verificar os erros nos questionários,

podendo elaborar hipóteses e ideias, não limitando, a participação do aluno (SUART; MARCONDES, 2008).

Figura 2: Interface da simulação Try-Labster, em uma situação de verificação de possíveis erros laboratoriais

Sabendo que a aprendizagem é mais efetiva quando a simulação é inserida nos contextos apropriados (OZDILEKA; ONCUB, 2014), em situações como aulas iniciais de práticas laboratoriais, processos de entendimento como por exemplo o uso de jaleco, luvas e óculos de proteção, bem como a compreensão dos riscos e precauções que possam ocorrer em laboratórios reais, podem ser explorados através da simulação.

## ChemLab

O software ChemLab (Figura 3) é em inglês, funcionando de forma off-line, contendo sete atividades que podem ser desempenhadas no software: *titulação ácido-base, introdução fracionada da cristalização, compressão de gás, laboratório genérico, introdução da análise gravimétrica do cloreto, cinética de reação em reações redox* e *laboratório de calor específico*. Mesmo com esta variedade de reações, o seu idioma pode inviabilizar o uso por professores e alunos que não dominam a língua inglesa pois as atividades surgem com o procedimento no canto esquerdo.

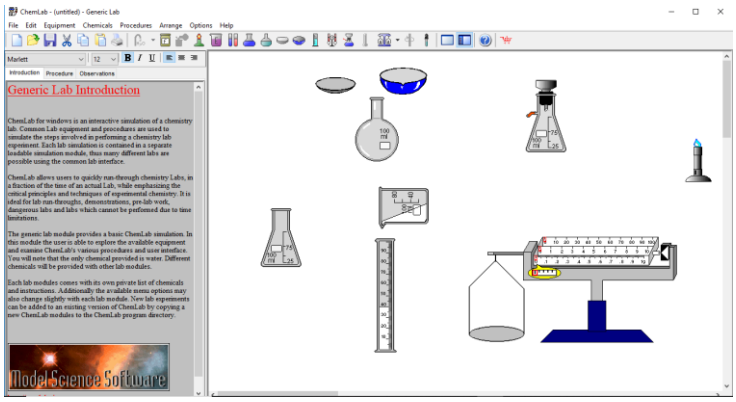


Figura 3: Interface da simulação ChemLab com vidrarias expostas

Para as atividades as substâncias são previamente estabelecidas, já que com os materiais necessários já evidenciados, o aluno pode pensar sobre o problema, e procurar resolvê-lo por meio da prática, contribuindo para o processo de entendimento do fenômeno a partir das teorias estudadas (SUART; MARCONDES, 2008). No que tange os processos de medidas e transposições, a simulação apresenta certa limitação, pois são apenas valores de volume e massa, em mL e g respectivamente.

Em consonância com essas simulações, existem outras de uso específico para se estudar aspectos como densidade, molaridade, concentração, dentre outros, que podem ser realizadas em laboratórios. Assim, as simulações analisadas referentes a esse tipo de simulação foram retiradas do site *PhET* (http://goo.gl/0ykEta), o qual possui diversas simulações que tanto podem ser utilizadas de forma on-line como off-line. A seguir, segue as análises das simulações exploradas do *PhET* (Figura 4).

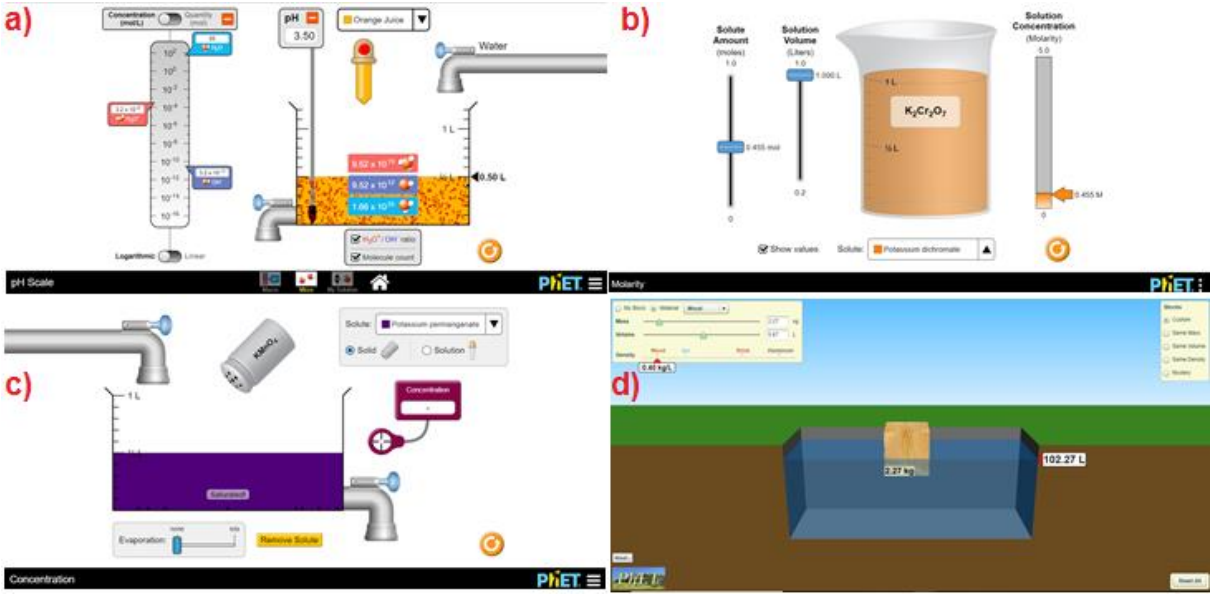


Figura 4. Interface das Simulações *PhET* selecionadas para serem analisadas neste trabalho: a) simulação Escala de pH com suco de laranja; b) simulação com dicromato de potássio na representação do Béquer para análise; c) simulação com permanganato de potássio e, d) simulação com bloco de madeira flutuando.

## *PhET* - Escala de pH

Na simulação (Figura 4a.), identificam-se amostras encontradas no dia a dia as quais podem aproximar, como afirma Costa-Beber (2011), com as experiências dos alunos revelando a importância de partir do cotidiano do discente para explicar e compreender a química presente. Sendo possível também, utilizar no software o medidor de pH, que permite a identificação do nível de acidez e basicidade das substâncias na escala de 0 a 14, como também é possível verificar, por meio da representação simbólica e submicroscópica as concentrações dos íons $H_3O^+$ e $OH^-$, tendo na simulação uma representação em L para as medidas das amostras.

## *PhET* - Molaridade

Nesta simulação (Figura 4b.) verificam-se análises de forma analítica, observando quantidades de soluto e solvente no béquer representado, sendo as substâncias utilizadas: nitrato de cobalto (II), cloreto de cobalto (II), dicromato de potássio, permanganato de potássio, cloreto de ouro (III), sulfato de cobre, mistura de bebidas e entre outros. As substâncias são observadas em quantidades de L, podendo se verificar situações de diluição e saturação, pois pode-se aumentar/diminuir o soluto e o solvente, observando a molaridade entre 0 M à 5M. É possível identificar na simulação aspectos dos níveis macroscópicos e simbólicos na simulação, sendo possível ao estudante a realização de relações entre tais modos.

### *PhET* - Concentração

Na simulação (Figura 4.c), bem como nas simulações do *PhET* discutidas nessa pesquisa, é permitido a relação entre os modos macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico (JOHNSTONE, 1993). No software pode-se analisar aspectos relacionados à solução e soluto como na de molaridade, sendo possível se obter valores de concentrações, na medição das soluções verifica-se a medida em L. Na simulação observa-se quantidades diferenciadas de substâncias, em que podem ser utilizadas na forma de solução ou de soluto, permitindo através das ferramentas disponibilizadas no software as realizações modificações no sistema, como evaporação, aumento de soluto e solvente.

### *PhET* - Densidade

Na simulação (Figura 4.d) pode-se encontrar 5 tipos de materiais diferentes para análise da densidade, são eles o isopor, tijolo, madeira, gelo e alumínio, são materiais conhecidos, que podem facilitar o processo de aprendizagem, no que diz respeito à utilização de materiais cotidianos. O usuário pode aumentar e diminuir a massa e o volume do objeto em Kg e em L respectivamente. Pode se observar o valor da densidade de cada objeto nas situações de aumento e diminuição de massas e volumes, bem como apresenta no canto superior direito, situações para que o aluno reflita sobre as densidades de diferentes modelos. É assim, uma simulação que permite a realização de uma prática, que tanto pode ser realizado em ambientes de laboratório como em sala de aula.

## Considerações finais

Por meio das análises, identificou-se que existem simulações que podem ser utilizadas no ensino de química de forma investigativa, no sentido de permitir a construção do conhecimento. Estas simulações são possíveis de serem implementadas nas atividades de ensino, principalmente em escolas que não apresentam laboratórios físicos, garantindo certa aproximação dos alunos com os métodos e análises. Vale ressaltar que algumas das simulações analisadas podem ser exploradas em smartphones como a ChemCollective, através do site, e as do PhET, tanto no site como no app, o que pode contribuir em instituições que apresentam dificuldades de uso do laboratório de informática. A utilização de simulações em smartphones não é o foco deste trabalho, porém poderá fazer parte dentro da pesquisa de iniciação científica desenvolvida pelos autores do trabalho. Reforça-se que estes recursos são melhores utilizados quando o professor estrutura suas aulas de forma clara e objetiva, possibilitando que os mesmos possam ser melhor explorados pelos alunos.

## Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Núcleo de Investigação de Práticas Pedagógicas para Ensino de Química (NIPPEQ) pelo desenvolvimento das atividades, à CAPES pelo programa Residência Pedagógica oportunizada aos estudantes participantes da pesquisa.

## Referências

ALKAN, F.; KOÇAK, C. Chemistry laboratory applications supported with simulation. **Procedia Social and Behavioral Sciences**. n. 176, p. 970-976, 2015.

AMARAL, E. M. H.; ÁVILA, B.; ZEDNIK, H.; TAROUCO, L. Laboratório Virtual de Aprendizagem: Uma Proposta Taxonômica. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na**

**Educação**. v. 9, n. 2, 2011.

CASTELEINS, V. L. Dificuldades e benefícios que o docente encontra ao realizar aulas práticas de química. **X Congresso Nacional da Educação – EDUCERE**, Curitiba, PR, 2001.

COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O. A. Cotidiano e Contextualização na Educação Química: discursos diferentes, significados próximos. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (VIII ENPEC)**, Campinas/SP, 2011.

DEL PINO, J. C.; KRÜGER, V. Segurança no Laboratório. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Instituto de Química**, 1997.

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

GIORDAN, M.; GÓIS, J. Telemática Educacional e Ensino de Química: Considerações em torno do desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares. **RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**. v. 3, n. 2, p. 41-60, 2004.

GORGHIU, L. M.; GORGHIU, G.; ALEXANDRESCU, T. & BORCEA, L. Exploring Chemistry Using Virtual Instrumentation – Challenges and Successes. **Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education**, p. 371-375, 2009,

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. Softwares de simulação no ensino de química: Uma representação social na prática docente. **ETD - Educação Temática Digital**. v. 7, n. 1, p. 51-63, 2005.

OZDILEKA, Z.; ONCUB, S. Pre-Service Teachers' Views on Simulations in Education: An Interdisciplinary Instructional Development Experience. **Procedia Social and Behavioral Sciences**. n. 141, p. 1156-1160, 2014.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**. v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

SUART, R. C. A experimentação no ensino de química: Conhecimentos e caminhos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O.; A. **Ensino de química em foco.** Ijupi: Unijuí, p.63-87, 2010.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**, Curitiba/PR, 2008.

SILVEIRA, L. F.; NUNES, P.; SOARES, A. C. Simulações virtuais em química. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**. Editora Unila Salle, Canoas, v. 18, p. 132-148, 2013.

TATLI, Z.; AYAS, A. Virtual laboratory applications in chemistry education. **Procedia Social and Behavioral Sciences**. n. 9, p. 938-942, 2010.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Estratégia Flexquest: possibilidades para a flexibilização do conhecimento**. 1 ed. Curitiba: Appris, p. 50-51, 2016.