

O USO DE LABORATÓRIO VIRTUAL (PhET) COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DOS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

42

THE USE OF A VIRTUAL LABORATORY (PhET) AS A STRATEGY IN THE TEACHING OF THE PHYSICAL STATES OF MATTER

Leonice Paraguai Dos Santos Ramos¹

e-mail: leoniceparaguay@hotmail.com

Chelry Fernanda Alves de Jesus²

e-mail: chelry.jesus@ifg.edu.br

Resumo

As Tecnologias da Informação e Comunicação vêm contribuindo com avanços na sociedade. Neste cenário, o uso de *softwares* educacionais como recursos pedagógicos oportuniza aos professores ensinar de formas diferentes, a exemplo do uso de Laboratórios Virtuais (LV), os quais permitem aos estudantes realizar experimentos que acrescentem conhecimentos e aproximem a teoria com a realidade prática de seus cotidianos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar se o uso de LV oportuniza aos estudantes o desenvolvimento e a aprendizagem de conceitos científicos. A esses fins, estruturou-se uma metodologia ancorada em quatro etapas. Na primeira, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o tema proposto; na segunda, a aplicação de um questionário sobre os conhecimentos prévios dos alunos; na terceira, ministraram-se aulas fazendo uso do *software* de Laboratório Virtual (PhET) como simulador dos estados físicos da matéria. Por fim, foi aplicado um questionário de verificação de aprendizado após a aula. A análise dos dados aponta que a ferramenta LV pode auxiliar no desenvolvimento de conceitos, trabalhando com elementos da visualização, aspectos lúdicos e a disponibilidade de ter acesso a simulação de práticas reais.

Palavras-chave: Química; Ensino; Laboratório Virtual; PhET; Estados físicos da matéria.

Abstract

Information and Communication Technologies have contributed to advances in society. In this scenario, the use of educational software as pedagogical resources allows teachers to teach in different ways, such as the use of Virtual Laboratories (VL), which allow students to carry out experiments that add knowledge and bring theory closer to the practical reality of their everyday life. In this context, the objective of this work is to analyze whether the use of VT gives students the opportunity to develop and learn scientific concepts. For these purposes, a methodology anchored in four stages was structured. In the first, a bibliographic survey was carried on the proposed theme; in the second, the application of a questionnaire about the students' prior knowledge; in the third, classes were given using the Virtual Laboratory software (PhET) as a simulator of the physical states of matter. Finally, a learning verification questionnaire was applied after class. Data analysis points out that the LV tool can help in the development of concepts, working with visualization elements, ludic aspects and the availability of having access to simulation of real practices.

Keywords: Chemistry; Teaching; Virtual Laboratory; PhET; physical states of matter.

¹ Licenciada em Química, Especialista em Ensino de Ciência e Educação Matemática, professora de Química na faculdade Fasem e Colégio ELO.

² Doutora em Química, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG- Câmpus Uruaçu).

O aprendizado da química é necessário na vida do cidadão, preparando-o para sua construção efetiva na sociedade. Com os avanços das novas tecnologias e o crescente acesso aos meios de comunicação, a rede digital eletrônica vem se destacando em uma velocidade absoluta, oportunizando o surgimento de diferentes meios e abordagens de desenvolvimento e complementaridade escolar. Nesse contexto, o uso de softwares simuladores de laboratórios de química, os chamados Laboratórios Virtuais (LVQ), está ganhando espaço nas instituições de ensino, podendo contribuir para um aprendizado significativo de Química a despeito da ausência de infraestrutura local (LOCATELLI, 2015).

Os LVQ estão sendo utilizados como recursos didáticos voltados à mobilização de aulas práticas em contextos em que o acesso a um laboratório físico não é possível ou viável. No contexto da pandemia de COVID-19, no qual as organizações de saúde recomendaram o distanciamento social, essas ferramentas ganharam ainda mais visibilidade.

Nesse sentido, Klein e Barin (2017) inferem que os laboratórios virtuais são utilizados como estratégia de auxílio e aperfeiçoamento do processo de aprendizagem, a partir do objetivo principal de atuar no auxílio do desenvolvimento escolar do estudante por meio de métodos e atividades que simulam situações reais. Essa prática, ainda relativamente recente, encontra-se em processo de adaptação e adesão entre os educadores, destacando-se, principalmente, ao permitir aos estudantes a realização de experimentos que não seriam possíveis nos específicos contextos escolares.

Klein e Barin (2017) ainda acrescentam que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) isoladamente não deve modificar os princípios metodológicos de um bom processo de ensino-aprendizagem. A despeito da adesão aos LVQ, o professor ainda deve planejar a atividade e atuar como mediador ativo do processo educativo.

Os LVQ voltados ao ensino de química, segundo Aquino et al. (2017), conseguem promover o entendimento dos conceitos científicos que seriam adquiridos nos laboratórios reais e seus recursos. Ademais, essas ferramentas digitais favorecem o exercício de constante atualização das práticas docentes, considerando o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes.

Afinal, no ensino de química, o laboratório é essencial para engajamento dos estudantes no processo de investigação, associando a experimentação à resolução de problemas, auxiliando na aprendizagem e na compreensão clara dos conceitos científicos – a serem mobilizados crítica e correlativamente. Considerando isso, Lopes (2008) salienta que o uso dos LVQ no ensino da química abre a possibilidade de diversificar os métodos de ensino-aprendizagem, minimizando a escassez de material para a execução de experimentos e otimizando espaços e tempo.

Além dos aspectos já mencionados, é importante frisar que o uso de LVQ deve levar em consideração o ensino contextualizado, criando oportunidades de vivenciar situações

próprias ao desenvolvimento de habilidades e competências básicas, as quais ajudam os estudantes a tomar decisões na sua vida em sociedade, atendendo aos direcionamentos legais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, bem como da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 9394/96. Dentre algumas das habilidades que potencialmente podem ser mobilizadas no ensino de Química apoiado pelos LVQ, destaca-se a capacidade de procurar, organizar e interpretar informações; distinguir fato de opinião; distinguir causa de efeito; entender cientificamente as questões do meio ambiente; aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para identificar e resolver situações-problema; traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da química e vice-versa; e, finalmente, formular hipóteses e prever resultados (ALMEIDA; AMARAL, 2005).

Embora tema relevante aos estudos pedagógicos da Química, ainda existem poucas pesquisas científicas relacionadas a essa temática. Em vista disso, Mendes, Santana e Junior (2017) salientam a importância de desenvolver mais trabalhos voltados ao uso de LVQ, a fim de consolidar cientificamente a sua funcionalidade no contexto da sala de aula, não só em vista de uma substituição do espaço físico, mas sobretudo em favor de traçar bases metodológicas à integração de diferentes TICs no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a presente pesquisa se justifica na busca por reforçar o escopo de referenciais à utilização de LVQ no ensino de Química, subsidiando a prática e suas abordagens a pesquisadores, professores e estudantes.

Portanto, o uso dos LVQ se configura como uma estratégia para o ensino e a aprendizagem de conteúdos de Química, aproximando os conhecimentos empíricos dos teóricos, possibilitando a construção científica de um determinado tema e auxiliando os estudantes a ampliarem seus repertórios sobre o assunto. À luz desse contexto, o presente estudo visa analisar se o uso da simulação dos estados físicos da matéria do laboratório virtual PhET oportuniza ao estudante o desenvolvimento de conceitos científicos, quanto a compreensão do comportamento das moléculas nos diferentes estados e os fatores que interferem na transformação de um estado físico para outro. Ademais, busca discutir em quais aspectos o uso de laboratório virtual de química pode contribuir para o processo de aprendizagem do aluno.

Caminhos metodológicos da investigação

O presente trabalho está configurado nos moldes de uma pesquisa empírica de investigação, a pesquisa-ação, articulando a teoria e a prática, de maneira que possibilite ao pesquisador atuar sobre a sua realidade estudada, num processo dinâmico de ação, reflexão e ação refletida. Conforme Tripp (2005), a pesquisa-ação é uma técnica de pesquisa que, orientada por princípios acadêmicos, busca identificar e empenhar a ação que visa melhorar a prática. Ela é orientada por ciclos contínuos de planejar, descrever e avaliar, aplicados em todas as etapas do processo.

Dessa maneira, o estudo se orientou entre ação e investigação da ação, em que a ação consistiu no uso sistematizado de um software de laboratório virtual, simulando um experimento envolvendo os estados físicos da matéria. A pesquisa foi estruturada nas etapas de planejamento da ação, execução da proposta e análise dos dados coletados. Nesse contexto, o pesquisador assumiu duplo papel: o de investigador da prática e o de docente.

Os primeiros passos da pesquisa têm caráter exploratório de revisão da literatura. Nos dizeres de Marconi e Lakatos (2004), essa etapa consiste em explorar a literatura publicizada em relação ao tema, objetivando colocar o pesquisador em contato direto com o assunto e os debates que tenham sido discutidos na academia científica.

À luz disso, na primeira etapa, foram explicitadas as bases teóricas sobre o uso dos Laboratórios Virtuais como estratégia para o ensino de Química. Na segunda, o estudo contemplou a aplicação de um questionário semiestruturado em vista de coletar informações a respeito dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes, tanto em relação ao uso de laboratórios virtuais quanto a respeito do conteúdo abordado. Já na terceira etapa, voltada à ação, ministrou-se uma aula utilizando um software de Laboratório Virtual de Química (LVQ). Por fim, aplicou-se um questionário aos estudantes, objetivando coletar os dados utilizados na análise posterior à prática.

O *Locus* da pesquisa se deu em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio do Colégio ELO, que pertence ao grupo da Faculdade Serra da Mesa (FaSeM), localizado na cidade de Uruaçu, em Goiás. A unidade escolar está situada na avenida JK, qd. U5, s/n – setor sul II. Os alunos participantes concederam participação na pesquisa mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Salientamos que a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética do IFG, sendo aprovada pelo CAAE: 60050422.5.0000.8082.

Após a coleta dos dados, organizou-se uma tabulação das respostas dos estudantes. Posteriormente, as respostas obtidas foram comparadas e articuladas criticamente com as informações dispostas na literatura relacionada ao tema, embasando o escopo analítico.

No quadro a seguir, apresenta-se mais detalhes a respeito do planejamento da ação, a exploração e demarcação do campo de pesquisa

Etapas	Ações
Processo de escolha do software de simulação de um Laboratório Virtual de Química (LVQ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamento dos LVQ em rede, observando-se critérios de gratuidade e acessibilidade. 2. O critério de busca enfocou na palavra-chave “laboratório virtual de química”. A pesquisa se deu, principalmente, nos repositórios de periódicos. 3. <i>Software</i> selecionado: PhET colorado, fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman.
Escolha do <i>locus</i> da pesquisa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Critérios observados na escolha do <i>locus</i> da pesquisa: ligação da pesquisadora com a comunidade escolar, em recorte relacional tanto no exercício da docência quanto em termos de participação no contexto escolar em diversos aspectos. 2. <i>Locus</i> da pesquisa selecionado: Colégio ELO da FaSeM, em Uruaçu-GO
Seleção dos participantes da pesquisa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Critérios/ fundamentos: <ol style="list-style-type: none"> a. O conteúdo escolhido a ser contemplado pelo LVQ consta no currículo do primeiro ano do Ensino Médio, nível escolar dos sujeitos participantes da pesquisa. b. Possibilidades de acesso aos estudantes selecionados caso sejam necessários de mais dados. c. Acesso ao laboratório de informática da Faculdade Serra da Mesa (FaSeM), situada na cidade de Uruaçu - GO. 2. Turma selecionada: turma do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio ELO.
Seleção do tema das aulas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tema relevante e previsto no currículo do primeiro ano do Ensino Médio. Conteúdo retomado constantemente no decorrer do Ensino Médio. 2. Conteúdo selecionado: Estados Físicos da Matéria.
Fonte: autor próprio	

Software do laboratório virtual de química selecionado

O *software* selecionado faz parte da plataforma de simulação interativa PhET, desenvolvida pela Universidade do Colorado. Nessa plataforma, diversas simulações estão disponibilizadas para uso livre a estudantes, professores, escolas e demais instituições interessadas. As simulações disponíveis abordam conteúdos de várias disciplinas: Biologia, Física, Química, Ciências da Terra e Matemática.

Planejamento das aulas

O planejamento pedagógico foi estruturado em três aulas com duração de cinquenta minutos cada. A primeira aula consistiu na apresentação da proposta aos proponentes, além

da coleta das assinaturas de TCLE dos estudantes. Ainda no primeiro encontro, houve um momento em que os estudantes responderam um questionário semiestruturado com dez perguntas relacionadas ao uso de laboratório virtual, expressando seus conhecimentos prévios a respeito do conteúdo a ser trabalhado nas aulas. Dentre as perguntas elaboradas, constam: i) O que vocês entendem sobre estado físico da matéria? Quais são? ii) Dê exemplos de cada um dos estados físicos da matéria. iii) Vocês já utilizaram algum aplicativo de laboratório virtual antes? Se sim, qual foi a experiência?

A segunda aula aconteceu no laboratório de informática da instituição escolhida, no qual realizamos uma aula prática sobre os estados físicos da matéria utilizando o LVQ da plataforma PhET, com o auxílio de vários computadores disponíveis no ambiente.

Ressaltamos que a plataforma PhET autoriza a utilização das simulações por qualquer usuário, de maneira gratuita, não sendo necessário adquirir permissões. Ademais, todas as simulações disponíveis em <https://phet.colorado.edu> constituem recursos educacionais abertos e fornecidos sob a licença Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0).

Na terceira aula, aplicamos outro questionário semiestruturado, dessa vez, voltado à avaliação final da proposta. Nessa ocasião, os participantes da pesquisa responderam perguntas que concernem aos conceitos científicos trabalhados e à avaliação da proposta enquanto estratégia pedagógica. Tais perguntas direcionaram o grau de satisfação com a prática e a compreensão dos conceitos científicos abordados.

Instrumentos de coleta de dados

A coleta dos dados foi realizada em forma de questionário na turma do primeiro ano do Ensino Médio de um colégio privado, localizado na cidade de Uruaçu-GO, e observou a aplicabilidade do uso do laboratório virtual PhET como ferramenta pedagógica.

Lembrando que, apesar de serem aplicados questionários antes e após a proposta, esses não foram os únicos meios de coleta de dados. Afinal, entende-se que a avaliação contínua do processo, por parte do pesquisador-participante, é fundamental à compreensão das relações entre o antes e o depois. Sendo assim, o pesquisador ficou atento aos momentos de execução das aulas, utilizando filmagens, tirando fotos, gravando áudios e tomando notas, sempre com a devida precaução de resguardar a imagem dos participantes.

Método de análise de dados

O método utilizado foi de análise de conteúdo de Bardin (1977), estruturando em três fases: a primeira foi feita uma pré-análise dos dados, a segunda a exploração do material, procurando as categorias ou codificações e por fim, o tratamento dos resultados com as devidas inferências e interpretações.

Na pré-análise, foi feita uma leitura fluante do material, escolhendo e selecionando o material a ser analisado. Após essa etapa, empenhou-se um esforço de categorização das respostas obtidas. A categorização é um processo importante na realização de qualquer análise metodológica de dados. Nesse sentido, o conceito de categorização consiste em reunir dados com propriedades comuns ou cujo aspecto relacional se apresente importante ao escopo de pesquisa. A partir disso, abstraiu-se dados da realidade empírica na medida em que se construiu categorias cognitivas. Dessa forma, a categorização ajudou a organizar, separar, unir, classificar e validar as respostas encontradas nos instrumentos de coleta de dados (BARTELMÉBS, 2013).

À luz disso, buscou-se palavras e ideias que se aproximassem em unidades de significação, de maneira a guiar a interpretação do pesquisador a partir de sua própria prática e à vista de referências teóricas e dos dados coletados. A partir disso foram obtidas duas categorias posteriores, a primeira discute a relação dos estudantes com as tecnologias e os desdobramentos do uso da ferramenta, e a segunda refere-se ao desenvolvimento dos conceitos científicos trabalhados no LVQ utilizado durante a aula.

E, por fim, foi feita a etapa de tratamento dos dados, em que foram discutidas as categorias à luz de referenciais teóricos levantados e analisados na parte exploratória da pesquisa, traçando uma relação entre teoria, análise dos dados e discussão dos resultados.

Resultados e discussão

Como exposto anteriormente, foram aplicados questionários aos alunos em duas etapas: antes e depois da realização da aula. Ao todo, participaram da experiência 16 alunos. Todos responderam a todas as questões propostas nas duas etapas formais de coleta.

A partir dos dados obtidos, foi possível perceber duas categorias: a primeira é a relação com a tecnologia e seus desdobramentos após o uso; e a segunda é o desenvolvimento conceitual que o aplicativo proporcionou em relação ao conteúdo abordado.

Relação com a tecnologia e seus desdobramentos

Analisando a questão da utilização de LVQ, a presente pesquisa buscou levantar dados sobre os tipos de aplicativos educacionais utilizados em experiências anteriores pelos estudantes, mais especificamente, na área de Química. Conforme os dados, observou-se que a maioria dos estudantes, ao total de 14, nunca utilizaram aplicativos virtuais que abarcam conhecimentos da área de Química, contrapondo-se a 2 estudantes que já acessaram aplicativos similares.

Um dos alunos relatou já ter acessado aplicativo pedagógico da área da Química, mencionando o seguinte:

Outro, por sua vez, respondeu que o seu contato com aplicativos do gênero constituiu:

“uma experiência super legal”.

Quanto ao perfil de uso de aplicativos digitais no geral, os dados apontaram que as redes sociais figuram como as aplicações de maior acesso e popularidade, dentre elas o *WhatsApp*, *Instagram* e *Twitter*, bem como aplicativos de jogos, *Youtube*, *Streaming* e compras. Apenas 1 aluno relatou utilizar aplicativos de leitura. Desses dados, infere-se que a maioria dos alunos pesquisados utiliza a Internet e seus aplicativos mais como uma forma de entretenimento do que propriamente como uma ferramenta para adquirir conhecimento.

Nesse sentido, percebe-se que os jovens, na faixa etária dos participantes, dominam bem as ferramentas disponíveis na rede digital eletrônica, em função de estarem imersos nestas tecnologias desde a infância, mas subutilizam as habilidades mobilizadas no cotidiano. Desse modo, embora se apropriem dessas ferramentas com naturalidade:

não possuem o hábito de refletirem sobre as mesmas e muito menos se preocupam em compreender as formas como as utilizam. Realizam, por vezes, sofisticadas operações de forma automática e irrefletida” e não estão alinhadas com os valores da escola (PEIXOTO, 2009, p. 4).

Além disso, ressalta-se que a prática e difusão do uso de TIC na sala de aula ainda é pouco utilizada, colaborando para a ausência de incentivos culturais e escolares ao uso pedagógico das redes. Para Souza, Fiscarelli e Esteves (2014), ainda há barreiras por parte dos próprios professores na adoção dessas ferramentas na sala de aula, devido a razões que vão desde a falta de confiança, passando pela resistência a mudanças, pela dificuldade de acesso aos recursos na escola à falta de formação técnica-docente.

Dando sequência ao estudo, após o uso do LVQ PhET na aula proposta, os alunos foram incentivados a relatar suas experiências com o uso do laboratório virtual disponibilizado durante a aula de Química ministrada.

A partir disso, obteve-se respostas relacionadas às possibilidades de aprendizado de “coisas novas” e à potencialidade de realização de novos experimentos cuja realização não é viável no âmbito e na infraestrutura física existente, mas amplamente possível por meio do laboratório virtual. Outra questão levantada foi a ludicidade do uso da ferramenta.

No questionário posterior, uma das perguntas realizadas se voltou a perceber essa potencial contribuição de aprender “coisas novas”, questionando o seguinte: “O laboratório virtual possibilita a realização de vários experimentos individuais, os quais você poderá repeti-los quantas vezes desejar? Descreva o que contribuiu no seu aprendizado”. Em face desse questionamento, descreveremos a seguir alguns dos relatos dos estudantes.

“Contribuiu para a realização de novos aprendizados e experiências, nos traz um conforto em relação ao sistema e forma de aprendizado etc”.

“Contribui de forma mais clara no meu aprendizado, para além de aprender ouvindo e escrevendo, o laboratório virtual trouxe para mim o aprendizado visual ao ver os desenhos e jogos do site”.

“Contribuiu para fazer diversos experimentos e tirar dúvidas”

Ademais, vale destacar as menções a respeito das possibilidades de repetição e realização de novos experimentos:

“Eu acho muito top, a gente conhece mais sobre os experimentos e também é bom que os alunos não correm risco de se machucar com algo”.

“Pode repetir (o experimento) quantas vezes quiser e possibilita usá-lo em qualquer ambiente”.

Esses resultados convergem com os estudos de Moura *et al.* (2016), ao expor que o surgimento dos laboratórios virtuais vem contribuindo com a simulação dos experimentos, sendo possível utilizá-los em qualquer lugar e a qualquer hora. Embora acessíveis, é necessário que o aluno esteja conectado a uma rede digital e tenha aparelhos eletrônicos, tais como: computadores, *smartphones*, *tablets*, *notebooks*, dentre outros. Essa barreira de acesso, no entanto, tem se mostrado permeável por parte significativa da população, diferentemente do acesso a laboratórios bem equipados, ainda restritos.

Nesse contexto, a ferramenta virtual assume caráter de suma importância para trabalhar os conhecimentos aprendidos. Ademais, o recurso evita o manuseio de substâncias perigosas e a potencial liberação de gases tóxicos em determinado experimento, possibilitando que, mesmo com a presença de laboratórios físicos, o virtual seja utilizado em experiências com potencial perigoso. Dentre outros fatores a serem considerados, menciona-se o risco das altas ou baixas temperaturas necessárias para alguns experimentos e os recursos de alta precisão, nem sempre presentes em laboratórios escolares. A ferramenta digital, nesse sentido, consegue complementar o laboratório físico ao ofertar novas e mais seguras possibilidades de experimentos que, na realidade da maioria dos laboratórios escolares, jamais seriam realizados.

Nesse contexto, vale destacar outro aspecto importante apontado pelos estudantes: a possibilidade de perceber visualmente as moléculas nos diferentes estados físicos da matéria durante a experimentação, algo impossível no laboratório físico. Verificando as possibilidades de aprendizado dos estudantes, elaborou-se a seguinte pergunta: “Depois do uso do laboratório virtual, o que mudou no seu entendimento sobre os estados físicos da matéria?”. Em face dessa pergunta, destacam-se as respostas a seguir:

“Foi possível realizar diversos experimentos nos quais eu não poderia fazer fisicamente. Como as moléculas reagem a cada tipo de temperatura”.

“Achei interessante como as moléculas ficam quando estão congeladas e como elas explodem quando aquecidas”.

“É interessante como as moléculas dos elementos ficam em cada estado, e o que acontece se aumentar ou diminuir a temperatura”.

Além das questões apresentadas, a ludicidade foi um fator preponderante que se observou durante a aplicação da ferramenta. Percebeu-se o interesse dos alunos, bem como a interação desses com a possibilidade de mudar a temperatura e pressão virtualmente, observando os resultados imediatamente em relação à manipulação dessas variáveis. Houve, ainda, troca de informação entre os integrantes da turma sobre como cada um estava conduzindo seu experimento, potencializando a propagação do conhecimento e possibilitando que eles pudessem repetir aquilo que o colega realizou, verificando se obtinham o mesmo resultado. Nesse sentido, um estudante elencou a diversão como forma de obtenção de conhecimento:

“A contribuição seria a informação de uma forma rápida e divertida, gerando conhecimento de uma forma de entretenimento”.

À luz disso, os resultados corroboram com a ideia de Garcez (2014) de que o aspecto lúdico pode ser compreendido como o surgimento de um diálogo aberto, capaz de estimular nos alunos o compromisso com seu aprendizado, mobilizando conhecimentos prévios e concepções que devem ser consideradas na elaboração de situações e de novas descobertas.

Nesse sentido, Perrenoud (2000) acrescenta que é de suma importância que o professor busque diversificar as metodologias de ensino, traçando estratégias que facilitem o processo de aprendizado ao multiplicar as tentativas de erro e acerto, tanto nas aulas teóricas quanto nas práticas. Sobre isso, o autor salienta que:

um professor de biologia ou de química pode, hoje, substituir uma parte das experiências de laboratório – que continuam formativas por outras razões – através das operações virtuais que tomam muito menos tempo e, portanto, densificam as aprendizagens, porque é possível multiplicar as tentativas e os erros, sabendo imediatamente os resultados, e modificar as estratégias de acordo com a necessidade (PERRENOUD, 2000, p. 133).

Assim, percebe-se pelos dados obtidos que o uso de laboratório virtual foi bem aceito, configurando-se como importante ferramenta didática ao recorte selecionado. Sobre isso, Viera, Meirelles e Rodrigues (2011) salientam que não é recomendável ao professor utilizar apenas os recursos instrucionais como o quadro e giz, de maneira que as aulas experimentais no ensino de Química são de suma importância para o engajamento dos estudantes no processo de verificação e desenvolvimento da aprendizagem. Além disso, as aulas em laboratórios, tanto físico como virtual, contribuem para o aprendizado de conceitos

científicos e, ainda, para o desenvolvimento de habilidades e competências, conforme o que é observado em relação às aulas práticas laboratoriais.

Desenvolvimento conceitual

A avaliação da contribuição do LVQ PhET no desenvolvimento conceitual dos estados físicos da matéria foi realizada a partir de uma correlação entre as respostas anteriores e posteriores ao uso da ferramenta.

Antes da aplicação do LVQ PhET, a maioria dos estudantes (7) respondeu que os estados físicos da matéria são “sólido, líquido e gasoso”; quatro estudantes responderam que os estados físicos são aqueles materialmente observáveis, como é possível observar na seguinte resposta:

“São variações dos estados físicos possíveis de se observar matéria, como a possível variação da matéria em função dos fenômenos físicos”.

Um dos estudantes, por sua vez, fez uma associação ao concreto, respondendo que:

“são estados físicos da matéria, possíveis de se pegar”.

Ainda em relação às respostas obtidas, um deles correlacionou a temperatura com os estados físicos, uma vez que fez a seguinte observação:

“A temperatura influi nos estados físicos da matéria”.

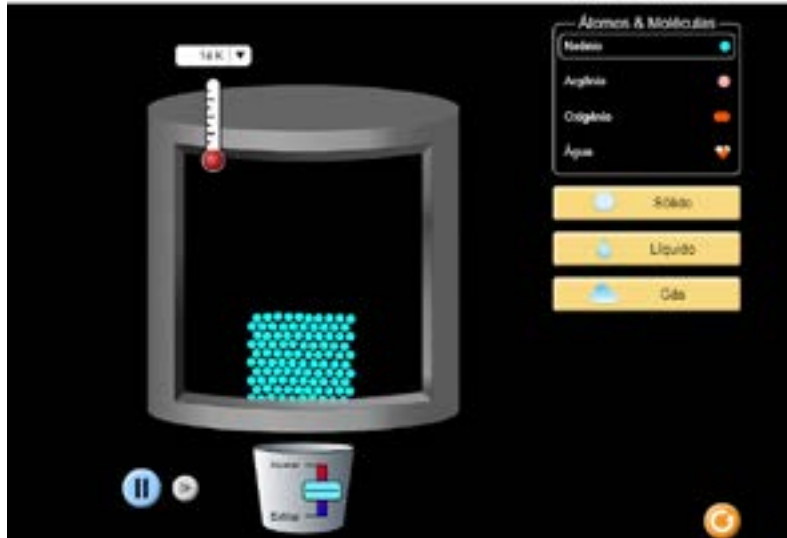
Os alunos ainda foram solicitados, nesta etapa, a dar exemplos de materiais nos diferentes estados. Do total de 16 alunos, 5 indicaram o gelo para exemplificar o estado sólido da matéria. Os outros mencionaram: ferro, camiseta, sólidos, rochas e metais.

Em relação ao estado líquido, 15 alunos descreveram a água como exemplo; ao passo que apenas 1 não exemplificou, repetindo a palavra líquido para esse questionamento.

Quanto ao estado gasoso, 6 alunos indicaram a palavra vapor; 4 relacionaram o oxigênio e 1 mencionou o gás Hélio. O restante não mencionou exemplos.

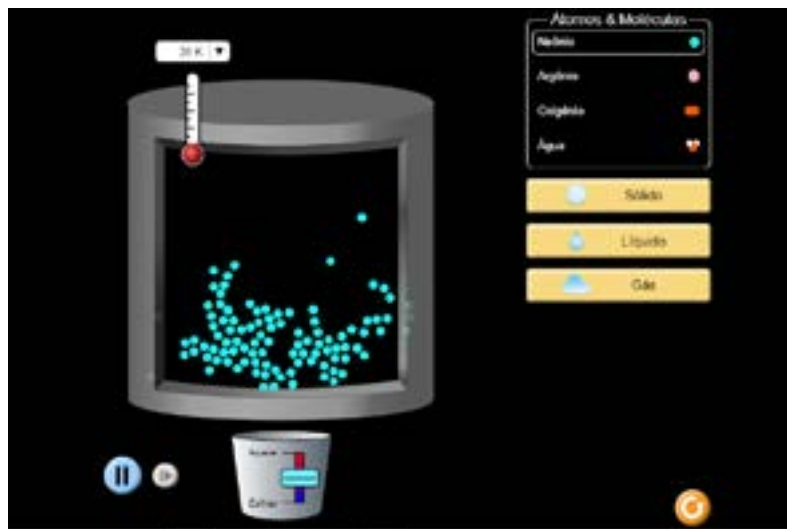
Essas respostas revelam, em alguma medida, que os alunos já possuíam algum conhecimento quanto aos estados físicos da matéria. Entretanto, os conceitos se mostraram vagos, sem uma profundidade a respeito do assunto, principalmente quanto à interação das moléculas nos diferentes estados e à influência da temperatura e pressão na passagem de um estado a outro.

Durante a utilização do simulador do PhET, os estudantes observaram que, no estado sólido, as moléculas estão mais próximas (Figura 1).

Figura 1 - Representação do estado sólido no simulador PhET

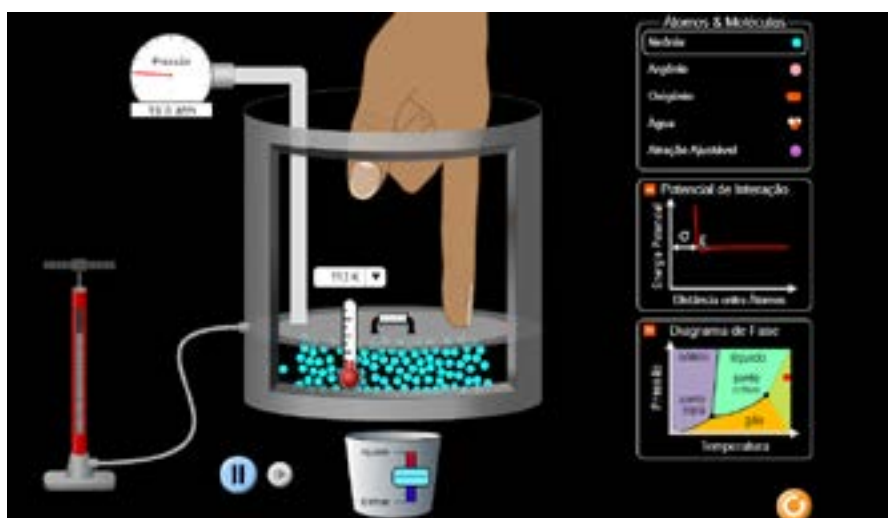
Fonte: PhET (2022)

Durante a aula experimental, à medida que os estudantes iam simulando o aquecimento das moléculas, elas se distanciavam e mudavam de estado físico (Figura 2).

Figura 2 - Comportamento das moléculas com o aquecimento no simulador PhET

Fonte: PhET (2022)

Além disso, o LVQ utilizado trabalhou com a simulação do aumento da pressão, sob temperatura constante do sistema, mostrando que, com o aumento da pressão, as moléculas vão se aproximando (Figura 3).



Fonte: PhET (2022)

Após o uso do LVQ PhET, todos os alunos inferiram que o laboratório virtual auxiliou na compreensão de como as moléculas se comportam nos diferentes estados, como é possível observar nas seguintes respostas do formulário posterior:

“Conseguí aprender melhor como funciona os estados físicos da matéria”.

“Como cada molécula se comporta em determinado estado”.

“A maneira como se propagam e as reações das moléculas perante as temperaturas”.

Essas respostas subsidiam a maneira como a simulação do LVQ PhET auxiliou os alunos na compreensão microscópica do comportamento das moléculas nos diferentes estados. Nesse sentido, Garcez (2014) diz que ensinar Química é um desafio, pois essa é uma ciência que estuda a matéria e seu comportamento, tais como as moléculas e suas interações, em níveis por vezes invisíveis. Em face desse desafio de abstração dos conceitos, as simulações, como a apresentada na proposta do LVQ PhET, são consideradas ferramentas importantes na compreensão didática e pedagógica dos fenômenos químicos, auxiliando significativamente no desenvolvimento conceitual e na articulação desses conceitos em diversas aplicações do cotidiano.

Além disso, Oliveira e Soares (2020) inferem que a utilização de experimentos proporciona motivação aos estudantes. Os autores destacam que o experimento favorece a construção do conhecimento, estimulando o caráter investigativo e a contextualização por parte dos discentes na escola. Isso corrobora com os dados apresentados neste trabalho, demonstrando que o uso do laboratório virtual PhET promoveu o desenvolvimento conceitual dos estudantes de maneira lúdica e significativa.

Considerações finais

Apesar dos estudantes terem familiaridade com uso de ferramentas tecnológicas, a maior parte não são direcionadas ao aprendizado de conteúdos científicos, a pesquisa apontou que poucos haviam utilizado LVQ antes.

O uso do LVQ mostrou uma estratégia potencializadora para motivar o interesse dos estudantes, despertando a curiosidade científica. O simulador utilizado, dos estados físicos da matéria do LVQ PhET, possibilitou os estudantes compreenderem como as moléculas se comportam nos diferentes estados, por meio da visualização de modelos e simulações alterando os fatores de temperatura e pressão.

Diante do exposto, verificou-se que a aula prática utilizando o Laboratório Virtual (PhET) contribuiu para uma aprendizagem dos estados físicos da matéria, obtendo adesão e empenho dos estudantes a compreender conceitos abstratos da Química, tornados mais empíricos e relacionáveis por meio da ferramenta. Assim, o ensino foi capaz de oportunizar a construção de um saber capaz de gerar, nos estudantes, a capacidade de acertar, de errar, reformular e questionar o conhecimento, sempre com o anseio e abertura à obtenção de novos conhecimentos.

Vale ressaltar que o uso do LVQ não abrange todos os experimentos e conteúdos. Nesse sentido, esse possui caráter complementar, contribuindo ao aprendizado dos estudantes e oferecendo possibilidades de conhecimento sem dispensar a mediação e as outras abordagens pedagógicas do professor.

Além desses aspectos, o uso da ferramenta LVQ possibilita trabalhar com aspectos da ludicidade, visualização e a acessibilidade a simulação de experimentos reais que não seria possível em alguns contextos, auxiliando o aprendizado do aluno.

Por fim, é necessário evidenciar que esse estudo não tem a pretensão de finalizar as discussões sobre o referente assunto, mas sobretudo de reforçar a probabilidade de desenvolvimento de novos elementos de investigação, subsidiando a professores, dentre eles, os de química, bases e incentivos ao uso das tecnologias na consolidação e complementação construtiva dos conhecimentos científicos, intelectuais, sociais e interativos desses educandos.

Espera-se que a utilização do laboratório virtual nas aulas de química, conforme proposição deste estudo, não venha substituir o uso do laboratório físico, mas sim contribuir para minimizar a recorrente falta de opções de aulas práticas, sobretudo por falta de infraestrutura ou problemas de segurança laboratorial, configurando-se, assim, como importante ferramenta à complementaridade do processo de ensino e aprendizagem da Química.

Referências

- ALMEIDA, N. P. G.; AMARAL, E. M. R. Projetos temáticos como alternativa para um ensino contextualizado de ciências: análise de um caso. **Ensenanza de las Ciencias**, n. extra, 2005.
- AQUINO, C.; TEIXEIRA, M.; SILVA, M.; SANTOS, A.; SOUZA, H.; MORAIS, C; HOMENICK, D: Laboratórios virtuais: Um estudo comparativo entre plataformas de aprendizagem para o ensino da química. **Revista de estudios e investigación en psicología y educación** eISSN: 2386-7418, v. Extr., n.13. Pernambuco, 2017.
- BARTELMEBS, R. C.. Analisando os dados na pesquisa qualitativa. **Metodologias de Estudos e Pesquisas em Educação III**. 2013.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei Federal nº 9394/96). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. **Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017**. Brasília, 2017
- GARCEZ, E. S. da C. **O lúdico em Ensino de Química**: um estudo do estado da arte. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás). Goiânia, 2014.
- KLEIN V., BARIN, C. S.. Aprendendo química com laboratórios virtuais. 22º Seminário de Educação, Tecnologia e Sociedad De 10 a 16 de outubro Núcleo de Educação On-line/NEO; FACCAT, RS **Revista Redin**. v. 6, n. 1, Rio Grande do Sul, 2017.
- LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S.. TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 7, p. 1-12, Passo fundo RS, 2015.
- LOPES, A. R. C.. **Políticas de integração curricular**. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- MENDES, A.; SANTANA, G.; JÚNIOR, E. P. O uso do software PhEt como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 16, p. 52-60, Manaus, AM. 2015.
- MOURA, F. J. de A.; NETO, F. R. da S.; INÊS, M. J. da . L; MONTEIRO, G. dos S.; SILVA, E. V.. Uma reflexão sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química. **III Congresso Internacional das Licenciaturas**. COINTER- PDVL. 2016.
- OLIVEIRA, H. J.; SOARES, L. M. dos S.. Utilizando a experimentação para trabalhar os estados físicos e a transformação da matéria: uma revisão de literatura. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 10, n. 01, Piauí 2020.

PhET Interactive Simulações. **Simulações**. University of Colorado Boulder. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SOUZA, C. B. G.; FISCARELLI, S. H.; ESTEVES, R. F. As barreiras para implementação das TIC na sala de aula. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 9, n. 3, p. 583-598, 2014.

PEIXOTO, J. As práticas digitais juvenis e as práticas educativas com uso das TIC. **III Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino**, 2009.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443 - 466, set./dez. 2005.

VIERA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. **O Uso de Tecnologias no Ensino de Química: A Experiência do Laboratório do laboratório virtual química fácil**. Programa de Mestrado (Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, s/d.

XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – **XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019