

SIMULADOR DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE QUÍMICA GERAL PARA AS AULAS ON-LINE DO ENSINO MÉDIO

*GENERAL CHEMISTRY VIRTUAL LABS SIMULATOR FOR HIGH SCHOOL ONLINE
CLASSES*

*SIMULADOR DE LABORATORIOS VIRTUALES DE QUÍMICA GENERAL PARA CLASES
EN LÍNEA DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA*

Leticia Costa¹
Carla Krupczak²
Paulo Henrique Stier³

Resumo

Este artigo apresenta os conceitos e atribuições do simulador PhET Colorado no ensino de química geral nas aulas on-line do ensino médio. Aborda-se como o PhET Colorado se relaciona com as variadas formas de ensino e aprendizagem, estabelecendo ligações entre teoria e prática das atividades em sala de aula. A pesquisa também explora aspectos relacionados com metodologias ativas, interdisciplinaridade e educação inovadora. O principal objetivo deste trabalho é investigar as contribuições que o simulador PhET Colorado pode proporcionar para o ensino da química geral. Pretende-se demonstrar a classificação de simuladores do PhET Colorado para os conceitos de ligação química e propriedades periódicas. Esta é uma pesquisa teórica e qualitativa, que utiliza a interpretação de dados coletados em artigos científicos. Conforme a análise, foram obtidos os seguintes resultados: o PHET Colorado serve como instrumento mediado pelo professor em sala de aula, permitindo o ensino de conceitos da química geral, como conceitos de átomos; propriedades da tabela periódica e ligações químicas.

Palavras-chave: química geral; PhET Colorado; teórico-prática; tecnologias.

Abstract

This article explores the concepts and applications of the PhET Colorado simulator in teaching general chemistry to high school students in online environments. We examine how PhET Colorado integrates with various teaching and learning methods, fostering connections between theoretical knowledge and practical application within classroom activities. The research further investigates aspects related to active learning methodologies, interdisciplinary approaches, and innovative educational practices. The primary objective of this study is to analyze the contributions of the PhET Colorado simulator to the teaching of general chemistry. Additionally, we aim to demonstrate the classification of PhET Colorado simulations specifically designed for concepts of chemical bonding and periodic properties. This research employs a theoretical and qualitative approach, utilizing the interpretation of data gathered from scientific articles. Through this analysis, we obtained the following results: PhET Colorado serves as a teacher-mediated classroom tool, facilitating the instruction of general chemistry concepts such as atomic structure, periodic table properties, and chemical bonding.

Keywords: general chemistry; PHET Colorado; theory-practice; technologies.

¹ Licenciada em Química pelo Centro Universitário Internacional (Uninter). E-mail: costa.leticia2002@gmail.com

² Formada em Licenciada e Bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná (2017), com período sanduíche na Universidade de Coimbra (2016). Mestra em Educação em Ciências e em Matemática pela mesma instituição (2019). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática da UFPR. Participou do Programa de Educação Tutorial (PET-Química) da UFPR (2013-2016), desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, realizando eventos e atividades de divulgação científica. Realiza pesquisas na área de Educação em Ciências, com foco em História, Filosofia e Sociologia da Ciência, atuando, principalmente, com os temas: Natureza da Ciência e Controvérsias Sociocientíficas. E-mail: carla.k@uninter.com

³ Paulo Henrique Stier possui graduação em Farmácia e Bioquímica pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1998), pós-graduação em Cosmetologia Avançada, MBA em Qualidade, Gestão e Engenharia de Processos (em curso), habilitação em homeopatia. Atualmente é coordenador de Qualidade em indústria de correlatos (produtos para saúde). E-mail: paulotrombone2@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta los conceptos y atribuciones del simulador PHET Colorado en la enseñanza de química general en las clases en línea de la enseñanza secundaria. Se aborda cómo el PhET Colorado se relaciona con las variadas formas de enseñanza y aprendizaje, estableciendo conexiones entre teoría y práctica de las actividades en aula. La investigación también explora aspectos relacionados a las metodologías activas, interdisciplinariedad y educación innovadora. El principal objetivo de este trabajo es investigar las contribuciones que el simulador PhET Colorado puede proporcionar para la enseñanza de química general. También se pretende demostrar la clasificación de simuladores del PhET Colorado para los conceptos de enlace químico y propiedades periódicas. Esta es una investigación teórica y cualitativa, que utiliza la interpretación de datos recolectados en artículos científicos. Según el análisis, se obtuvo los siguientes resultados: el PHET Colorado sirve como instrumento mediado por el profesor en aula, permitiendo la enseñanza de conceptos de química general, como conceptos de átomos; propiedades de la tabla periódica y enlaces químicos.

Palabras clave: química general; PHET Colorado; teórico-práctico; tecnologías.

1 Introdução

Ao longo do tempo e com o uso das tecnologias digitais, as práticas educativas foram se transformando em novas formas de ensino e aprendizagem, considerando que os estudantes estão imersos nesses aparatos em seu cotidiano. Segundo Gomes (2003), trata-se de uma análise da geração tecnológica, que pode transformar o nível de comunicação entre o professor e os alunos, aprofundando a conexão entre ambas as partes. Nesse contexto, há variadas formas de mudança no processo educacional, incluindo a atribuição das tecnologias inseridas no contexto escolar. Mas, afinal, como os recursos tecnológicos e simuladores podem contribuir para o ensino da química geral nas aulas on-line?

O objetivo geral deste artigo é compreender as contribuições do simulador PhET Colorado no ensino da química geral nas aulas on-line do ensino médio. Já os objetivos específicos são: articular a teoria e prática pela utilização do PhET Colorado; demonstrar a importância da prática com base em simuladores virtuais no ensino de química; apresentar as principais simulações do PhET Colorado com base nos conceitos da química geral.

Para responder à questão norteadora, realizou-se uma pesquisa qualitativa de revisão teórica, sobre a inovação da educação com os meios tecnológicos e a análise do simulador PhET Colorado. Segundo Bacich e Moran (2018), as inovações tecnológicas podem desenvolver a prática pedagógica, demonstrando uma forma de inserção das mudanças tecnológicas no ensino-aprendizagem. Os principais autores utilizados são:

- Gomes (2017), que apresenta conceitos sobre as abordagens da pesquisa e demonstra as contribuições das simulações do PhET Colorado na aprendizagem.
- Salesse (2012), que articula sobre os simuladores virtuais por meio de sua experimentação em relação ao ensino da química, além da importância da teoria e da prática nesse processo.

- Gomes (2003), que estabelece a relação do ensino a distância abordado com base nas gerações tecnológicas no processo de ensino-aprendizagem e no uso de ferramentas dos *softwares*.

O presente trabalho apresentará a seguinte organização: no primeiro capítulo, foi realizada a introdução e fundamentação teórica (conceitos centrais do artigo); no segundo capítulo, apresenta-se a metodologia (como será feita a pesquisa); no terceiro e quarto capítulo será realizada a revisão bibliográfica; e, por fim, nas considerações finais serão apresentados os conceitos e resultados obtidos.

2 Metodologia

A presente pesquisa utiliza abordagem de revisão teórica de forma qualitativa. Segundo Proetti (2017), a pesquisa qualitativa não visa quantificar, mas direcionar um conteúdo que deve ser entendido, descrito e desenvolver uma interpretação de fatos. O presente artigo também apresenta conceitos com base em um referencial teórico.

Segundo Vilaça (2010), o referencial teórico dá suporte às discussões, tendo origem em diferentes campos. Nesse contexto, foram analisadas formas específicas sobre o PhET Colorado em relação ao ensino de química geral. A partir disso, será articulada a teoria e a prática com as ferramentas tecnológicas.

Foram selecionados artigos sobre o tema das ciências e tecnologia como uma forma de aprofundamento teórico e referencial da pesquisa. A pesquisa foi delimitada entre artigos de 2003 a 2021, tendo como resultado de pesquisa de 2.090 utilizando o termo *Práticas do simulador PhET Colorado*; 8.600 resultados para termos *PhET Colorado*; e 545.000 resultados para os termos *Conceitos Química Geral*.

Com base nos termos pesquisados, foi realizada uma seleção de 14 artigos que cumprissem os seguintes critérios: articulação das ferramentas educacionais com o uso do PhET Colorado, estabelecer conceitos para uma educação tecnológica por meio das práticas do simulador virtual, atribuir conceitos relacionados à química geral e suas propriedades, demonstrar as contribuições do PhET Colorado no ensino de química geral por meio de suas simulações virtuais, demonstrar as principais classificações do simulador PhET Colorado relacionadas à química geral.

Na Quadro 1, a seguir, estão os principais artigos e livros selecionados.

Quadro 1: Artigos e livros principais

Autor(es)	Referência
Bachic; Moran, 2017	BACICH, L; MORAN, J. Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora . Porto Alegre: Penso, 2018.
Gáttas; Furegato, 2007	GATTÁS, M. L. B.; FUREGATO, A. R. F. Interdisciplinaridade na Educação. Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste , Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 85-91, jan./abr. 2007. Disponível em: http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/5286/3890 . Acesso em: 11 mar. 2024.
Gomes, 2003	GOMES, M. J. Gerações de inovação tecnológica no ensino a distância. Revista Portuguesa de Educação , Braga, Portugal, v. 16, n. 1, p. 137-156, 2003. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/496 . Acesso em: 10 jun. 2022.
Ribeiro, 2011	RIBEIRO, M. R. G. A Tecnologia de pesquisa de química projeto de pesquisa . 2011. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14531 . Acesso em: 11 abr. 2022.
Salesse, 2012	SALESSE; T. M. A. A Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20783 . Acesso em: 15 jun. 2022.
Fronlinch; Maggiolaro , 2021	FRÖHLICH, B, A; MEGGIOLARO, P. G. Utilização do simulador PHET colorado para aulas de Química, produtos, reagentes e excessos. Revista Triângulo , Uberaba, v. 14, n. 3, p. 113-122, 2021. DOI: doi.org/10.18554/rt.v14i3.5546 . Disponível em: https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/5546 . Acesso em: 12 maio 2021.
Gomes, 2017	GOMES, P. A. L. Simuladores de química disponíveis no PhET colorado: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa . 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2017. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7727 . Acesso em: 28 maio 2022.
Souza, 2017	SOUZA. O. F. Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química, Zeiki - Revista Interdisciplinar da Unemat Barra do Bugres , Barra do Bugres, v. 1, n. 1, p. 19-35, 2020. DOI: doi.org/10.30681/zeiki.v1i1.3728 . Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/zeiki/article/view/3728 . Acesso em: 20 maio 2022.
Vasconcelos, 2015	VASCONCELOS, F. C. G. C. Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química. <i>In</i> : ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais [...] . Águas de Lindóia: 2015. ABRAPPEC, 2015. Disponível em: https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0336-1.PDF . Acesso em: 26 maio 2022.
Christoff, 2019	CHRISTOFF, P. Química Geral . 1. ed., 2015. Curitiba: Intersaberes, 2019.

Silva <i>et al.</i> , 2014	SILVA <i>et al.</i> Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino aos “Funções Inorgânicas”. Química Nova Escola , São Paulo, v. 36, n. 4, p. 261-268, nov. 2014. DOI: doi.org/10.5935/0104-8899.20140031. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_4/04-CCD-61-13.pdf . Acesso em: 7 mar. 2024.
Mendes, Santana e Pessoa Júnior, 2017	MENDES, A.; SANTANA, G.; PESSOA JÚNIOR, E. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. Revista Areté Revista Amazônica de Ensino de Ciências , Manaus, v. 8, n. 16, p. 52-60, maio 2017. Disponível em: http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/167 . Acesso em: 14 maio 2022.
Vilaça, 2010	VILAÇA, M. L. C. Pesquisa e ensino: Considerações e Reflexão, e-escrita , Nilópolis, v. 1, n. 2, maio-ago. 2010. Disponível em: https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RE/article/view/26 . Acesso em: 10 maio 2023.
Proetti, 2017	PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objeto, Revista Lumen , São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1-23, 2017. DOI: doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60. Disponível em: http://www.periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60/88 . Acesso em: 10 maio 2023.

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

3 As atribuições teóricas práticas para o ensino da química geral nas aulas on-line do ensino médio

No estudo da química geral nas aulas on-line do ensino médio são estabelecidas teorias sobre química geral com o uso das ferramentas tecnológicas, podendo ir além de sua teoria, sendo realizado na prática. Primeiramente, podemos verificar as atribuições das tecnologias digitais como um processo de um dinamismo transformador, de uma aprendizagem social por compartilhamentos.

Pérez Gómez (2015 *apud* Bacich; Moran, 2017, p. 10) observa que as tecnologias digitais “hoje não são [só] apoio ao ensino, são eixos estruturantes de uma aprendizagem, criativa, crítica, empreendedora, personalizada e compartilhada”. Nesse sentido, podemos estabelecer as práticas pedagógicas vinculadas à sua aprimoração de conhecimentos científicos por meio da ludicidade do aluno.

Segundo Almeida e Valente (2012 *apud* Bacich; Moran, 2017), as tecnologias propiciam a reconfiguração da prática pedagógica do currículo, que deve deixar de ser caótico, para assim ampliar fronteiras do ensino. Sabendo disso, podemos verificar o desenvolvimento de uma visão crítica do aluno, com base na investigação por meio de busca soluções aos problemas do seu cotidiano.

Bonwell e Eison (1991 *apud* Bacich; Moran, 2018) relatam a relação da investigação em prol ao aluno como forma de solucionar problemas propostos pelo professor sobre o tema abordado. Frequentemente, as teorias apresentam um grau de dificuldade superior às demonstrações experimentais, portanto as ferramentas tecnológicas seriam uma forma de facilitar a compreensão do aluno com a prática. De acordo com Brasil (2019 *apud* Fröhlich; Meggiolaro, 2021), as simulações e os laboratórios são ferramentas úteis, pois propiciam não somente reproduções difíceis em sala de aula, mas também uma visualização (escala submacroscópica), tendo maior grau de abstração.

Além disso, segundo Fröhlich e Meggiolaro (2021), a cognição humana se dá pela interação com ambiente como forma de aprimorar as questões processuais da psicofísica, social, cultural e hipercultural. Nesse contexto, são utilizadas ferramentas úteis com interação em grupo como forma de articulação social e cultural do aluno. Assim, os simuladores virtuais seriam uma maneira de inserir as tecnologias dentro das salas de aula.

Segundo Gomes (2017), deve-se aproveitar o potencial da tecnologia pelo ensino e aprendizagem pela significância e autonomia colaborativa e interativa. Estabelece-se, assim, a importância das tecnologias no ensino-aprendizagem, além de ser uma forma de auxiliar o desenvolvimento do aluno por meio de sua autonomia de interatividade.

É importante, ainda, trazer os questionamentos do ensino de química. Segundo Salesse (2012), sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o ensino de química no ensino médio estabelece um conhecimento de memorização, gerando um conhecimento acumulado. Podemos verificar que os estudos de química são cada vez mais mecanizados, sem uma articulação teórica e prática de determinados conceitos. Como um fato importante, também são estabelecidos alguns atributos curriculares para o ensino de química. As formas que o ensino da química pode propiciar são: representação e comunicação; investigação; compreensão e contextualização sociocultural (Salesse, 2012).

Diante do exposto, podem-se atribuir conceitos educacionais sobre a complexidade dos modelos teóricos na química. Segundo Ribeiro, “a química se constitui por estruturas complexas e dinâmicas, sendo seus principais eixos: transformação química, matérias e propriedade e modelos explicativos, apresentando como complexidade dos modelos” (2011, p. 3). Esses modelos, no estudo da química, devem sair do processo de memorização de fórmulas para uma aprendizagem para a construção do conhecimento científico.

Já nas relações dos conhecimentos científicos podem ser contribuídos por meio das tecnologias. Segundo Gasparin, “os avanços do critério científico-tecnológico podem facilitar as formas de conhecimentos e informações, como uma forma de auxiliar o aluno e não ser um

substituto do professor” (2011 *apud* Ribeiro, 2003, p. 5). De acordo com esse critério científico-tecnológico, seria uma forma de avanço ao ensino, sem que haja a dispersão dos ensinamentos do professor para que propicie a inserção do aluno em seu cotidiano.

Com base nesse aspecto, pode ser proposto um questionário aos alunos, para que eles possam apontar suas dificuldades (Salesse, 2012). Nesse contexto, as aulas práticas experimentais devem inserir o aluno, a partir de seu cotidiano, em uma forma de inserir a prática da aprendizagem.

As práticas podem ser englobadas em relação aos meios tecnológicos. Segundo Garrison (1991 *apud* Gomes, 2003, p. 5), “a geração tecnológica deve ser uma correspondência de paradigmas ao nível de comunicação entre professor e aluno, com uma perspectiva entre a ‘independência’ e a ‘interação’”.

Em relação à interação entre professor e aluno, a independência e interação é estabelecida no processo de aprendizagem. Segundo Nipper (1980 *apud* Gomes, 2003), a primeira e segunda gerações tecnológicas possuem um processo de ensino-aprendizagem que exige mais interação entre o professor e o aluno, não somente estabelecer conteúdos.

Ainda em relação à interação entre os alunos ou alunos e professor, não se deve somente reproduzir o conteúdo em sala de aula por meio de modelos de educação à distância em termo de tecnologias mediatização de conteúdo e de comunicação (Gomes, 2003).

Nesse contexto, as formas de ensino-aprendizagem podem, tendo como base as ferramentas tecnológicas vinculadas como um novo paradigma de formação, nomear formas de interação entre alunos e professores.

4 As principais abordagens dos conceitos da química geral e sua análise do simulador PHET Colorado

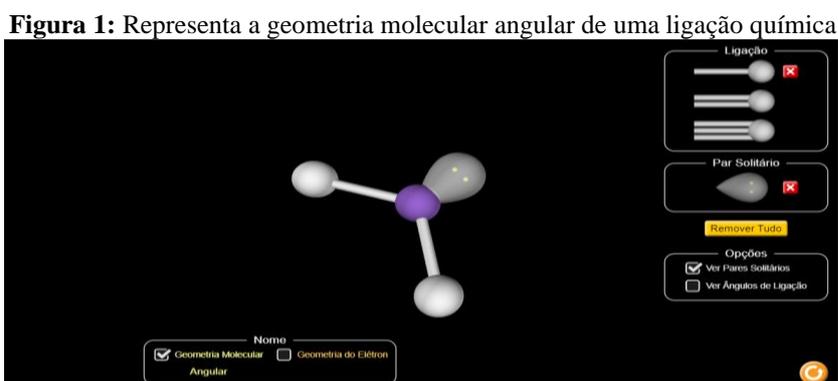
Podemos demonstrar os conceitos da química geral como uma análise do simulador do PhET Colorado, que pode ser incluído nas ferramentas tecnológicas. Primeiramente, serão usados conceitos de química geral presentes em Christoff, (2015), em que há propriedades químicas e físicas relacionadas à teoria atômica e aos cálculos estequiométricos.

Será feita uma análise sobre as ligações químicas em relação à geometria molecular, que podem ser classificadas de acordo com o tipo de ligações químicas. Sendo assim, primeiramente, podemos relacionar com os conceitos sobre as ligações químicas, que podem ser classificadas como: a ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica.

Segundo Christoff, (2015, p. 156-167) “as ligações podem ser realizadas uma geometria espacial, que podem ser formadas por uma ligação química, sendo conhecida pela teoria da

repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência”. Com essas ligações, são determinadas as quantidades de átomos e elétrons por meio de sua geometria, o que “pode ser classificado como geometria linear, tetraédrica, octaédrica, piramidal, bi piramidal, angular e trigonal plana” (Christoff, 2015, p. 167), diferenciando-se por ângulos e pelos números de elétrons do átomo central.

Por meio do simulador PhET Colorado, podemos visualizar as moléculas formadas em ligações químicas, demonstrado na Figura 1.



Fonte: PHET Interactive Simulation. Universidade de Colorado (2002).

O simulador possui uma forma intuitiva para compreensão sobre as classificações das geometrias moleculares. Seguindo com essa análise, podemos observar que a geometria molecular seria angular devido à apresentação de três átomos e um elétron em seu átomo central.

Em relação às implicações do próprio simulador PHET Colorado, são apresentadas legendas e suas classificações de suas geometrias, que podem ser realizadas por meio de manipulações e classificações dos tipos de ligações, sendo elas: a dupla, tripla ou quádrupla.

Tais manipulações e classificações acarretam uma aprendizagem mais efetiva para o aluno. Segundo Gomes (2017, p. 12) “à medida que o usuário manipula essas ferramentas interativas, as respostas são imediatamente animadas, assim ilustrando efetivamente as relações de causa e efeito, bem como várias representações relacionadas (movimento dos objetos, gráficos, leitura de números, etc.)”.

Pode-se também contemplar os seguintes conceitos da química geral, segundo o livro de química geral de Christoff (2015, p. 244), “onde demonstra concentração de reagente, modelos atômicos e até mesmo as propriedades da matéria e suas propriedades específicas”, que seriam os principais conceitos que o simulador PHET Colorado pode colaborar com as práticas teóricas.

Com isso, podemos relacionar também aos orbitais de energia dos átomos em umas reações químicas, segundo o livro de química geral de Christoff, (2015, p. 82-91), “são representados por n, p, d e f, sendo camadas contendo a quantidades de energias específicas de cada camada de valência”.

De acordo com os conceitos sobre a química geral, podem ser articulados os atributos sobre as ferramentas tecnológicas na contemporaneidade. Segundo Torres, Trindade e Carneiro (2019 *apud* Fröhlich; Meggiolaro (2021, p. 7) “o jeito de ser discente na atualidade pede renovada construção de postura face ao aprendizado”. A renovação seria uma articulação nos dias contemporâneos, em um contexto que deve incentivar o aluno por meio de novas estratégias.

Nessas novas formas de ensino-aprendizagem, podemos utilizar as Tecnologias Digitais (TDs), que apresentam vários recursos no ensino-aprendizagem e a sua compreensão das tecnologias no âmbito da educação do aluno. Assim, as tecnologias podem estar presentes no âmbito educacional (Fröhlich; Meggiolaro, 2021).

O âmbito educacional pode reintegrar várias mudanças e inovações atribuídas a abordagens científicas. Segundo Lopes (2007, p. 138 *apud* Silva *et al.*, 2014, p. 262-263), “pouco adianta modificar metodologias de ensino, caso não se enfrente a discussão da tessitura epistemológica dos conceitos científicos ensinados”.

Segundo Bachelard (2001) *apud* Silva *et al.*, (2014, p. 4)

o ato de conhecer requer constantemente que se afrente um conhecimento anterior em um processo de desconstrução daquilo que ficou mal estabelecido. Por isso, não é possível considerar o estudante como tábula rasa. Ele possui conhecimentos já construídos a partir do senso comum (ou mesmo da escola) e esses conhecimentos, quando não confrontados e criticados, podem constituir obstáculos para a construção do conhecimento científico.

Assim, de acordo com o conhecimento prévio do aluno pela inserção do professor em seu contexto, é construído um conhecimento científico. Podemos versar sobre a interdisciplinaridade no ensino de química, relacionando com teoria e prática, além de atribuições na aprendizagem.

5 Conceitos e questionamento sobre a interdisciplinaridade em meio ao ensino da química geral e suas propriedades

Segundo Gattás e Furegato, (2007, p. 2), o uso da a interdisciplinaridade “está vinculado à atividade no campo do saber e das ações”. Portanto, a interdisciplinaridade seria a vinculação

entre as disciplinas que se relacionam a um conteúdo (saber) em contexto social, para serem realizadas em uma prática (ações).

Gattás e Furegato (2007, p. 4) ainda relatam que a interdisciplinaridade “caracteriza-se pela intensidade das trocas entre especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa ou trabalho”. Assim, a relação entre as disciplinas apresenta as diferentes abordagens sobre um determinado tema.

Pode-se, assim, estabelecer a importância da interdisciplinaridade com base em seus objetivos. Segundo Gattás e Furegato (2007, p. 5), “o objetivo da interdisciplinaridade é promover a superação da visão parcelar de mundo e facilitar a compreensão da complexidade da realidade e, desse modo, resgatar a centralidade do homem, compreendendo-o como ser determinante e determinado”. A interdisciplinaridade também é a integração do aluno em um contexto social em sala de aula, como o desenvolvimento do aluno para a sociedade.

Segundo o artigo de Gattás e Furegato (2007, p. 5) “os primeiros esforços de professores que se propõem ao trabalho interdisciplinar começam pela construção de uma equipe e pelo estabelecimento de diálogos entre estes membros”. Podemos estabelecer também a integração da interdisciplinaridade em um contexto social, que estabelece a inserção das ferramentas tecnológicas para a interação entre teoria e prática.

Segundo Blanco (1999 *apud* Gomes, 2003, p. 2),

um dos elementos característicos desta geração é, então, a introdução do elemento ‘interatividade’, ao qual está associada a possibilidade de processos de ‘feedback’ em relação às atividades de aprendizagem com um carácter de imediatismo, o que até aí não era possibilitado pelas tecnologias de difusão disponíveis.

A inserção das tecnologias no contexto do aluno causa mudanças no processo educacional e nos professores, por meio de ações que podem ser cada vez mais inovadoras. As mudanças no âmbito educacional devem ter como objetivo a melhora na aprendizagem do aluno. Segundo Brito (2001 *apud* Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011, p. 2), “a retórica das aulas expositivas, das conclusões apressadas, sem a participação do aluno no processo de aprendizagem, é uma das principais causas responsáveis pela monotonia e pelo pouco aproveitamento das aulas de química”. Nesse contexto, as práticas realizadas junto às tecnologias também podem ser relacionadas à resolução de problemas.

Segundo Goi e Santos (2009 *apud* Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011, p. 3),

Torna-se inconcebível ministrar uma aula de química utilizando apenas como recurso instrucional o quadro de giz. Assim, o laboratório tem um papel central no ensino de química e as pesquisas têm revelado a sua importância no engajamento dos estudantes

no processo de investigação, articulando o trabalho experimental à resolução de problemas semiabertos podendo ser muito eficaz para a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes pelos estudantes.

Na mesma abordagem, a resolução de problemas também ajuda a inserir o aluno em um campo científico. Segundo White e Frederiksen (1998 *apud* Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011, p. 3)

As atividades realizadas em grupo potencializam a comunicação e a argumentação, importantes aspectos da atividade científica, que permitem aos participantes construir significados compartilhados. Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria Ciência.

6 Análises experimentais do PHET Colorado atribuídos aos conceitos de química geral

Diante das práticas estabelecidas com base nos conceitos teóricos, podemos relacionar as abordagens com as simulações do PHET Colorado. Primeiramente, vamos realizar as relações entre os termos prática e teoria.

Segundo Bueno *et al.* (2008 *apud* Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011, p. 4) “na disciplina de química podemos distinguir duas atividades: a prática e a teórica, e se não houver articulação entre essas atividades, os conteúdos não são relevantes à formação do indivíduo ou terão pouca contribuição para o desenvolvimento cognitivo deste”, ou seja, a teoria e a prática não podem ser trabalhadas de maneira separada no ensino da química, pois seria algo não relevante na formação do aluno.

Com base em recursos tecnológicos, podemos realizar a articulação entre a teoria e a prática, fazendo com que o aluno possa realizar a experimentação com maior compreensão dos conceitos. Segundo Escartin (2000 *apud* Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011, p. 5), “computador é ferramenta poderosa na realização das aulas, auxiliando o estudo e modelagem de processos e fenômenos de dimensão espacial”. Dessa forma, as tecnologias podem ser usadas para articular as experiências.

Sobre os conceitos relacionados à química geral e às articulações da prática com a teoria, por meio da utilização dos recursos tecnológicos, podemos analisar a aplicação dos conceitos da química geral e estabelecer quais as suas principais atribuições para o desenvolvimento do aluno.

Segundo o livro química geral de Christoff (2015, p. 145-156), demonstra conceito de sobre as ligações químicas e geometrias moleculares, “tipos de ligações químicas (metálica, covalente ou iônica), contendo características específicas entre eles”. Como exemplo a ligação

metálica que pode o formar “mar de elétrons” pela “perda de elétrons dos metais”. Portanto, não podemos demonstrar as adequações das simulações do PHET Colorado sem saber das dificuldades dos alunos em relação aos conceitos da química.

Segundo o artigo de Johnstone (1993 *apud* Vasconcelos, 2015, p. 2-3), “pesquisadores enfatizam a importância do uso de diferentes modos representativos diante das dificuldades dos alunos, sobretudo para que estes consigam relacionar as três dimensões do conhecimento químico: macroscópica, submicroscópica e simbólica”. Como exemplo, temos: explicar fenômenos macroscópicos por meio de uma experimentação química, que podem estar presentes nos conceitos de cálculos estequiométricos (balanceamento), propriedades atômicas, entre outros.

Segundo Vasconcelos (2015, p. 4), “O modo simbólico pode ser apresentado através de equações químicas, gráficos, mecanismos de reações, os quais complementam as explicações utilizadas pelos químicos em diferentes contextos, desde a pesquisa científica até o ensino na Educação Básica”. Em relação às dimensões da aprendizagem e às formas de análise científica, pode-se articular a forma prática e experimental das ciências pelos profissionais da química.

Segundo o artigo de Vasconcelos *et al.*, 2015, p. 4), “é fato que os professores pesquisadores e profissionais da química necessitam do domínio das três dimensões do conhecimento químico”. Neste caso, podemos direcionar também as abordagens laboratoriais das práticas experimentais aplicadas com base nas dimensões dos conhecimentos químicos.

As primeiras apresentam princípios, conceitos e fatos relacionados ao(s) evento(s) simulado(s), como a simulação da estruturação de uma molécula, da mudança de temperatura em determinadas substâncias ou da alteração da pressão exercida sobre alguma amostra. As últimas, incluem sequências de operações e procedimentos que podem ser aplicados ao(s) sistema(s) simulado(s), como por exemplo, as simulações pré-laboratoriais ou laboratoriais propriamente ditas, que permitem que o aluno exercite a execução correta de procedimentos em um laboratório (Ribeiro; Greca, 2003, p. 544 *apud* Vasconcelos, 2015, p. 3).

As práticas laboratoriais podem estabelecer ligações com o processo de ensino-aprendizagem. Em relação às etapas das práticas da aprendizagem, podemos também verificar como as tecnologias podem auxiliar nesse processo experimental, incluindo os simuladores virtuais.

7 Recursos tecnológicos de experimentações virtuais do PHET Colorado

Neste aspecto, podemos abordar uma ferramenta que contribui para a aprendizagem em química e nas interações do aluno por meio da prática de um laboratório virtual. Segundo

Vieira, Meirelles e Rodrigues (2011, p. 5), “o Laboratório Virtual de Química Fácil (LVQF) é a utilização de novas tecnologias beneficiando e promovendo a interação dos alunos e professores no aprendizado de química abordado em salas de aula no nível médio”.

Diante disso, podemos incluir os simuladores virtuais no processo de aprendizagem como uma forma de inserir o aluno em sua própria geração digital. Segundo Kerckhove (1999 *apud* Souza *et al.*, 2019, p. 2), “os ambientes virtuais de aprendizagem como o modelo idealizado de processo de aprendizagem cooperativo, característico da sociedade digital”.

Parte dessas simulações podem ser integradas aos conceitos de metodologias ativas, que engloba novas ferramentas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Bacich e Moran (2018, p. 41) "metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida”. Assim, seria uma nova forma de participação efetiva do aluno, garantindo uma aprendizagem mais flexível.

8 Modelos experimentais do PhET Colorado de conceitos da química geral

Em relação ao PhET Colorado, sendo considerado ambiente virtual novo, podemos retratar um grupo que se estabelece por meio de pesquisas e classificações conceituais e operacionais para que o simulador seja cada vez mais aprimorado.

Segundo Arantes, Miranda e Studart (2010 *apud* Souza *et al.*, 2019)

O grupo PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas com estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente.

O Quadro 2 abaixo relaciona os principais simuladores virtuais do PhET Colorado que abrangem os conceitos de química geral.

Quadro 2: Alguns experimentos presentes no PhET Colorado

Conceitos:	Experimentos:
Propriedade Molecular	Polaridade da Molécula, Geometria Molecular e Monte a Molécula.
Conceitos Estequiométricos	Molaridade, Kit Ler Beer, Concentração, Balanceamento de Equações Químicas e Reagentes e Produtos em Excesso.
Propriedades Específicas	Densidade, Estado da Matéria e Estado da Matéria Básico.

Fonte: PHET Interactive Simulation. Universidade de Colorado (2002).

Podemos analisar as simulações presentes no simulador PHET Colorado e estabelecer a suas relações em meio a práticas para a aprendizagem de química geral.

Primeiramente, estabelecemos os conceitos sobre o balanceamento estequiométrico. Segundo Christoff (2019, p. 206), “o balanceamento de uma equação química, seria estabelecer a igualdade entre reagentes e produtos (mesma quantidade), sendo utilizado o método de tentativas”. Portanto, podemos relacionar o balanceamento com as simulações do PHET Colorado, segundo Mendes, Santana e Pessoa Júnior (2017, p. 3):

E no caso do balanceamento de equações o software recomendado é o *Balancing-chemical-equations*. O objetivo desse software é proporcionar aos alunos a possibilidade de balancear uma equação química observando o que acontece com os átomos e seus coeficientes sugeridos.

Nesse caso, as simulações do PhET Colorado podem ser uma ferramenta útil para o aluno e o professor, sendo uma forma de estabelecer a prática com base nas teorias de química geral e dar a possibilidade de o aluno realizar uma prática experimental.

9 Considerações finais

De acordo com os autores nos quais se baseou esta pesquisa e diante da situação problema norteadora, podemos estabelecer a relação das teorias com práticas no uso das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem.

A aprendizagem tecnológica, como também a articulação aos conceitos dos níveis de conhecimento da química em prol das práticas das ferramentas tecnológicas, pode ser realizada por meio de manipulações experimentais. Podemos estabelecer, assim, ligações entre interdisciplinaridade com base nas disciplinas tendo uma ligação de conceitos submetidos em uma prática, além de estabelecer a interação do professor e aluno em sala de aula.

Já a relação das metodologias ativas com as práticas com o uso das ferramentas tecnológicas, sendo estabelecido métodos de ensino que utilizam as ampliações de conhecimento, sendo assim, propicia-se uma interação do professor e aluno ou entre alunos em sala de aula.

Diante disso, verificamos o papel do professor como mediador do conhecimento prévio do aluno para a construção de um novo conhecimento, podendo estabelecer critérios de criticidade em busca de solucionar problemas.

Nesse contexto, foi realizada a análise do PhET Colorado e as suas principais simulações relacionadas à química geral. Nesse caso, o balanceamento estequiométrico e sua

principal ferramenta presente do simulador PhET, sendo o *software Balancing-chemical-equations*. Trata-se de uma ferramenta entre outras possibilidades de os alunos realizarem as práticas de química geral, além de ser uma forma de ampliar o campo de visualização do experimento.

Por fim, podemos perceber que há novas formas de atribuição do ensino-aprendizagem, necessitando cada vez mais de conceitos atualizados. Por meio dessas ações, a educação se torna cada vez mais inovadora no contexto educacional e no campo científico.

Referências

BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

CHRISTOFF, P. **Química Geral**. 2015. Curitiba: Intersaberes, 2019.

FRÖHLICH, B, A; MEGGIOLARO, P. G. Utilização do simulador PHET colorado para aulas de Química, produtos, reagentes e excessos. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 14, n. 3, p. 113-122, 2021. DOI: doi.org/10.18554/rt.v14i3.5546. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/5546/5799>. Acesso em: 12 maio 2021.

GATTÁS, M. L. B.; FUREGATO, A. R. F. Interdisciplinaridade na Educação. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 85-91, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/5286/3890>. Acesso em: 11 mar. 2024.

GOMES, M. J. Gerações de inovação tecnológica no ensino a distância. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, Portugal, v. 16, n. 1, p. 137-156, 2003. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/496>. Acesso em: 10 jun. 2022.

GOMES, P. A. L. **Simuladores de química disponíveis no PhET colorado**: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7727>. Acesso em: 28 maio 2022.

MENDES, A.; SANTANA, G.; PESSOA JÚNIOR, E. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. **Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 8, n. 16, p. 52-60, maio 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/167>. Acesso em: 14 maio 2022.

PHET Colorado. **PHET Interactive Simulations**. Universidade de Colorado Boulder, 2002. Disponível: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso: 15 jun. 2022.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objeto, **Revista Lumen**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1-23,

2017. DOI: doi.org/10.32459/revistalumen.v2i4.60. Disponível em: periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60/88. Acesso em: 10 maio 2023.

RIBEIRO, M. R. G. **A Tecnologia de pesquisa de química projeto de pesquisa**. 2011. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14531>. Acesso em: 11 abr. 2022.

SALESSE; T. M. A. **A Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem** Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20783>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SILVA *et al.* Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino aos “Funções Inorgânicas”. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 261-268, nov. 2014. DOI: doi.org/10.5935/0104-8899.20140031. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_4/04-CCD-61-13.pdf. Acesso em: 7 mar. 2024.

SOUZA. O. F. *et al.* Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química, **Zeiki - Revista Interdisciplinar da Unemat Barra do Bugres**, Barra do Bugres, v. 1, n. 1, p. 19-35, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/zeiki/article/view/3728>. Acesso em: 20 maio 2022.

VASCONCELOS, F. C. G. C. Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0336-1.PDF>. Acesso em: 26 maio 2022.

VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Unicamp, 2015. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0468-1.pdf. Acesso em: 8 mar. 2023.

VILAÇA, M. L. C. Pesquisa e ensino: Considerações e Reflexão, **e-escrita**, Nilópolis, v. 1, n. 2, maio/ago. 2010. Disponível em: <https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RE/article/view/26>. Acesso em: 10 maio 2023.