

## OBJETO DIGITAL DE APRENDIZAGEM COMO PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

### DIGITAL LEARNING OBJECT AS A PEDAGOGICAL PROPOSAL FOR THE TEACHING OF CHEMISTRY

Alessandro Felix Pascoin<sup>1</sup> - UNEMAT  
José Wilson Pires Carvalho<sup>2</sup> - UNEMAT

#### RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo compreender como atividades com o uso de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) pode contribuir para a prática pedagógica de professores de Química em um curso de formação continuada. No delineamento desta pesquisa, de natureza qualitativa, buscou-se proporcionar aos professores dessa disciplina, atividades formativas com o uso de ODA. Tratou-se de um momento específico de um curso de formação continuada, no qual se utilizou um simulador digital para o estudo de conceitos de Química. Os resultados apontaram que, além de possibilitar aos professores uma reflexão sobre as suas práticas, o curso também propôs sugestões para que houvesse maior aproximação em relação aos conceitos a serem ensinados na disciplina. Além disso, os dados indicaram que o uso de ODA pode romper com as limitações físicas e estruturais do ensino tradicional. Ademais, as práticas pedagógicas apresentam desafios que merecem atenção quando se pretende desenvolver atividades com ODA para o ensino de Química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prática Pedagógica; Formação; Tecnologias Digitais.

#### ABSTRACT

This research aimed to understand how activities with the use of Digital Learning Objects (DLO) can contribute to the pedagogical process of Chemistry teachers in a continuing education course. In the design of this research, of a qualitative nature, it was intended to provide Chemistry teachers from a public school, with training activities with the use of DLO. It was a specific moment of a continuing education course, in which a digital simulator for the study of Chemistry concepts was used. The results showed that, in addition to allowing teachers to reflect on their practices, the course also proposed suggestions so that there could be an approach to the concepts to be taught in the subject. Moreover, the use of DLO may break with the limitations and restrictions of traditional teaching. In addition, that pedagogical practices present challenges that require attention when developing activities with the DLO for the teaching of Chemistry.

**KEYWORDS:** Pedagogical practice; Formation; Digital Technologies.

DOI: 10.21920/recei72020617438452  
<http://dx.doi.org/10.21920/recei72020617438452>

<sup>1</sup>Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UNEMAT). Docente licenciado em Química e efetivo da educação básica do Estado de Mato Grosso. E-mail: [alessandrofelixpascoin@gmail.com](mailto:alessandrofelixpascoin@gmail.com) / ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6359-1651>.

<sup>2</sup>Doutorado Físico-Química (IQSC/USP). Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM-UNEMAT). E-mail: [jwilsonc@unemat.br](mailto:jwilsonc@unemat.br) / ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5969-5105>.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, as transformações tecnológicas determinam diferentes ritmos, dinâmicas e novas dimensões às incumbências de ensinar e aprender (KENSKI, 2012). O contexto educacional contemporâneo tem exigido que o professor esteja continuamente aprendendo, adaptando-se às inovações tecnológicas e reconfigurando algumas de suas ações, visando a um novo perfil docente que seja baseado em práticas pedagógicas interativas. Além disso, para o aperfeiçoamento da prática pedagógica, é indispensável uma constante atualização. Nesse contexto, as Tecnologias Digitais (TD) despontam como aliadas no exercício da profissão docente. Elas têm potencial de envolver os alunos e, além disso, permitem o uso de Objetos Digitais Aprendizagem (ODA), dando suporte a diversas práticas pedagógicas (MELO; MELO, 2005). Abordagens de ensino com uso de ODA adequados apresentam inúmeras possibilidades didáticas que favorecem a autonomia, o desenvolvimento da criatividade e a contextualização, permitindo, ainda, que seja respeitado o ritmo de aprendizagem de cada aluno (RIBEIRO et al., 2016).

As sucessivas transformações na Educação Básica têm exigido reflexões mais aprofundadas em relação ao exercício da profissão docente, com o propósito de identificar as fragilidades técnicas e didáticas de tais práticas. Nessa conjuntura, exigências originárias para o que seria um “novo perfil docente”, no cenário didático-tecnológico e do domínio pedagógico educacional, estão diretamente ligadas à formação continuada, questão fundamental que vem sendo bastante discutida na literatura – por exemplo, em Kenski (2012) e Santos (2014). Sendo assim, essa formação deve ser vista como algo transversal a todas as áreas do conhecimento – os professores devem buscar o desenvolvimento profissional, sem o qual o exercício docente ficaria comprometido, considerando que o aprimoramento das práticas de ensino precisa ser uma constante que começa na formação inicial e perpassa toda a carreira do professor (MENDES; BACCON, 2016).

Portanto, é recomendável que os professores de Química ou aqueles que, formados em outras disciplinas, ensinam Química trilhem o caminho da formação permanente, a fim de superar os desafios do ensino desta Ciência, com os quais se deparam no dia a dia escolar. Esse processo depende do envolvimento, da participação e da coragem para enfrentar a insegurança na tomada de decisões relacionadas às diversas atribuições do professor (GALIAZZI, 2014). A TD, que tem “potencial para transformar a prática pedagógica, desafia o professor no sentido de saber como integrar esses recursos em suas atividades na sala de aula” (VALLIN et al., 2003, p. 13).

Nesse cenário, é extremamente necessário trazer para a discussão a importante participação dos ODA no ensino de Química (LEITE, 2015). Essa é a tarefa a que se propõe este trabalho. Por meio de uma formação continuada, realizada no âmbito de uma escola da rede pública no interior do estado de Mato Grosso e dirigida aos professores da referida disciplina, o objetivo é compreender como atividades com uso de ODA podem contribuir para a prática pedagógica no contexto da formação continuada.

Nessa perspectiva, foram sugeridas estratégias que pudessem auxiliar na aprendizagem e no fortalecimento do ensino dessa disciplina. Tais estratégias não se restringem a um espaço e tempo e vão além da sala de aula, da lousa e do giz. Os ODA, tais como laboratórios virtuais, simuladores, vídeos, softwares, entre outros recursos da mesma natureza, mostram-se promissores para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem da Química (MELO; MELO, 2005). Para tanto, cabe ao professor adotar percepções razoáveis, operacionais e metodológicas sobre esses recursos, “para poder melhor explorar suas especificidades e garantir

o alcance dos objetivos do ensino oferecido” (KENSKI, 2012, p. 89). Assim, os recursos digitais, se bem estruturados, proporcionarão um conjunto de novas possibilidades ao professor e oferecerão estratégias adicionais de ensino.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, o foco recaiu sobre as experiências individuais subjetivas dos participantes (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Em um momento específico do referido curso de formação continuada, para uma abordagem de conceitos da Química, foi utilizado o simulador digital “O efeito estufa”, disponível no portal PhET Interactive Simulation. Os dados foram produzidos por meio de questionário, notas de campo e roda de conversa. A análise foi conduzida à luz do método indutivo (OLIVEIRA, 2016). Considerando ainda a importância de discussões teóricas acerca dos ODA no ensino de Química, neste artigo, a intenção também foi dialogar com alguns referenciais teóricos, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas e atividades com esses recursos a respeito do ensino desta ciência. A próxima seção apresenta esses referenciais.

## APORTE TEÓRICO

Diante dos sucessivos avanços tecnológicos e das mudanças na forma de comunicação e informação da sociedade, é natural que tenham emergido novas concepções para o fazer pedagógico. No contexto da sala de aula, é notória a importância do uso dos computadores, os quais têm se constituído como recursos mediadores nos processos de ensino e de aprendizagem, oferecendo novas possibilidades pedagógicas. Em contrapartida, essa nova realidade tem exigido do professor habilidades e competências até então inéditas (MELO; MELO, 2005).

O momento e o espaço da formação continuada são considerados essenciais para que o professor possa conhecer as possibilidades que os recursos didático-tecnológicos podem oferecer ao ensino de Química, colaborando para o aperfeiçoamento pedagógico dos profissionais da educação (MEZZARI; CARVALHO, 2014). O uso das TD pode ser um aliado do ensino de Química, proporcionando recursos que permitam a interação entre aluno e computador. É nesta perspectiva que se entende que os ODA podem colaborar para a divulgação e a organização da informação e para a construção do conhecimento.

Há diversos ODA voltados para fins educacionais, no formato de softwares e vídeos hospedados em repositórios, disponibilizados muitas vezes de forma gratuita em ambientes virtuais para dispositivos fixos ou móveis. Segundo Maciel e Backes (2013), muitos desses conteúdos digitais, no formato de multimídia, são chamados de “objetos de aprendizagem”, uma vez que se trata de recursos de aprendizagem. Seguindo essa concepção, neste trabalho, acrescentou-se a palavra “digital” para denominar tais objetos, uma vez que se trata de recursos nos formatos multimídia e digital. Adotou-se, assim, a terminologia “Objeto Digital de Aprendizagem” ou “ODA”.

Existem diversas definições apresentadas na literatura para o conceito de ODA. Segundo Maciel e Beckes (2013, p. 178), trata-se de recursos “disponíveis na web, que utilizam a tecnologia como forma de construção e implementação, tais como os vídeos, os filmes, as animações, slides, enfim os materiais didáticos-tecnológicos elaborados e/ou disponíveis aos docentes”. Aguiar e Flôres (2014) consideram que tais objetos são estimuladores da aprendizagem e úteis por serem reutilizáveis em diferentes contextos. Já para Lima, Falkembach e Tarouco (2014), o conceito de ODA está relacionado a unidades formadas por um conteúdo didático:

Um vídeo, uma animação, um texto, uma gravação ou uma imagem, e podem ser formados por uma unidade, que agrega a outra, forma um novo objeto, ou seja: objeto de aprendizagem é qualquer material digital com fins educacionais [...]. [ODA] São recursos que oportunizam inovações pedagógicas visando a ensejar melhores condições para o processo de ensinar e aprender da geração do século XXI (LIMA; FALKEMBACH; TAROUÇO, 2014, p. 435).

Oriundos das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) disponíveis, os ODA surgem como recursos capazes de capturar, armazenar, organizar, pesquisar, recuperar, analisar, avaliar e transformar informações em conhecimento, podendo ser usados em processos de ensino tanto para facilitar o entendimento da realidade como para a tomada de decisões (LEITE, 2015). Diversos ODA encontram-se disponíveis para fins educacionais, sobretudo para o ensino da Química. Nesse contexto, o uso desses recursos, se bem interligado aos conceitos da disciplina, podem ser parceiros no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para a autonomia, permitindo a contextualização, auxiliando o aprendiz a avançar, segundo o seu próprio ritmo, e possibilitando que o professor se torne mediador dos processos de ensino e aprendizagem (LEITE, 2015).

Silveira (2016) destaca a importância da inserção das tecnologias na prática docente. O autor exemplifica diversos recursos interativos e softwares de simulações. Por outro lado, ele também alerta sobre os cuidados a serem tomados quanto ao uso da tecnologia. O planejamento, os objetivos claros e a orientação dos educadores no desenvolvimento das atividades merecem atenção, uma vez que recursos tecnológicos não substituem a prática docente; eles são, sim, aliados dos processos de ensino e aprendizagem.

Em relação à escolha dos ODA, Ribeiro et al. (2016) e Oliveira, Souto e Carvalho (2016) sustentam que o professor, inicialmente, precisa estar certo do objetivo que pretende alcançar na aprendizagem, da ênfase do conteúdo a ser trabalhado e das competências que os alunos precisam alcançar. Desse modo, acredita-se que a autoconfiança, o acompanhamento do desenvolvimento de atividades apoiadas em recursos tecnológicos e a percepção das contribuições positivas são elementos fundamentais para que os docentes venham a adotar tais recursos no exercício da profissão.

Sousa (2013,) afirma que “os recursos tecnológicos chegaram à sala de aula, portanto, cabe ao professor aprimorar suas práticas pedagógicas para métodos mais modernos no que diz respeito ao tipo de objeto que constroem as informações junto aos alunos”. Isso se confirma nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), que atribuem ao professor a tarefa de estimular a construção de conhecimento, cabendo a esse profissional adotar ações que desenvolvam as habilidades e as capacidades do aluno (BRASIL, 2000).

No cenário atual, em que há múltiplos recursos digitais audiovisuais disponíveis, passamos a viver dependentes de máquinas, memórias virtuais e disponíveis em dispositivos eletrônicos fixos ou móveis, que realizam inúmeras funções e têm atribuições que anteriormente eram exclusivas do ser humano. Agora, muitas dessas atribuições podem ser auxiliadas pelo avanço tecnológico na área da informática (CHASSOT, 2016). Nesse contexto, de maneira específica, os dispositivos móveis despontam como recursos promissores para a promoção da aprendizagem. Um celular ou *tablet*, por exemplo, podem contribuir para o processo de ensino, o que contraria a narrativa de muitos professores, ao afirmarem que esse apetrecho distrai e atrapalha a aula (MATEUS; DIAS, 2015; LEITE, 2015). Assim, é importante promover discussões e reflexões em relação às contribuições que essa tecnologia pode trazer. Segundo Leite (2015, p. 59), a “aprendizagem móvel pode ser empregada no ensino de Química dada a sua facilidade de acesso a qualquer momento e em qualquer lugar”. São diversas as possibilidades de

interação promovidas pela tecnologia. Quer se trate de tecnologia fixa ou móvel, o principal propósito é o de facilitar a vida das pessoas. Em dispositivos que cabem na palma da mão, tem-se um anexo da memória; no ensino, quando se utilizam simulações, experimentos e modelos que envolvem, entre outras funcionalidades, imagens e comunicação instantânea, esses artefatos permitem que o pensamento seja desafiado (BORBA; PENTEADO, 2012).

No campo da Química, as dimensões das moléculas, átomos, elétrons e íons são submicroscópicas, ou seja, incrivelmente pequenas. Para melhor concebê-las, formulam-se representações, por meio de modelos, a partir dos produtos gerados do conhecimento das propriedades dessas estruturas. Por isso, de acordo com Pauletti, Rosa e Catelli (2014), a Química é uma ciência visual – reflexo disso é o fato de que o ensino dessa disciplina envolve uma multiplicidade de representações de fenômenos e partículas.

Para descrever os fenômenos químicos que ocorrem à nossa volta, dispomos também de teorias e modelos que auxiliam no entendimento das propriedades dos materiais e, por consequência, possibilitam a descoberta de novos fenômenos. O *ciberespaço* oferece diversos ODA interativos e de simulação, especialmente em sites, repositórios e plataformas, de modo que cabe ao docente ter clareza acerca de quais são os objetivos conceituais que deseja abordar. Cabe lembrar que a qualidade da representação dos modelos de unidades fundamentais da matéria, por meio dos ODA, está intimamente relacionada à participação ativa do aluno, bem como à legitimidade conceitual. Em relação à necessidade de usar modelos para as representações de substâncias e fenômenos, Chassot (2016, p. 267) menciona duas limitações:

1.º Os modelos destinam-se a descrições de situações com as quais dificilmente interagiremos, e das quais conhecemos apenas os efeitos e; 2.º Os modelos são simplificações de situações muito diversificadas, para as quais haveria necessidade de milhares de descrições diferentes. Estas duas limitações concorrem muito, ainda que diferentemente, para que determinemos as nossas exigências sobre modelo que vamos elaborar (CHASSOT, 2016, p. 267).

O uso de representações e, muitas vezes, de modelagens de partículas submicroscópicas tem alguns inconvenientes. Em primeiro lugar, tal uso pode estar baseado em atividades muito descontextualizadas e em recursos inadequados, cuja condução é protagonizada pelo professor. Nessas situações, a atuação do aluno fica restrita à resolução das atividades em situações limitadoras, ou seja, o ensino, cujos conteúdos precisam ser problematizados, limitam-se a exercícios repetitivos. Além disso, outro ponto a destacar é que as imagens que os alunos percebem do mundo se mostram insuficientes para compreender a estrutura da matéria. O ensino pautado apenas em símbolos não consegue proporcionar sistemas de representação alternativos, que permitam aos alunos compreender a natureza desses conteúdos (POZO; CRESPO, 2009).

Sob o ponto de vista tecnológico digital, os ODA específicos para simulações e animações constituem alternativas para representações de partículas submicroscópicas, pois permitem uma reprodução ainda mais elaborada de fenômenos antes inacessíveis ao âmbito da sala de aula. Ademais, essas ferramentas possibilitam a visualização de fenômenos, por meio de modelos e simulação, em escala submicroscópica, tornando mais concretas situações que demandam alto grau de abstração (BRASILEIRO; SILVA, 2015).

De acordo com Levy (1999), as simulações permitem representar e testar fenômenos ou situações em todas as variações possíveis e explorar universos fictícios de forma lúdica, contribuindo para que o aluno conheça melhor objetos ou sistemas complexos indescritíveis. Nessa mesma linha de pensamento, Paula (2015) salienta que as simulações podem levar o aluno

a conhecer o funcionamento de um determinado modelo simplificado da realidade, ou seja, podem representar processos que embasam os modelos científicos. Assim, dentre as tarefas da simulação estão as de criar situações e modelos a partir de um problema, para que o aluno possa tomar decisões e executar ações.

Nessa perspectiva, também a respeito de uma abordagem pedagógica, Aguiar e Flôres (2014, p. 12) afirmam que, “para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos mais complexos, é conveniente optar por uma animação ou simulação que permita a manipulação de parâmetros e a observação de relações de causa e efeito dos fenômenos”. A Química tem à sua disposição vários softwares específicos e úteis, que fazem, de forma iconográfica, a virtualização, transformando átomos em bits. Sobre essas funcionalidades, Giordan (2013, p. 125) afirma que são basicamente três formas de transposição de um fenômeno do meio natural para o computador: “a reprodução em tela do fenômeno filmado, a animação obtida pela sequência de ilustrações e a simulação por meio da combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno”. Quanto aos aspectos inerentes aos recursos de animação, as informações são equivalentes às descrições audiovisuais apresentadas e permitem um baixo grau de interatividade (PAULA, 2015).

Assim como os modelos procuram fazer “aproximações” da realidade e apresentam suas limitações, a simulação ou a animação não garantem, por si só, a compreensão do mundo submicroscópico. É importante esclarecer aos alunos que elas são baseadas em representações de situações reais (BRASILEIRO; SILVA, 2015). Pode-se afirmar, a propósito da discussão relacionada aos ODA, que estes oferecem diversas oportunidades ao contexto educacional, sobretudo para o ensino de Química. Porém, as definições sobre esse recurso ainda não são consensuais. Apesar de haver semelhanças entre essas diversas definições, ainda existe um longo caminho a ser percorrido em busca de uma padronização.

## ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A presente pesquisa é de natureza qualitativa. Buscou-se compreender os impactos de uma ação formativa na prática pedagógica de professores de Química, a partir do uso de ODA para a realização de atividades de ensino. Participaram desse curso de formação continuada oito professores de Química de uma escola pública na cidade de Araputanga, interior do estado de Mato Grosso. Eles interagiram com um ODA, a fim de que pudessem manifestar seus pontos de vista em relação à experiência vivenciada. Na ocasião, utilizou-se o simulador digital “O efeito estufa”, disponível no portal PhET Interactive Simulation. Todo o processo foi conduzido sob uma perspectiva prática, com base em simulações e conceitos científicos acerca do fenômeno do efeito estufa.

Nas atividades, teoria e prática estiveram presentes, no sentido de proporcionar aos professores condições favoráveis à utilização dos ODA voltados para os conceitos químicos. Assim, por meio das ações desenvolvidas pelos participantes, proporcionou-se um momento de interação e reflexão sobre a possibilidade de aplicação desses recursos nas práticas pedagógicas. O PhET Interactive Simulation simula um fenômeno ambiental, que dificilmente poderia ser reproduzido de outra maneira em sala de aula com tamanha riqueza de detalhes (ver figura 1, na seção “Resultados e discussões”).

Considerando a adoção de uma abordagem qualitativa, o foco foi para as experiências individuais e subjetivas dos participantes (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Cada professor discutiu, com base nas atividades desenvolvidas com o auxílio do ODA em questão, e

expôs as suas opiniões sobre as possibilidades que os aplicativos em dispositivos móveis trazem para as práticas pedagógicas. Tudo foi registrado em notas de campo (NC).

Em um primeiro momento, foi aplicado um questionário (QU), de modo a obter uma prévia da realidade atual do ensino de Química com TD na escola pesquisada. Também para a produção dos dados, foram propostas discussões em rodas de conversa (RC), as quais foram gravadas em áudios. Tais diálogos versaram sobre as experiências vivenciadas, bem como sobre as possibilidades de situações de ensino baseadas em ODA. Os áudios gravados foram transcritos na íntegra. Foi adotada a denominação “P1”, “P2”, ... “P8”, para fazer referência aos professores participantes da pesquisa e preservar o anonimato. Para o tratamento e a análise dos dados, utilizou-se o método indutivo, segundo as orientações de Oliveira (2016), as quais permitem ao pesquisador observar a realidade para fazer seus experimentos, partindo do particular para o geral, de modo a chegar a conclusões.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa propôs discussões relacionadas ao uso de simuladores no processo de ensino e aprendizagem de Química. As discussões apontaram tanto para as possibilidades oferecidas por esse recurso pedagógico quanto para as limitações que podem comprometer o seu uso. Inicialmente, discorreu-se sobre as representações de partículas oferecidas pelo aplicativo utilizado e fez-se uma breve descrição da sua interface. Em seguida, os resultados que podem ser alcançados com o uso de tal recurso foram apresentados. Descreveram-se tais resultados, a partir das experiências vivenciadas pelos professores ao utilizarem o aplicativo em questão. Em relação ao embasamento teórico para os encaminhamentos das ações, estes foram debatidos no primeiro encontro da formação. Na ocasião, pesquisador e professores discutiram as possibilidades pedagógicas relacionadas aos ODA no ensino de Química. As discussões tiveram o propósito de romper com alguns paradigmas, buscando estimular os professores a adotarem novas habilidades para um melhor desenvolvimento de suas práticas pedagógicas (MELO; MELO, 2005).

Em primeiro lugar, apresenta-se, a seguir uma descrição das funcionalidades do aplicativo, conforme informações obtidas no portal PhET Interactive Simulation:

Como os gases do efeito estufa afetam o clima? Explore a atmosfera durante a Era Glacial e hoje. O que acontece quando você adiciona nuvens? Altere a concentração de gases de efeito estufa e veja como a temperatura muda. Em seguida, compare com o efeito de painéis de vidro (vidraças). Amplie e veja como a luz interage com as moléculas. Será que todos os gases atmosféricos contribuem para o efeito estufa? (PHET INTERACTIVE SIMULATION, 2019).

As simulações apresentadas pelo aplicativo possibilitam utilizar um modelo de atmosfera terrestre com uma composição dos gases. Isso permite a simulação e a demonstração de variáveis envolvidas nos fenômenos atmosféricos. De modo específico, pode-se investigar a interação da radiação solar com esses gases (figura 1). Em diferentes épocas, essa interação e o impacto dela sobre a temperatura da superfície terrestre podem ser visualizadas (BRASILEIRO; SILVA, 2015). A tela inicial do simulador é mostrada na figura 1. Na parte superior, encontram-se três abas: “Efeito Estufa”, “Camada de vidro” e “Absorção de Fóton”. No lado direito da tela, há uma legenda mostrando os modelos simbólicos de fótons solares e infravermelhos causadores do

efeito estufa. Em linhas gerais, “o princípio da simulação é mostrar os fótons solares entrando na atmosfera terrestre. Quando estes atingem a superfície terrestre parte da radiação é absorvida, e são emitidos para atmosfera fótons de infravermelho” (BRASILEIRO; SILVA, 2015, p. 57).

Durante o curso promovido nesta pesquisa, as primeiras ideias de uso pedagógico desse ODA no ensino da Química foram surgindo e, aos poucos, se consolidando. A primeira estratégia escolhida foi a exploração do aplicativo pelos professores, para que, em seguida, já familiarizados com o simulador, realizassem as atividades sugeridas. Nessa oportunidade, os participantes acessaram o site do portal PhET Interactive Simulation, selecionaram o simulador “O efeito Estufa” e prosseguiram interagindo e conhecendo as possibilidades do simulador. Foi esclarecido que as atividades sugeridas poderiam ser complementadas com estratégias investigativas, como o estudo das variações e dos comportamentos dos fenômenos causadores do efeito estufa – ou seja, pode-se afirmar que o uso do aplicativo implica que o professor decida sobre o método e sobre a dinâmica mais adequada para a realização de sua proposta de ensino. Cabe destacar que esta proposta pedagógica trabalhada na formação, além de possibilitar ao professor refletir sobre sua prática, também propôs sugestões práticas para facilitar uma aproximação em relação aos conceitos a serem ensinados na disciplina (GALIAZZI, 2014).

Figura 1 - Interface do aplicativo “O efeito estufa”



Fonte: PhET Interactive Simulation (2019).

Ao longo das atividades, constatou-se que houve uma participação colaborativa entre os professores durante e após as experiências vivenciadas. Além disso, houve evidências de que a experiência pedagógica proposta foi compreendida de forma coerente, “pois, na ocasião, os professores se dispuseram a resolver as atividades propostas e manifestaram interesse em conhecerem outros aplicativos disponíveis no portal PhET” (Notas de Campo, 27 fev. 2019).

A seguir, apresentam-se algumas percepções dos participantes acerca dos ODA. Foram levados em conta não apenas os discursos em relação à proposta vivenciada, mas também as experiências daqueles que declararam já usar tal recurso em suas práticas pedagógicas. P6 afirmou que o aplicativo de simulação rompeu com as limitações físicas e estruturais do ensino

tradicional. Ao utilizar tal recurso, ampliam-se os recursos materiais nas práticas pedagógicas. Segundo esse professor:

O objeto virtual nos ajuda nas questões de acessibilidade material. Eu vejo assim: a virtual, ele [o aplicativo] te dá a dimensão infinita de representação e recursos materiais diversos. Dependendo da atividade prática em laboratório que você for fazer, você será limitado, e na virtual você rompe essas limitações (P6, 2019).

A partir dessa fala de P6, podem-se destacar alguns pontos importantes em relação aos ODA. Percebe-se, nesse recorte, no qual o professor se refere à facilidade de acessar os recursos digitais, uma convergência em relação às considerações de Aguiar e Flôres (2014, p. 15), quando tais autores discorrem sobre a acessibilidade: “[o recurso digital está] acessível facilmente via Internet para ser usado em diversos locais”. Assim, o ensino de Química valendo-se dessa acessibilidade, permite o uso ilimitado de ODA específicos, contribuindo para a efetivação da aprendizagem científica. Tais recursos surgem como ferramentas democráticas, reforçando as ações do professor em sala de aula, de modo a favorecer colaborativa e substancialmente a aprendizagem (MACHADO, 2016). Não obstante todas essas potencialidades, Leite (2015) faz um alerta, ponderando que cabe ao professor ser capaz de identificar os limites e as potencialidades de uma dada tecnologia, apropriando-se das questões teóricas envolvidas, sobretudo, na vinculação com as especificidades de cada ODA.

Ainda a respeito do excerto de P6, verifica-se que alguns dos seus relatos versaram sobre as possibilidades ilimitadas de representação de fenômenos químicos e do uso de materiais e a possibilidade de atividades práticas inacessíveis em laboratório presencial. Alguns desses aspectos foram também mencionados por P1.

O interessante do experimento virtual é que você pode fazer várias vezes o mesmo experimento. Faz, volta, faz novamente, muda a concentração. Aí, eu vou fazer na prática e, por exemplo, disponho de material para fazer apenas um experimento (P1, 2019).

Sob o ponto de vista tecnológico digital, as simulações computacionais despontam como alternativa para representações de experimentos práticos em laboratório, pois permitem uma reprodução ainda mais elaborada e visual de fenômenos inacessíveis de outro modo no contexto da sala de aula (FANTINI; MATEUS, 2015). Além disso, possibilita a visualização ilimitada de fenômenos em escala submicroscópica, trazendo para o concreto situações que demandam abstração (BRASILEIRO; SILVA, 2015).

Para Levy (1999), as técnicas de simulação facilitam variações dos parâmetros de um modelo, permitindo a visualização e a ampliação da imaginação. Além de proporcionarem imagens interativas, alimentam e transformam a capacidade de imaginação e de pensamento. Tais ponderações teóricas reforçam a ideia de que os recursos de animações e simulação cumprem seu papel quando auxiliam, por meio representações de modelos, as unidades fundamentais da matéria no contexto do ensino (CHASSOT, 2016; POZO; CRESPO, 2009). De maneira específica, os professores reconheceram possibilidades adicionais oferecidas pelos ODA nos processos de ensino de aprendizagem. É o que mostram os excertos a seguir:

Eu, particularmente, gosto mais de utilizar um software do que utilizar cartazes ou imagens impressas. Os recursos de tecnologia 3D são muito melhores, muito mais ilustrativo (P4, 2019).

Os laboratórios virtuais e simulações são muito enriquecedores para nossas aulas, assim como os vídeos de animação são muito importantes. Acredito que os vídeos de animação, editados em pontos específicos são muito importantes, pois as ilustrações esclarecem muitos conceitos teóricos, facilitam muito (P6, 2019).

Para mim, os recursos de animação [vídeos] é o mais fácil. Trabalho muito com vídeos. Eu ainda não sei fazer edição de vídeos, aí eu preciso passar ele inteiro (P2, 2019).

No primeiro excerto, P4 argumenta que utiliza softwares para demonstrações tridimensionais e destaca o aspecto imagético das simulações proporcionadas pela tecnologia 3D. Além disso, os vídeos de animação também são referidos como aliados dos professores nas práticas de ensino. Entretanto, no recorte da fala de P2, são referidas algumas limitações: “eu ainda não sei fazer edição de vídeos, aí eu preciso passar inteiro”. Apesar de gostar de vídeos, a professora vê o uso de tais recursos irem de encontro ao tempo exíguo da aula, o que inviabiliza o uso desse recurso, tendo em vista que a profissional não domina técnicas de edição. Declarações como essas expõem as dificuldades da atividade docente e cumprem o louvável papel de qualificar o debate e, a partir disso, aperfeiçoar as propostas pedagógicas mobilizadas durante os encontros.

Os dados indicam que os professores confiam no potencial das tecnologias digitais – neste caso, os vídeos –, mas carecem de formação, a fim de que superem ou minimizem as limitações que eles mesmos reconhecem, passando a estar cada vez mais seguros em suas práticas pedagógicas. Sugere-se que os professores deem preferência a práticas que permitam mais interação por parte dos alunos, para que, assim, encontrem relações entre os conteúdos escolares e as experiências comuns do seu cotidiano (RIBEIRO et al., 2016).

Ainda sobre os excertos anteriores, nota-se que os professores uniformizam as ideias de “simulação”, “animação” e “laboratórios virtuais”. Cabe destacar importantes aspectos que diferenciam e determinam o uso de cada um desses recursos, considerando as perspectivas que a prática pedagógica deseja alcançar. Cabe lembrar que, entre os critérios que distinguem os recursos de animação, simulação e laboratórios virtuais para o ensino de Química, estão: grau de interatividade crescente, informações produzidas e os tipos de representações, específicos em cada recurso (BRASILEIRO; SILVA, 2015).

Os professores confirmaram que atividades envolvendo o ODA “O efeito estufa”, além de serem muito interessantes, os fizeram refletir sobre as possibilidades oferecidas pela tecnologia, como pode ser constatado nos excertos a seguir:

Muito interessante, pois através desses recursos refletimos em como as aulas podem ser mais proveitosas, e o ensino, mais significativo (P1, 2019).

Muito interessante. Foi possível, por meio da formação, conhecer um pouco mais sobre os objetos virtuais, alguns aplicativos para celular e a prática. (P2, 2019).

Muito interessante, abre os olhos para novas possibilidades de ensino e aprendizagem (P5, 2019).

O tom geral das considerações apresentadas, por mais que representam uma visão pessoal, revela uma sintonia entre os professores, tanto no contexto do ensino quanto da aprendizagem. Acredita-se que os sentimentos e as intenções expressos nas narrativas da formação serão mantidos pelos professores e lembrados toda vez que forem replicadas em suas aulas ou propostas de ensino (SANTOS, 2014). Outro aspecto a se considerar acontece quando os trabalhos com os ODA não alcançam os objetivos de aprendizagem esperados, frustrando o professor e o próprio aluno. A esse respeito, Brasileiro e Silva (2015) afirmam que disponibilizar esses recursos aos alunos sem planejamento é correr o risco de usar a tecnologia como mera diversão, quando, na realidade, ela pode ser muito útil para o processo de ensino. No excerto abaixo, P7 faz uma reflexão nesse mesmo sentido.

Mas eu vejo que a grande maioria dos nossos alunos, quando voltamos para conhecimento, para educação, eles têm muita dificuldade de trabalhar com Objetos Digitais de Aprendizagem. Mas, assim, aos poucos, nós, professores, temos que inserir esses aplicativos, isso no dia a dia deles. Precisamos buscar a melhor forma de trabalhar e utilizar esse meio. São ferramentas que eles têm na mão, como celular, notebook, computador etc. Cabe a nós direcioná-los a utilizar de forma correta, produtiva e que vai auxiliar ele na escola, seja lá qual for o objetivo deles (P7, 2019).

Muitas vezes, as atividades com ODA são apresentadas aos alunos de modo a complementar conceitos ou justificar uma teoria já apresentada em sala de aula. Entretanto, tal abordagem dessa ferramenta requer um cuidado na estruturação de atividades, sempre de modo a dar mais sentido e protagonismo aos alunos nas ações desenvolvidas (GIORDAN, 2013). Do mesmo modo, compreende-se que o uso de recursos de TD planejados e executados somente para ilustrar a teoria ou motivar o interesse pelo assunto podem ser insuficientes para a obtenção dos resultados esperados pelo professor no âmbito da aprendizagem. Muitas estratégias e situações de ensino falham quando se distanciam de modelos ou de uma representação social e da realidade científica. Como afirma Chassot (2016, p. 268), é conveniente deixar claro que “as fórmulas e as leis, elaboradas a partir de modelos, procuram fazer aproximações da realidade”. Assim, há que se considerar o uso da tecnologia como reforço positivo para o trabalho com tais conteúdos e centrar a atenção na estruturação de atividades e em todas iniciativas docentes que aprimorem atividades de ensino e que avaliem as potencialidades de materiais didáticos utilizados nas aulas.

Dentre os pontos fortes da experiência vivenciada, foram destacadas, por P2 e P4, as contribuições para o fazer docente e para o entendimento que “permite que os alunos tenham outra visão do conteúdo”. Sendo assim, há indicativos de que o ODA em questão pode fazer parte das práticas pedagógicas dos participantes, ampliando o dinamismo das aulas. O professor, antes visto como centro das informações e detentor do conhecimento, passa a adquirir novas habilidades como mediador no exercício de sua profissão (LEITE, 2015).

Diante de todo esta exposição, pode-se observar que os pontos fortes elencados pelos professores a respeito da formação foram baseados na experiência vivenciada com o simulador “O efeito estufa”. Essa proposta de ensino também está vinculada ao papel do professor, que é o de refletir sobre sua prática e sobre a realidade vivenciada em seu espaço de trabalho. Ainda sobre os aspectos positivos para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, quando indagados no QU se a formação havia sido útil, os professores afirmaram o seguinte:

Sim, pois através da formação podemos perceber que o ensino de conteúdos pode fugir do tradicional e tornar-se mais atrativo. Dessa forma, estimulando o

aluno a desenvolver o senso crítico e investigativo, auxiliando assim no desenvolvimento do ensino e aprendizagem (P1, 2019).

Sim, a formação contribui para ampliar o conhecimento sobre [o] uso dos Objetos Digitais de Aprendizagem no ensino de Química, a partir de novas experiências e trocas de informações vivenciadas (P3, 2019).

Sim, pois trouxe maneiras de trabalhar no ambiente virtual que não conhecíamos, assim como as discussões geradas durante a formação que foram muito construtivas (P6, 2019).

Com base nos relatos, chegou-se à compreensão de que os professores demonstraram interesse em integrar os ODA ao ensino em seus respectivos contextos pedagógicos. Destaca-se essa ideia na fala de P1: “podemos perceber que o ensino de conteúdos pode fugir do tradicional e tornar-se mais atrativo”. Isso mostra que o professor reconhece que precisa buscar outras estratégias de ensino, inovar e aperfeiçoar sua prática. Desse modo, ele precisa, ainda que gradualmente, desconectar-se dos medos e das inseguranças em relação às potencialidades tecnológicas, para se concentrar nas possibilidades oferecidas pelos ODA, no contexto de práticas pedagógicas.

A fala de P4 sugere ainda que a experiência vivenciada contribui para ampliar o conhecimento sobre o uso dos ODA no ensino de Química; tais recursos mostram-se profícuos na promoção da aprendizagem. A esse respeito, Ribeiro et al. (2016) ressaltam que o preparo para essas novas formas de ensino exige uma atitude proativa do professor, além de uma preparação teórica e tecnológica, a fim de se adaptar à nova realidade da escola e dos alunos. Ainda nesse sentido, Maciel e Backes (2013, p. 190) afirmam que os ODA “podem potencializar a aprendizagem ao permitir a execuções de situações de ensino de forma interativa e obedecendo certos padrões de desenvolvimento”.

Nessa perspectiva, como se vê, diferentes percepções emergiram durante e após o desenvolvimento das ações práticas, o que reforçou a ideia de que a troca de experiências se configura como algo muito relevante (GALIAZZI, 2014), sobretudo quando há diferentes formações em jogo – é importante frisar que pesquisa contemplou professores que têm formação de licenciatura em Química e outros que, mesmo com licenciaturas em outras áreas, lecionam Química e Ciências.

A proposta pedagógica com ODA em questão buscou contemplar tanto o professor que já adota práticas pedagógicas com TD quanto o professor que apresenta dificuldade ou que não teve contato com tal uso em seu curso de graduação. A intenção era precisamente proporcionar aos participantes uma familiaridade, de forma colaborativa, com aquilo de que dispõem para desenvolver suas aulas. A partir da análise dos dados produzidos, durante e após a interação dos professores com o ODA, pôde-se observar que a experiência vivenciada proporcionou oportunidades de formação continuada para além dos conteúdos específicos de disciplinas ministradas por cada um dos participantes.

Na análise dos resultados, constata-se que o ODA “O efeito estufa” configurou uma importante maneira de possibilitar aos professores envolvidos uma oportunidade de aperfeiçoamento pedagógico e de familiarização, ainda que gradual, com tais recursos. Algumas percepções dos participantes puderam ser identificadas como resultado da prática pedagógica vivenciada em ambiente virtual – por exemplo, o reconhecimento da ampliação das oportunidades de estratégias para o ensino, inovação e cuidados na estruturação de atividades que abriguem elementos representacionais das realidades macroscópicas e submicroscópicas.

A partir disso, estamos de acordo com Leite (2015), quando o autor afirma que “nosso papel docente contemporâneo implica estarmos capacitados para ensinar nos mais diversos ambientes com os mais diversos recursos didáticos” (LEITE, 2015, p. 25). Pode-se afirmar que a iniciativa é do professor, assim como a busca por formas alternativas de aperfeiçoamento profissional. A experiência vivenciada com ODA “O efeito estufa” cumpriu o seu papel de servir de modelo até mesmo para que os professores partilhem com os demais colegas as suas possibilidades, a fim de que outros também se engajem na inovação de práticas pedagógicas.

De acordo com o mencionado nas respostas do QU final, as ações formativas propostas com estratégias para a representação dos aspectos do conhecimento químico foram satisfatórias. As experiências vivenciadas, segundo as percepções dos professores, sugerem que a formação irá auxiliar os participantes em suas práticas pedagógicas. Espera-se, assim, que o legado dessa iniciativa se perpetue e que o professor permaneça focado na aprendizagem permanente, de modo a aperfeiçoar a sua prática pedagógica para o ensino de cada conceito, principalmente daqueles que, na Química, requerem recursos estimuladores para representações de fenômenos e modelos conceituais científicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou analisar como atividades com uso de ODA podem contribuir para a prática pedagógica de professores de Química, a partir da visão e das reflexões desses profissionais. Para que pudessem ser obtidos dados mais consistentes durante as etapas do processo, optou-se por uma estratégia de produção e de registro dos dados que aproximasse os professores do universo tecnológico-digital. Foi possível constatar, nos relatos dos professores, contribuições relevantes da experiência vivenciada. Além de possibilitar aos participantes refletir sobre sua prática, a formação propôs sugestões para facilitar uma maior aproximação em relação os conceitos a serem ensinados na disciplina.

As contribuições de ODA para o ensino de Química, segundo os professores, estão relacionadas às possibilidades ilimitadas de representação de fenômenos químicos. Além disso, o simulador digital “O efeito estufa” utilizado auxiliou o trabalho com as representações de modelos das unidades fundamentais da matéria, rompendo com as limitações físicas e estruturais do ensino tradicional. A pesquisa mostrou que a utilização de ODA permite aos professores uma reprodução ainda mais elaborada e visual de fenômenos inacessíveis de outro modo no contexto da sala de aula. Também foi evidenciado que alguns dos professores participantes apresentam dificuldades com uso das TD, o que ajuda a justificar a existência de diferentes percepções durante e após o desenvolvimento da formação. As ações desenvolvidas, sob uma ótica formativa, contribuíram para que os objetivos propostos fossem alcançados, o que reforçou a ideia de que a troca de experiências se configura muito relevante ao contexto pedagógico.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Eliane Barreto Vigneron; FLÔRES, Maria Lúcia Pozzatti. *Objetos de Aprendizagem: conceitos básicos*. In: TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach. et al. (org.). *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

BORBA, Marcelo; PENTEADO, Mirian. *Informática e educação matemática*. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASILEIRO, Lilian Borges; SILVA, Glenda Rodrigues. Interatividade na ponta do mouse – simulações e laboratórios virtuais. In: MATEUS, Alfredo Luís. (org.). **Ensino de Química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2015.

CHASSOT, Áttilio. **Alfabetização Científica: questões e desafios para educação**. 7. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

FANTINI, Leandro Henrique; MATEUS, Alfredo Luís. Ciência na Tela: vídeos em sala de aula. In: MATEUS, A. L. (org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2015.

GALIAZZI, Maria Do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 9. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

LEITE, Bruno. Silva. **Tecnologias no ensino de Química**. Curitiba: Ed. Appris, 2015.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIMA, Patrícia Roseane Borges; FALKEMBACH, Gilse Antoninha Morgental. TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Objetos de Aprendizagem no contexto de M-Learning. In: TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. (org.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

MACHADO, Adriana Silveira. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2U2JWRi>. Acesso em: 05 jul. 2019.

MACIEL, Cristiano; BACKES, Edirlés Mattje. Objetos de Aprendizagem, objetos educacionais, repositórios e critérios para a sua avaliação. 2013. In: MACIEL, Cristiano. (org.). Educação à distância. **Ambientes virtuais: construindo significados**. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2kcR26F>. Acesso em: 25 maio 2019.

MATEUS, Alfredo Luís; DIAS, Diego Araújo. A Educação na sua mão: celulares e tablets. In: MATEUS, Alfredo Luís. (org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2015.

MELO, Elda Silva Nascimento; MELO, João Ricardo Freire. **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. Disponível em: <https://bit.ly/2kiR0KI>. Acesso em: 21 maio 2019.

MEZZARI, Adelina; CARVALHO, Tanise Pereira de. Gestão da aprendizagem: rastreando e acompanhando o uso das OAs. In: TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach. et al. (org.). **Objetos de Aprendizagem: teoria e prática**. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

OLIVEIRA, Fábio Caires; SOUTO, Daise Lago Pereira; CARVALHO, José Wilson Pires. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p.1-12, 2016.

OLIVEIRA, Maria Marli. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

PAULA, Helder Figueiredo. As tecnologias de informação e comunicação, o ensino e a aprendizagem de ciências naturais. In: MATEUS, Alfredo Luís (org.). **Ensino de Química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2015.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, 2014.

PhET. Interactive Simulations for Science and Math. Universidade do Colorado, Boulder, 2019. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR). Acesso em: 02 jun. 2019.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

RIBEIRO, Marcos Eduardo Maciel. et al. Natureza Epistemológica dos Objetos de Aprendizagem para Ensino de Química no Ensino Médio. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 17, n. 3, p. 245-250, 2016.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria Pilar Baptista. **Metodologia da Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Edméa. **Pesquisa-Formação na Cibercultura**. 1. ed. Lisboa: Whitebooks, 2014.

SOUSA, Bacellar Diogo. **Animação digital para apresentação da química no cotidiano**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

VALLIN, Celso. et al. O desenvolvimento humano e a Internet. In: VALENTE, José Armando; PRADO, Maria Elizabeth Brito; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. (org.). **Educação a distância via Internet**. São Paulo: Avercamp, 2003.

**Submetido em:** dezembro de 2019

**Aprovado em:** agosto de 2020