

Percepção dos estudantes sobre o uso da ferramenta de simulação interativa PhET no ensino de Química

Ronaldo da Silva Borges¹, Ézio Raul Alves de Sá², Nataly Maria de Oliveira Sousa³

¹Mestre em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI/Brasil)

²Mestre em Química pela Universidade Federal do Piauí

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

³Graduada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Students' perception of the use of the interactive simulation tool PhET in the teaching of Chemistry

Informações do Artigo

Recebido: 17/10/2020

Aceito: 24/12/2020

Palavras-chave:

educação e tecnologia; TICs; ensino de Química.

Key words:

education and technology; TICs; chemistry teaching.

E-mail: ronaldoquibio@hotmail.com

ABSTRACT

Education and technology go side by side nowadays, as we live in a globalized world, in which there are several ways to learn from the use of technology. Thus, the research aims to diagnose the difficulties of students in the subjects taken and guide the use of ICTs to solve these problems. The work consists of exploratory research as a case study, with a qualitative approach, with 20 students of the Chemistry Degree course at IFPI. Data collection was performed using a questionnaire with content analysis. The use of technology has made it more attractive and fruitful for students in the art of learning the contents of the discipline. Besides, they consider the use of the tool as interesting and relevant, making learning more accessible, real, and meaningful. Thus, technologies when used with the purpose of assisting learning, expand the forms of knowledge and the pedagogical practices of those involved.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química abrange conceitos que podem ser compreendidos a partir da construção de representações vinculadas em três níveis de percepção da realidade: macroscópico, microscópico e simbólico, dentre esses os conceitos microscópicos são os que exigem do aluno maior capacidade de abstração, uma vez que ocorrem em uma realidade não perceptível e observável aos sentidos dos alunos (JOHNSTONE, 2000). Para Wu, Krajcik e Soloway (2001), essa dificuldade pode ser devido às representações serem invisíveis e abstratas, enquanto o pensamento dos alunos depende fortemente de informações sensoriais. As informações sensoriais, muitas vezes, são pautadas na visão e isso faz com que os alunos não dominem as construções simbólicas da Química, quando se tratam de equações e reações químicas, essas são explicadas em termos de movimentações eletrônicas entre átomos e moléculas (GIORDAN; GÓIS, 2005). Para isso, é necessária uma multiplicidade de ações que contemple a concepção da

aprendizagem dos alunos, no caso de estratégia metodológica diferenciada, ativa e atraente, que ajude na compreensão desses fenômenos químicos e suas aplicações.

Um recurso que vem se destacando de forma ativa e ganhando destaque nos ambientes escolares, em auxiliar tanto professores como alunos em processo de ensino e aprendizagem são as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que segundo Pauletti, Mendes, Rosa e Catelli (2017) são ferramentas que propiciam alternativas motivadoras ao aluno para o aprendizado como objeto de estudo.

No caso, especificamente da Química, Silveira, Nunes e Soares (2013) defendem que o uso de tecnologias no ensino pode propiciar o contato com atividades e conteúdos que não seriam facilmente abstraídos pelos alunos senão por meio de um mecanismo que permitisse, ainda que virtualmente, visualizar um ambiente real no qual fosse possível tanto conhecer novos conteúdos quanto aplicar conhecimentos já adquiridos.

Em relação ao uso das TICs, Ferreira (1998) enfatiza que a utilização de tecnologias educacionais, como repositórios digitais ampliam horizontes e multiplicam as possibilidades educativas de aprendizagem no ensino de Química. Os Repositórios Digitais (RDs) são definidos como simulações com banco de dados online capazes de reproduzir fenômenos ou modelos científicos de fácil acesso, tanto pelos alunos como por professores (CASELLAS; GUITART, 2011). Os RDs também são coleções de informações digitais, que podem ser construídas de diferentes formas e com diferentes propósitos, quando aliados ao ensino podem ser eficazes na promoção dos objetivos da aprendizagem, de forma simples e divertida, proporcionando uma interação do aluno com o conteúdo (JUSTI; GIBERT, 2003). Além disso, quando aplicado à ciência Química, torna-se mais fácil à compreensão dos conteúdos a nível atômico e molecular (ROQUE; SILVA, 2008).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo diagnosticar as principais dificuldades de aprendizagem em relação às disciplinas cursadas pelos alunos do IV período do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *Campus Picos-PI*, e analisar os relatos dos alunos a partir da intervenção pedagógica com a aplicação do repositório digital *Physics Education Technology* (PhET) a conteúdos de Química Geral e como atividade prática complementar da disciplina de Metodologia no Ensino de Ciências e Química (MECQ).

REFERENCIAL TEÓRICO

Importância do uso das TICs no ensino de Química: dificuldades e desafios

Uma estratégia alternativa de ensino centrada no aluno, que não promova a criatividade, reflexão, diálogo e a curiosidade de aprender algo novo, dificilmente conseguirá colaborar na aprendizagem significativa. É necessário que essa estratégia de ensino seja capaz de envolver o

aluno de forma crítica e propositiva no mundo atual.

Uma alternativa que pode auxiliar nesse processo são TICs, que segundo Souza e Neto (2019) são ferramentas que fazem parte da nossa cultura, do nosso dia a dia, contribuindo inclusive com os processos de aprendizagem dentro e fora do ambiente escolar e acadêmico. De acordo com Pozo e Crespo (2009), as TICs, juntamente com outras mudanças sociais e culturais estão abrindo espaço para uma nova cultura e forma de aprendizagem que transcende o marco da cultura impressa e deve condicionar os fins sociais da educação.

As TICs nos conectam com o mundo e são importantes fontes de informações, que estão sendo bastante valorizadas nos últimos anos, em função da facilidade que a tecnologia tem de nos aproximar de forma interativa e dinâmica (PEREIRA; SILVA, 2010). Isso é endossado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, não somente nos escritórios ou nas escolas, mas nos nossos bolsos, nas cozinhas, nos automóveis, nas roupas etc. Além disso, grande parte das informações produzidas pela humanidade está armazenada digitalmente, isso denota o quanto o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais (BRASIL, 2019).

Para Neto, Silva e Luccas (2018), o processo de aprendizagem atualmente necessita da mediação definitiva de recurso tecnológico, mas para explorar suas potencialidades é necessário saber e entender os princípios de uso. Para Martinho e Pombo (2009), as TICs podem constituir como elemento valorizador das práticas pedagógicas da aprendizagem, já que acrescenta em termos de acesso à informação, flexibilidade, diversidade de suportes no seu tratamento e apresentação. Além disso, valorizam os processos de compreensão de conceitos e fenômenos diversos, na medida em que conseguem associar diferentes tipos de representação que vão desde o texto, à imagem fixa e animada, ao áudio e o vídeo.

Cardoso e Colinvaux (2000) destacam que o estudo da Química deve ser pautado por uma visão crítica de mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida. Cabe assinalar que o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino desta disciplina, poderá ser alcançado por meio da ajuda das tecnologias.

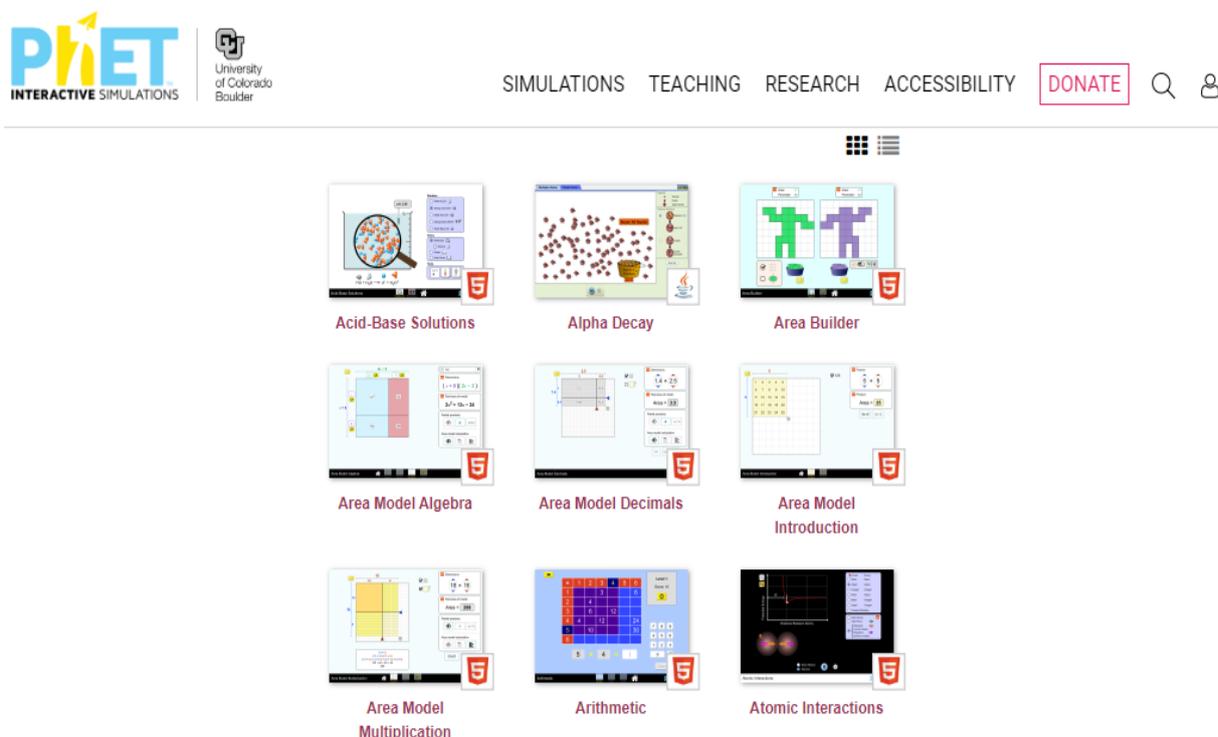
Silva (2018) ressalta que as TICs no processo de aprendizagem servirão apenas como um recurso facilitador e não como um elo mediador, pois quem assume esse papel é o professor. Por isso, é importante que o professor-mediador tenha conhecimento para saber usá-la, de forma contextualizada e interdisciplinar, fazendo com que o aluno aprenda de forma significativa e diferenciada (OLIVEIRA; MOURA; SOUSA, 2015).

Repositórios de Objetos de Aprendizagem: o PhET como objeto de aprendizagem no ensino de Química

Com a tecnologia nos fazeres sociais, juntamente com o crescimento da informática, percebem-se cada vez mais as mudanças presentes na área educacional, as quais proporcionam aos professores e alunos uma abordagem mais real aos conteúdos. Dentre essas mudanças ocasionadas pela a inserção da tecnologia na educação, ressaltam-se o uso dos Objetos de Aprendizagem (OAs), que estão disponíveis em plataformas digitais, conhecidas também como Repositórios de Objetos de Aprendizagem - ROAs (GÚZMAN, 2005).

Existem várias definições para os OAs, porém a mais conceituada pelos pesquisadores é a entidade digital, com funções importantes de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, como por exemplo, vídeos, aplicativos, simulações, imagens, entre outros (HILDEBRANDO, 2006). Dentre várias opções a serem utilizá-las nas aulas, Braga (2015) destaca o PhET (Figura 1) que funciona como um recurso didático para a mediação do processo de ensino e aprendizagem.

Figura 1- Home page do PhET, Fonte: PhET (2019).



O PhET foi desenvolvido pela Universidade do Colorado em Boulder nos Estados Unidos, sendo de domínio público e funcionando como um laboratório virtual (<https://phet.colorado.edu/en/simulations>), que contém simulações de experimentos científicos

de diferentes áreas do conhecimento (SANTOS, 2016). Além disso, pode ser aplicado as disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia, dentre outras, com o objetivo de estimular o interesse e a aprendizagem dos alunos e professores, de forma a estabelecer uma melhor interação em sala de aula (PASSOS et al., 2019).

De acordo com Santos, Alves e Moret (2006), as simulações presentes nessa plataforma, são consideradas recreativas e interativas na arte de ensinar e aprender nos ambientes de ensino e aprendizagem dos professores e alunos. Segundo Arantes, Miranda e Studart (2010), uma das principais funções das simulações presentes nessas plataformas, é promover o protagonismo das atividades de ensino e aprendizagem das ciências pelos agentes da educação e criar um ambiente saudável de aprendizagem significativa. Segundo Zara (2011), os alunos que utilizam simuladores contidos na plataforma do PhET apresentam um rendimento superior quando comparado com aqueles que não utilizaram.

O PhET apresenta características importantes que justificam o seu uso no processo da aprendizagem dos conteúdos, como exemplo, as simulações disponíveis para o curso de Química que permitem trabalhar conteúdos de Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química, dentre outras. Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página eletrônica do PhET, que podem ser executadas em qualquer equipamento (desktop, notebook, tablet, celular, etc), sem a necessidade de recursos sofisticados e de alto desempenho. As simulações oferecem modelos fisicamente corretos de maneira acessível, que são geralmente desenvolvidas em flash, um formato mais leve e que necessita apenas de um plugin para serem executadas. O grupo que desenvolvem as simulações realiza avaliações sobre a eficiência do seu uso em sala de aula, fazem entrevistas com os alunos, a plataforma permite a escolha do idioma e não exige conhecimento de programação (PASSOS et al., 2019). O PhET é um repositório bastante abrangente, oferecendo simulações em todos os campos da Química. Segundo Clark e Chamberlain (2014), quando utilizado como ferramenta didática nas aulas de Química tem como principal resultado o desenvolvimento do pensamento científico e crítico dos alunos.

No caso da Química Geral e Orgânica, auxilia na compreensão de equações e reações químicas, pois exige do aluno a capacidade de associação (a nível simbólico) a um modelo molecular microscópico, representado por esferas de diferentes cores, simbolizando os átomos, para a construção de um modelo (MELO; SILVA, 2019).

Para Silveira, Nunes e Soares (2013), parece inevitável que as simulações se tornem um mecanismo viável para aproximar os alunos das áreas das ciências, além de ser uma ferramenta tecnológica importante na promoção da aprendizagem do século XXI.

APORTE TEÓRICO/METODOLÓGICO

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória do tipo estudo de caso, por meio de uma abordagem qualitativa, sendo uma forma de investigação científica com base no caráter subjetivo do objeto a ser analisado. A abordagem qualitativa é definida com base em um ambiente natural como sua fonte direta e o pesquisador como seu principal instrumento, no qual os dados coletados são predominantemente descritivos (LÜDKE; ANDRÉ, 2012).

O contato inicial com os participantes foi para explicar os objetivos da pesquisa, compromisso ético do sigilo e as regras gerais de participação. Na oportunidade foi realizado o convite aos estudantes para participarem de forma voluntária, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com base nos termos e condições para fazer parte do estudo.

A pesquisa foi realizada em 2019, com 20 alunos do IV período do Curso de Licenciatura em Química do IFPI, *Campus Picos*, matriculados na disciplina MECQ. Os alunos se adequaram aos critérios de não participarem simultaneamente de outras pesquisas e estarem matriculados a disciplina MECQ. A predominância dos participantes foi do sexo feminino com faixa etária entre 18 e 24 anos.

A técnica de coleta de dados utilizada foi por meio de questionários estruturados. Aplicou-se inicialmente o primeiro questionário individual com três questões subjetivas, com objetivos específicos, como mostra a Quadro 1.

Quadro 1- Questionário com indagações diagnósticas realizadas aos alunos.

Quesito	Descrição
1º	Quais dificuldades de aprendizagem vocês tiveram nas disciplinas específicas cursadas até o momento do curso?
2º	Quais disciplinas tiveram mais dificuldades, qual você recomendaria a utilização das TICs?
3º	Você conhece as TICs? Sabe para que serve a sua utilização no ensino de Química?

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A partir das respostas obtidas no questionário, foi possível definir a tecnologia mais útil para auxiliar na compreensão dos conteúdos da disciplina. Após isso, realizou-se uma revisão teórica em sala de aula sobre os conteúdos da disciplina e da tecnologia que seria utilizada, a qual foi escolhido a ferramenta PhET, devido proporcionar simulações de fenômenos químicos e experimentos complexos de forma dinâmica, segura e interativa.

Após a abordagem teórica dos conteúdos e do repositório digital com os alunos, sob orientação do professor, sucedeu-se a intervenção pedagógica com a aplicação da ferramenta PhET, no Laboratório de Informática I (LBI), acerca dos conteúdos da disciplina cursada. Ao chegar ao LBI (Figura 2), cada aluno utilizou um computador e acessou a plataforma digital através do seu endereço eletrônico (<https://phet.colorado.edu>). A disciplina de Química Geral foi a mais citada pelos alunos com base na Tabela 1, no qual as simulações aplicadas com o PhET seguiram um

roteiro, este preparado conforme os conteúdos das ementas do plano de ensino das disciplinas de Química Geral disponível no Projeto Político Pedagógico (PPP) do Curso de Licenciatura em Química do IFPI (LESSA et al., 2016).

Figura 2- Intervenção pedagógica com os alunos sobre o uso das simulações interativas no PhET, **Fonte:** Próprios autores (2019).



Após a intervenção pedagógica, aplicou-se um segundo questionário, com indagações subjetivas a respeito da utilização da ferramenta PhET ao conteúdo de Química Geral, conforme a Quadro 2.

Quadro 2- Questionário aplicado após a intervenção pedagógica com os alunos.

<i>Quesito</i>	<i>Descrição</i>
1º	O que vocês acharam da aplicação da ferramenta tecnológica (PhET) na disciplina de Química?
2º	Vocês já utilizaram algum tipo de tecnologia para auxiliar na compreensão de algum conteúdo de Química no decorrer do curso? Qual? Justifique
3º	Cite vantagens e desvantagens na aplicação das TICs no ensino de Química? Justifique
4º	Como futuro professor de Química, você utilizaria os repositórios digitais e/ou outro tipo de tecnologia para auxiliar no desenvolvimento das suas aulas? Justifique

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em relação às análises dos dados do segundo questionário, as respostas foram selecionadas de forma aleatória, conforme a repetitividade e relevância das ideias para o resultado da pesquisa. As respostas foram identificadas e agrupadas por categoria e unidades de

significação, de acordo com suas semelhanças e divergências, considerando os objetivos de cada questão proposta, a partir de critérios léxicos (BARDIN, 2016). A priori foi utilizada a categoria e unidades de análise: Ensino e aprendizagem, Recursos tecnológicos, Percepções e Desafios, conforme a Quadro 3. Para isso, utilizou-se a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2016), que é um conjunto de instrumentos metodológicos que se aperfeiçoa constantemente e que se aplica a discursos diversificados. O sigilo dos participantes foi mantido ao serem representados pelas letras do alfabeto (A, B, C, D e E) enumeradas de 1 a 5.

Quadro 3 - Categoria e unidades de análise.

<i>Categoria</i>	<i>Unidades de Análise</i>
<i>Ensino e aprendizagem</i>	Recursos tecnológicos
	Percepções
	Desafios

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar o primeiro questionário, observava-se que no primeiro quesito que os alunos foram indagados sobre *as dificuldades de aprendizagem nas disciplinas específicas cursadas até o momento atual*. Eles elencaram as dificuldades de visualização dos fenômenos químicos, a compreensão dos conceitos e das propriedades geométricas a nível molecular, a capacidade de relacionar o mundo químico macroscópico ao microscópico por meio de símbolos ou linguagem escrita, além da assimilação na formação de novas substâncias a partir das reações químicas e da associação dos conceitos com o contexto social e com outras áreas do conhecimento. Além disso, os alunos consideraram a carga horária insuficiente para o cumprimento da ementa de disciplina de Química Geral, impossibilitando uma explanação mais detalhada dos conteúdos. A partir do uso das ferramentas educacionais digitais associadas ao ensino tradicional é possível obter uma compreensão mais ampla dos conceitos químicos, fenômenos complexos e representações simbólicas, facilitando o acesso ao conhecimento e dinamizando o processo de ensino e aprendizagem.

No segundo quesito *foi indagado quais disciplinas tiveram mais dificuldades e dentre delas, qual você recomendaria a utilização das TICs*. Os alunos relataram que as mais difíceis foram às disciplinas de Química Inorgânica, Química Geral, Cálculo Aplicado à Química e Química Orgânica. Entre as disciplinas, a mais citada e selecionada para trabalhar os conteúdos com o uso da ferramenta PhET foi a Química Geral. A disciplina de Química Geral é considerada por muitos alunos uma disciplina difícil e complicada para a compreensão, por exigir do aluno uma relação coordenada do conhecimento macroscópico e microscópico. Além disso, é um mundo abstrato e pouco observável aos alunos, no sentido de visualizar sem auxílio de algum recurso tecnológico.

Para Pauletti et al. (2017) a tecnologia aguça esse processo de entendimento de conceitos químicos a nível microscópico, por isso é importante mediar esse processo por meio das tecnologias digitais.

Ao abordar o terceiro quesito, os alunos foram *indagados se conheciam as TICs ou PhET? E qual a importância da sua utilização (serve) no ensino de Química*. Diante disso, alguns alunos tinham visões simplistas das TICs ou PhET, como a Wikipédia, mas não sendo empregada ao ensino e aprendizagem, a fim de melhorar os conhecimentos prévios. No mundo digital atual, é importante que alunos e professores tenham uma noção básica de algumas ferramentas tecnológicas úteis para auxiliar no aprendizado por que as tecnologias estão em nossas vidas de formas indissociáveis, independentemente do lugar em que elas se encontram, havendo constantemente a necessidade de serem avaliadas e inseridas no ambiente de aprendizagem. Nesse contexto, Moran, Massetto e Behrens (2012) destacam que as tecnologias digitais proporcionam novos rumos de coordenação da vivência humana, com variados reflexos no processo de aquisição do conhecimento nas suas práticas pedagógicas, possibilitando aos alunos novas oportunidades de aprendizagem. Almeida (2000) reforça ainda que a utilização das tecnologias digitais aliada a outros recursos pedagógicos, ativa e instiga a exploração de descobertas, desenvolvendo o intelecto e o senso crítico do aluno, a fim de construir uma aprendizagem significativa.

O repositório PhET de acesso livre, disponibiliza simulações interativas de fenômenos e experimentos para as áreas de Química, Física e Biologia. A partir desse recurso e dos relatos dos estudantes pode-se aplicar algumas simulações (Quadro 4) com base nos conteúdos de Química Geral disponíveis nas ementas da disciplina no PPP do curso.

Quadro 4- Simulações interativas aplicadas com os alunos durante a intervenção pedagógica.

Tipo de Simulação	Descrição	Link de Acesso
Propriedades dos gases	Visualização do comportamento molecular e energético dos gases, sob diferentes pressões e temperaturas, dentro de uma caixa cúbica	https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties
Interações atômicas	Relação gráfica entre a distância atômica e a energia potencial em uma ligação química, e observação das forças de interação (atrativas e repulsivas) que atuam sobre os átomos	https://phet.colorado.edu/en/simulation/atomic-interactions
Reações e taxas	Pode-se observar as colisões entre as moléculas, a proporção estequiométrica entre os participantes, a energia potencial e os fatores que influenciam a velocidade de uma reação química	https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/reactions-and-rates
Soluções ácido-base	Cálculo do pH e visualização a nível molecular de diferentes soluções (ácidas, básicas e neutras), capacidade de condutividade elétrica e concentração molar dos participantes das soluções	https://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions
Concentração	Cálculo da concentração molar da solução com base na quantidade de solvente (água) e soluto (sal inorgânico) adicionados à solução	https://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Partindo desse pressuposto, a utilização de simulação interativa nas práticas pedagógicas de ensino, segundo Carvalho et al (2013) é de fundamental importância, uma que possibilita abordar os problemas da incerteza ligado ao abstrato. Além disso, ligar a teoria do mundo ideal ao mundo real.

No tocante às indagações do segundo questionário, foram elencados relatos de alguns participantes, conforme foi colocado na metodologia. Esses dados estão estruturados por categoria, unidades de análises e exemplos, como mostra a Quadro 5. Na unidade de análise “Recursos tecnológicos”, observou-se que a maioria dos alunos relatam conhecer algum tipo de recurso tecnológico, mas não como ferramenta de mediação do processo de ensino e aprendizagem. Isso talvez por conta de alguns fatores, como por exemplo, pouca qualificação docente quanto ao uso das tecnologias no ensino, carga horária insuficiente ou por optarem exclusivamente por uma abordagem tradicional, sem incremento das tecnologias digitais. Na unidade de análise “Percepções”, a maioria dos alunos relatam que é legal, interessante e relevante a utilização das tecnologias digitais no ensino de Química, principalmente relacionadas aos conteúdos complexos na busca por uma melhor compreensão. Já na unidade de análise “Desafios”, os alunos expõem que pretendem utilizar as tecnologias nas suas práticas pedagógicas pela potencialidade e facilidade em ajudar na compreensão dos conteúdos de Química. É importante salientar que as potencialidades oferecidas pelas tecnologias digitais levam o envolvimento ativo dos alunos nas atividades escolares e acadêmicas, fazendo com que os alunos associem os conhecimentos científicos aos cotidianos. Tal habilidade corrobora para implementação de ações pedagógicas inovadoras que podem aproximar os alunos dos conceitos químicos de forma interativa, ampliando as possibilidades dos processos de ensino e aprendizagem (PASCOIN; CARVALHO; SOUTO, 2019).

Quadro 5- Significância dos relatos dos estudantes por categoria e unidades de análise.

Categoria	Unidades Análise	Exemplos
Recursos tecnológicos		<p><i>“Sim, plataformas, softwares e apps do Play Store me ajudaram muito no raciocínio que precisa utilizar a visualização” (A1)</i></p> <p><i>“Não, só estudo pelo livro ou apostila, mas elas estão por tudo lado” (C2)</i></p> <p><i>“Não, porque até pouco tempo não sabia da existência dos mesmos” (D1)</i></p> <p><i>“Para compreensão do conteúdo não, mas já ouvir fala de alguns, como o Avogadro” (E2)</i></p> <p><i>“Na prática do ensino não, mas já ouvir das tecnologias no dia a dia” (B2)</i></p> <p><i>“Muito legal, pois ajuda bastante na compreensão dos conteúdos, como se fosse uma atividade de sistematização. Além disso, ferramenta torna mais real o processo, é muito eficaz e atrativo. O ensino de química se torna mais rápido, prático e prazeroso” (A2)</i></p> <p><i>“Foi bem satisfatório, pois com o repositório digital que utilizamos, podemos ver</i></p>

Ensino e
aprendizagem

Percepções

mais na pratica o que realmente acontece com as moléculas químicas, ajuda fixar melhor alguns termos” (B1)

“É bem interessante, torna o contendo mais divertido e lúdico, gostei muito” (D3)

“É uma ferramenta que estimula a curiosidade do aluno e faz com que o mesmo queira explorar mais o repositório digital, muito legal e não vejo desvantagem” (E4)

“A vantagem é que melhora a visualização na forma real das estruturas químicas. A desvantagem é que poucos professores dominam a tecnologia e usam” (B4)

“A vantagem é que são de fácil acesso e atrativos para usar no aprendizado. A desvantagem é que algumas TIC’s precisam de um auxiliador e não apresentam conteúdos teóricos” (C1)

“A vantagem é auxiliar o aluno a entender alguns conteúdos da química e a desvantagem é que precisam de um aparato custoso, como computadores” (D2)

“A vantagem é a contextualização da teoria e a pratica com essas ferramentas; a desvantagem é que faltam recursos nas escolas públicas para se trabalhar com essas ferramentas e quando tem poucas são usadas” (E3)

“legal, mostrou as geometrias das moléculas como elas se organizam” (A3)

“Sim, na construção e visualização da molécula, os seus estados físicos e suas nomenclaturas” (D5)

“Sim, como professor, porque me auxiliaria na explicação do conteúdo aos alunos, como exemplo, as reações químicas” (A4)

“Sim, para tentar mostrar e auxiliar na explicação de conceitos difíceis aos alunos” (B1)

Desafios

“Não, pois o planejamento seria apenas no papel como todos os professores que já tive e fizeram, porém na praticas são poucos” (D3)

“Utilizaria na ajuda para melhorar a compreensão ou até mesmo um complemento para desenvolver a capacidade dos alunos no entendimento dos conteúdos de química” (E1)

“Sim, fazer diferentes de alguns professores” (C5)

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Com base na unidade de análise “Recursos tecnológicos” apresentados no Quadro 5, o aluno (A1) demonstra que já havia utilizado ferramentas educacionais de visualização, considerando necessária a implementação dessas tecnologias no ensino de Química. O aluno (D1) relata que não conhecia tal tecnologia, apesar da sua presença em alguns ambientes escolares. Já os alunos (B2 e E2) relatam que não vivenciaram essa experiência nos seus espaços escolares. Nesse sentido Maciel (2013) afirma que criar espaço alternativo de aprendizagem, é buscar caminho de interligação, dentro ou fora da sala de aula para os alunos interagirem e colaborarem

na aprendizagem. Nesse sentido, é importante explorar as potencialidades das tecnologias digitais, devido ser um recurso corriqueiro no cotidiano dos alunos.

Na unidade de análise “*Percepção*”, o aluno (A2) relata que a ferramenta PhET tornou o conteúdo mais real, eficaz e sistemático para o processo de aprendizagem. Os alunos (B1, A3 e D5) ponderaram que foi possível visualizar algumas moléculas, pois julgaram muito interessante a mediação da ferramenta no entendimento do conteúdo, o que tornou algo mais próximo do conhecimento real. Diante disso, foi possível uma nova concepção sobre a Química Geral aos alunos, nesta perspectiva, a ferramenta possibilitou a compreensão dos fenômenos químicos no mundo submicroscópico, mostrando que esse recurso pode se tornar um facilitador e motivador da aprendizagem (SILVEIRA; NUNES; SOARES, 2013). Já os alunos (B4, C1 e D2) elencaram algumas desvantagens, como ausência de conhecimento sobre a tecnologia digital por parte dos professores, dentre outros. No ponto das limitações ou desvantagens, é desejável que o professor, além de preparo técnico para o uso das tecnologias digitais é preciso estabelecer um equilíbrio entre métodos de ensino, recursos didáticos e conhecimentos teóricos (GIORDAN; GÓIS, 2005; PASSOS et al., 2019). Para isso, é preciso que o professor esteja continuamente aberto as novas formas de aprendizagem, apto e motivado a aprender, a desenvolver propostas de trabalho colaborativas, estar sempre repensando a sua ação, se adequar aos avanços para a melhoria da sua atividade docente, percebendo a sua importância e reedificando sempre os conceitos que conduzem a sua postura mediadora (ALMEIDA, 1984).

Enquanto que na unidade de análise “*Desafio*”, o aluno (C5) elencou que deseja utilizar as tecnologias nas suas atividades quando docente, fazendo diferentemente de alguns professores que durante as suas transposições didáticas não utilizaram essas ferramentas em prol da aprendizagem. Tais recursos tecnológicos trazem benefícios e ampliam as formas de aprendizagem tanto para o professor quanto para o aluno, criando condições para que eles explorem diferentes modos de compartilhamento e debates do conhecimento científico, na produção de projetos, na interação com a comunidade, em que possibilitará a troca de informações e aprendizagens, facilitando o desenvolvimento de atividades ou discussão de temas ou problemas propostos pelo professor (VIANNA; RITTER, 2019). Mediante os dados analisados, percebe-se que mesmo como formação complementar, é notória a importância da experiência vivenciada, possibilitando aos alunos momentos de reflexão e compreensão e mostrando que o processo de ‘ser professor’ é contínuo, progressivo e ajudam a melhorar a sua prática docente e dominar as ferramentas de trabalho (COELHO NETO; SILVA; LUCCAS, 2018). O aluno (D3) menciona que não pretende utilizar tal ferramenta tecnológica, e que esse discurso do incremento das aulas com a aplicação de tecnologias inovadoras não saem do planejamento teórico, continuando com aulas simples e descontextualizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises dos resultados da pesquisa, tomando como referência os relatos dos alunos neste estudo, é demonstrado que a ferramenta tecnológica PhET pode ser útil, eficaz e motivadora no ambiente de aprendizagem dos alunos.

Diante disso, analisou-se os relatos das dificuldades de aprendizagem pelos alunos quanto a compreensão de conceitos e representações simbólicas, a visibilidade de fenômenos químicos, de propriedades geométricas e reações químicas, a capacidade de associação do mundo químico macroscópico ao microscópico através de modelos representativos e a relação com o contexto social e interdisciplinar. Observou-se que as disciplinas que os estudantes demonstram ter mais dificuldades são as de Química Inorgânica, Química Geral, Cálculo Aplicado a Química e Química Orgânica, porém a mais mencionada foi a de Química Geral. Percebeu-se também a necessidade da constante atualização e qualificação docente, devido aos contínuos avanços científicos e tecnológicos.

Constatou-se que os alunos consideram o PhET interessante, inovador e de fácil aplicação no contexto educacional. Na disciplina de Química Geral foi possível observar as diferentes propriedades dos gases, os tipos e as forças de interações moleculares, o comportamento molecular em uma reação química, o cálculo de pH, a concentração molar e a condutibilidade elétrica de diferentes soluções. Com isso, espera-se que o presente estudo contribua significativamente na construção do conhecimento quanto ao uso das TICs no ensino de Química, sendo esta aplicada na educação como objeto de aprendizagem para alunos, professores e pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. **ProInfo**: Informática e formação de professores. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.
- ALMEIDA, P. N. **Dinâmica lúdica: jogos pedagógicos para escolas de 1º e 2º graus**. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1984.
- ARANTES, A. R., MIRANDA, M. S., STUART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: Usando Simulações do PhET. **Revista Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem**: metodologia de desenvolvimento, Santo André: UFABC, 2015.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2019.
- CARDOSO, S. P., COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n3/2827.pdf> >. Acesso em: 07 set. 2020.
- CARVALHO, P. S., CHRISTIAN, W., BELLONI, M. Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes portugueses. **Rev. Lusófona de Educação, Lisboa**, n. 25, p. 59-72, 12/2013. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-72502013000300005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: fev. 2020.
- CASELLAS, O., GUITART, F. Simulaciones: herramientas para la enseñanza y el aprendizaje em Física y Química. In: CAAMANO (Coord) Física y Química: **investigacion innovacion y buenas practicas**. Barcelona: Grão, 2011.

CLARK, T. M., CHAMBERLAIN, J. M. Use of a PhET interactive simulation in general chemistry laboratory: Models of the hydrogen atom. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1198-1202, 2014.

FERREIRA, V. F. As tecnologias interativas no ensino. **Química Nova**, p.780-786, mar. 1998.

GIORDAN, M., GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-301, jul./dez., 2005. Disponível em: <<http://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/relatec/article/view/165>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

GÚZMAN, C. L. **Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning**, 2005. 152f. Tese (Doutorado)-Universidade de Salamanca, Espanha, Salamanca, 2005. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/5350/3713>>. Acesso em: 18 set. 2019.

HILDEBRANDO, E. N. **Tecnologia: Objetos de Aprendizagem**. Cuiabá: Site da Escola Janela do Futuro Publicações, 2006.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education. Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, 2000.

JUSTI, R; GILBERT, J. Teachers views on the nature of models. **Internacional Journal of Chemical education**, v. 25, n. 11, p. 1369- 1386, 2003.

LESSA, A. F., SILVA, F. C. A., SILVA, J. B., COSTA JR. J. S., FERREIRA JR. J., CARVALHO, L. F. M., BARBOSA, L. A. B. A., SOUSA, M. M., SOUSA, T. S. **Projeto Político-Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química**. Portaria nº 2.225, de 15 de Setembro de 2014, com aditivo da Portaria nº 1.601, de 9 de Junho de 2015. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos, 2016.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo, 2012.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MACIEL, C (Org.). **Ambientes virtuais de aprendizagem**, EdUFM, 2013. Disponível em: <[https:// bit.ly/2kcR26F](https://bit.ly/2kcR26F)>. Acesso em: 25 maio 2019.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p.527-538, 2009.

MELO M. S., SILVA, R. R. OS TRÊS NÍVEIS DO CONHECIMENTO QUÍMICO: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. **Revista Exitus**, v. 9, n.5, p. 301-330, 2019.

MORAN, J. M., MASSETTO, M. T., BEHRENS. M. Aparecida. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. Campinas, SP. Papyrus, 2012.

COELHO NETO, J., SILVA, A. P., LUCCAS, S. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação na formação docente: uma visão de licenciandos em Matemática. **Revista Tecnologias na Educação**, n. 10, v. 25, p.1-11, 2018.

OLIVEIRA, C., MOURA, S. P., SOUSA, E. R. **Tic's na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno**. 2015. Bom Jesus, PI. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/viewFile/11019/8864>>. Acesso em: 09 ago. 2019.

PASCOIN, F. P., CARVALHO, J. W. P. C.; SOUTO, D. L. P. Ensino de química orgânica com o uso dos objetos de aprendizagem atomlig e simulador construtor de moléculas. **Signos, Lajeado**, n. 2, p. 208-226, 2019.

PASSOS, I. N. G., SOUSA, J. L. S., SOUSA, S. F., LEAL, R. C. Utilização do software PhET no ensino de Química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão. **Revista Observatório**, Palmas, v. 5, n. 3, p. 335-365, maio 2019.

PAULETTI, F., MENDES, M., ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. Ensino de química mediado por tecnologias digitais: o que pensam os professores brasileiros. **Interacções**, n. 44, p. 144-167, 2017.

PEREIRA, D. M., SILVA, G. S. Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, n. 10, p. 151-174, 2010.

PhET Interactive Simulations. **Simulations**. University of Colorado Boulder. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulations>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

POZO, J. I., CRESPO, M. Á. G. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. Ed. Porto Alegre, 2009.

ROQUE, N. F., SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino de química orgânica. **Química Nova**, Quim. Nova, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008 Disponível em: http://quimicanova.sbg.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1320. Acesso em: 22 set. 2020.

SANTOS, G. H., ALVES, L., MORET, M. A. Modelling: Animação Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio. **Revista Científica da Escola de Administração do Exército**, v. 2, p. 88-108, 2006.
SANTOS, R. V. **A utilização do software livre Phet como material de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem de física**. 2016. 58f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Física, 2016.

SILVEIRA, L. F., NUNES, P.; SOARES, A. C. Simulações virtuais em química. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, v. 18, n. 2, p.132-148, 2013.

SILVA, C. G. **A Importância do Uso das TICS Na Educação**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 16, p. 49-59, 2018.

SOUZA, R. V., NETO, L. C. B. T. As TIC na prática pedagógica de professores de ciências no viés construtivista. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 9, n. 1, 2019.

VIANNA, N., RITTER, J. O que diz a literatura Brasileira em relação ao Currículo de Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 1, p. 33-49, 2019.

WU, H. K., KRAJCIK, J. S., SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, p. 821- 842, 2001.

ZARA, R. A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. **ENINED II- Encontro Nacional de Informática e Educação**, Campus Cascavel-PR, p. 265-272, 2011.

RESUMO

A educação e a tecnologia andam lado a lado na atualidade, pois vivemos em um mundo globalizado, em que existem várias formas de aprender a partir do uso da tecnologia. Assim, a pesquisa tem como objetivo diagnosticar as dificuldades dos alunos nas disciplinas cursadas e pautar o uso das TICs para sanar esses problemas. O trabalho consiste de uma pesquisa exploratória como estudo de caso, com abordagem qualitativa, com 20 estudantes do curso de Licenciatura em Química do IFPI. A coleta de dados foi realizada por questionário com análise de conteúdo. O uso da tecnologia tornou mais atraente e profícuo para os alunos na arte de aprender os conteúdos da disciplina. Além disso, consideram a utilização da ferramenta como interessante e relevante, tornando o aprendizado mais acessível, real e significativo. Assim, as tecnologias quando utilizadas com o propósito de auxiliar a aprendizagem, ampliam as formas de conhecimentos e as práticas pedagógicas dos envolvidos.

RESUMEN

La educación y la tecnología van de la mano hoy en día, ya que vivimos en un mundo globalizado, en el que hay varias formas de aprender del uso de la tecnología. Así, la investigación tiene como objetivo diagnosticar las dificultades de los estudiantes en las materias cursadas y orientar el uso de las TIC para resolver estos problemas. El trabajo consiste en una investigación exploratoria como caso de estudio, con enfoque cualitativo, con 20 estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química de la IFPI. La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario con análisis de contenido. El uso de la tecnología la ha hecho más atractiva y fructífera para los estudiantes en el arte de aprender los contenidos de la disciplina. Además, consideran el uso de la herramienta como interesante y relevante, haciendo que el aprendizaje sea más accesible, real y significativo. Así, las tecnologías cuando se utilizan con el propósito de ayudar al aprendizaje, amplían las formas de conocimiento y las prácticas pedagógicas de los involucrados.