



# **POSSIBILIDADES E DESAFIOS NO USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA**

**WESLEY VAZ MARTINS**

**SÃO PAULO**

**2022**

**WESLEY VAZ MARTINS**

**POSSIBILIDADES E DESAFIOS NO USO DE SIMULAÇÕES  
VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dra. Lucia Scott Franco De Camargo Azzi Collet

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Catálogo na fonte**  
**Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo**  
**Dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

m379p	<p>Martins, Wesley Vaz Possibilidades e desafios no uso de simulações virtuais no ensino de química / Wesley Vaz Martins. São Paulo: [s.n.], 2022. 131 f.</p> <p>Orientadora: Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2022.</p> <p>1. Ensino de Química. 2. Metodologias Ativas. 3. Phet Colorado. 4. Ensino Médio. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.</p> <p>CDD 510</p>
-------	--

WESLEY VAZ MARTINS

POSSIBILIDADES E DESAFIOS NO USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS NO  
ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação apresentada e APROVADA em 31 de Janeiro de 2022 como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dra. Lucia Scott Franco De Camargo Azzi Collet  
IFSP – campus São Paulo  
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dr. Pedro Miranda Jr  
IFSP – campus São Paulo  
Membro da Banca

Prof. Dra. Maria Rosana Evaristo da Silva  
Faculdade Oswaldo Cruz  
Membro da Banca

## RESUMO

As estratégias pautadas no uso de recursos tecnológicos como simuladores virtuais no ensino de Química se tornam importantes para facilitar a abordagem de diversos conteúdos em sala de aula, bem como proporcionar a aprendizagem significativa. Neste contexto, o objetivo deste estudo é analisar as potencialidades e desafios do uso dos simuladores ChemDemos, Irydium e Phet Colorado no ensino de Química a partir de um estudo bibliográfico. O presente estudo foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica, cuja análise de dados permaneceu fundamentada na Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977), mediante a coleta de artigos científicos nacionais publicados na ferramenta de busca Google Acadêmico nos últimos 10 anos, de 2011 a 2021. A pesquisa indica que quando comparado com os simuladores ChemDemos e IrYdium, o Phet Colorado apresenta uma interface mais simples e dinâmica, além de ser totalmente gratuito e estar disponível em Português. Observou-se ainda que o Phet Colorado pode ser usado para contextualizar diferentes conteúdos, apresentando maior potencial de interatividade para a aplicação de jogos. Ao final do estudo, é proposto o produto educacional, que trata de um manual/site detalhado para o uso do professor, com dicas de usos dos simuladores, lista de exercícios, planos de aula, sequências didáticas, entre outros.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Metodologias Ativas. Phet Colorado. Ensino Médio.

## ABSTRACT

Strategies based on the use of technological resources such as virtual simulators in the teaching of Chemistry become important to facilitate the approach of different contents in the classroom, as well as to provide meaningful learning. In this context, the objective of this study is to analyze the potentialities and challenges of the use of ChemDemos, Irydium and Phet Colorado simulators in the teaching of Chemistry from a bibliographic study. The present study was carried out from a literature review, whose data analysis remained based on the Content Analysis proposed by Bardin (1977), by collecting national scientific articles published in the Google Scholar search tool in the last 10 years, from 2011 to 2021. Research indicates that when compared to the ChemDemos and IrYdium simulators, Phet Colorado has a simpler and more dynamic interface, in addition to being completely free and available in Portuguese. It was also observed that Phet Colorado can be used to contextualize different contents, presenting greater potential for interactivity for the application of games. At the end of the study, the educational product is proposed, which is a detailed manual/website for the use of the teacher, with tips on how to use the simulators, a list of exercises, lesson plans, didactic sequences, among others.

**Keywords:** Chemistry Teaching. Active Methodologies. Phet Colorado. High School.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspectos do conhecimento químico.....	17
Figura 2 - Características das metodologias ativas de ensino.....	40
Figura 3 - Ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb.....	44
Figura 4 - Processo de implementação do Peer Instruction no ensino de Química ..	49
Figura 5 - Página inicial e seleção da simulação.....	52
Figura 6 - Simulação de eletrólise .....	65
Figura 7 - Simulação com o IrYdium – Virtual Chemistry Lab.....	65
Figura 8 - Visualização em dispositivo móvel .....	66
Figura 9 - Simulação de ácido-base .....	67
Figura 10 - Preparação da solução de nitrato de cobalto .....	68
Figura 11 - Seleção da solução saturada a ser utilizada no preparo da solução. ....	69
Figura 12 - Simulação sobre estados da matéria .....	70
Figura 13 - Representação de átomo de hidrogênio .....	71
Figura 14 - Uso do Phet Colorado a partir do modo projeção.....	71
Figura 15 - Simulação sobre propriedade dos gases .....	72
Figura 16 - Simulação sobre balanceamento de equações .....	74
Figura 17 - Simulação sobre construção de moléculas .....	74
Figura 18 - Simulação sobre reagentes, produtos e excesso .....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da representação e comunicação.....	19
Quadro 2 - Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da investigação e compreensão .....	20
Quadro 3 - Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da contextualização sociocultural.....	22
Quadro 4 - Premissas da inovação educativa .....	33
Quadro 5 - Características da aprendizagem baseada em problemas .....	41
Quadro 6 - Descrição das categorias de análise.....	62
Quadro 7 - Conteúdos químicos mencionados nos trabalhos analisados .....	62
Quadro 8 - Subcategorias das potencialidades e aspectos mais mencionados de cada uma delas nos trabalhos .....	63
Quadro 9 - Problematização inicial sobre estados físicos da matéria.....	69
Quadro 10 - Benefícios do uso do Phet Colorado nas aulas de Química .....	72
Quadro 11 - Subcategorias dos desafios e aspectos mais mencionados de cada uma delas nos trabalhos.....	76
Quadro 12 - Atividades avaliativas descritas nos trabalhos.....	78



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descritores utilizados na pesquisa e trabalhos selecionados .....	56
Tabela 2 - Trabalhos selecionados para discussão conforme simuladores foco do estudo .....	58

## **LISTA DE SIGLAS**

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CC - Creative Commons

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PHET COLORADO - Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado

PPP - Projeto Político Pedagógico

TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
Objetivo Geral .....	14
Objetivos Específicos.....	14
<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
1.1 O ENSINO DE QUÍMICA .....	16
1.2 INSERÇÃO DAS TICs NA EDUCAÇÃO.....	33
1.3 METODOLOGIAS ATIVAS .....	38
1.3.1 Aprendizagem baseada em problemas .....	41
1.3.2 Trabalho em grupo.....	43
1.3.3 Sala de aula invertida.....	43
1.3.4 Aprendizagem experimental.....	44
1.3.5 Peer Instruction .....	45
1.4 SIMULADORES NO ENSINO DE QUÍMICA .....	46
1.5 O CONTEXTO DO ENSINO REMOTO NA ATUALIDADE .....	54
<b>CAPÍTULO II – METODOLOGIA</b> .....	<b>56</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	56
2.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	56
2.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	57
<b>CAPÍTULO III – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>60</b>
3.1 SIMULADORES .....	62
3.1.1 Chemdemos.....	62
3.1.2 Irydium .....	62
3.1.3 Phet Colorado .....	63

3.2 CATEGORIAS DE ANÁLISE.....	64
3.2.1 Conteúdos químicos.....	64
3.2.2 Potencialidades.....	65
3.2.3 Desafios.....	78
3.2.4 Atividades avaliativas.....	80
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>102</b>

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que no contexto social, a escola precisa desenvolver sua prática baseada em um ensino fundamentado a partir de uma pedagogia ativa e interativa, de forma colaborativa com a sociedade, permitindo mudanças e transformações na busca do saber com igualdade e justiça. O planejamento e a melhoria da qualidade de um Projeto Político Pedagógico (PPP) é de extrema importância para qualquer instituição de ensino, já que sua função é oferecer apoio para as tomadas de decisões administrativas, tecnológicas e pedagógicas. As aulas no cotidiano escolar são planejadas, a fim de obter uma prática pedagógica inclusiva, que assegurem uma abordagem sistêmica, buscando sempre trabalhar conteúdos de modo claro e objetivo, promovendo um ensino dinâmico (KENSKI, 2012).

O ensino da Química no Ensino Médio possui a finalidade de assegurar a interação do indivíduo com a realidade que o cerca de modo autônomo e íntegro, devendo as práticas de ensino desta disciplina serem bem pensadas e elaboradas, com o intuito de contextualizar a vivência do aluno, para que o aprendizado ocorra prazerosamente e significativamente. No entanto, muitas práticas pedagógicas de instituições desatualizadas se baseiam meramente na transmissão dos conteúdos mediante estratégias repetitivas e mecanizadas, não sendo suficientes para trabalhar o senso crítico, investigativo e reflexivo do aluno, já que não promovem situações dinâmicas e prazerosas. Com isso, o professor ao cumprir com as recomendações impostas por estas instituições, juntamente com o material didático disponível, pouco consegue alterar esta rotina (LIMA, 2012).

As estratégias que envolvem a inovação pedagógica e inserção de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) abrangem uma metodologia na qual a aprendizagem efetiva e produtiva dos alunos é seu principal objetivo, uma vez que o cotidiano escolar oferece oportunidades aos jovens para que os mesmos possam desenvolver habilidades e competências, alcançando o conhecimento intelectual e afetivo. A incorporação da TIC na educação possibilita a melhoria da qualidade do ensino e, conseqüentemente, o processo de obtenção do conhecimento pelos aprendizes (BRIZOLA; ALONSO, 2017).

Para Kenski (2012), o uso das TICs no ambiente educativo potencializa o desenvolvimento humano, proporcionando a formação do senso reflexivo, crítico e autônomo pelos aprendizes. As ferramentas tecnológicas podem ser usadas para alcançar o principal objetivo da socialização escolar, quando os alunos realizam trabalhos em grupo por exemplo, o que abrange o aprendizado e a prática de comportamentos adequados e valores morais e éticos, importantes para a vida em sociedade. Ao ter contato com estas ferramentas, os aprendizes conseguem construir e interiorizar os valores mais facilmente.

É possível observar que nas últimas décadas, com o advento de novas tecnologias e da globalização, o processo de comunicação passou a ocorrer de modo mais rápido e massivo. É cada vez mais comum identificar metodologias de comunicação associadas às plataformas midiáticas, beneficiadas pela rapidez da convergência midiática na rotina da sociedade contemporânea, inclusive no âmbito educativo. O processo de obtenção do conhecimento na Educação considerando os suportes tecnológicos e midiáticos utilizados nas atividades educativas ocorre a partir de alguns elementos como interação, colaboração, autonomia e aprendizagem (FREITAS, 2014).

Segundo Wiebush e Lima (2018), as reformas que buscam a inovação pedagógica, especialmente no uso das TICs, vêm acompanhadas pela organização do ambiente educativo, a fim de assegurar com que seus gestores adquiram um perfil inovador, permitindo a execução de estratégias que gerem mudanças e transformações constantes.

Dessa forma, os responsáveis pela implementação da inovação e implementação das TICs são os próprios sujeitos envolvidos na prática pedagógica. Estes sujeitos deverão conhecer e analisar os contextos os quais as propostas dos cursos estão inseridas, e propor mecanismos inovadores para o estabelecimento de vínculos significativos com o ensino e ampliação das oportunidades de aprendizagem pelos alunos (REIS et al., 2018).

As estratégias pautadas no uso de recursos tecnológicos como simuladores no ensino dos conteúdos de Química se tornam importantes para o atendimento das necessidades dos educandos, aliando os momentos diversos às situações de aproveitamento e rendimento escolar. A adoção de ferramentas tecnológicas, como softwares de simulação, permite que os alunos direcionem sua atenção para os

conteúdos programáticos, compreendendo mais efetivamente os problemas propostos em sala de aula, bem como ampliando a percepção para a realidade que as cerca, propondo soluções relevantes (SAMPAIO; CÂMARA; MOREIRA, 2015).

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

- ✓ Analisar as potencialidades e desafios do uso dos simuladores ChemDemos, Irydium e Phet Colorado no Ensino de Química a partir de um estudo bibliográfico.

### Objetivos Específicos

- ✓ Descrever os aspectos pedagógicos, principais desafios e perspectivas no Ensino da Química voltado para o Ensino Médio;
- ✓ Entender as funcionalidades e benefícios proporcionados pelo uso dos simuladores ChemDemos, Irydium e Phet Colorado no ensino da Química, bem como os conteúdos que podem ser aplicados para alunos do Ensino Médio a partir destas ferramentas;
- ✓ Trazer reflexões sobre a prática educativa docente em Química e propor o incentivo à busca pelos novos métodos de ensino, à mudança para um novo conceito.

## JUSTIFICATIVA

Justifica-se o presente estudo mediante a necessidade de compreender as abordagens que são adotadas na realidade da Educação com as possibilidades de inserção de recursos tecnológicos e simuladores para assegurar melhor interação entre os conteúdos de Química e os alunos, facilitando o processo de ensino aprendizagem. Diante dessas características, reconhece-se o tema tratado neste estudo como sendo atual, relevante e se encontra presente em debates importantes que orientam as práticas pedagógicas. Os softwares de simulação de ensino quando inseridos em sala de aula são instrumentos que podem favorecer o aprendizado dinâmico e prazeroso, quando utilizados numa proposta que coloque o aluno em atividade investigativa e crítica, principalmente na disciplina de Química no Ensino Médio.

Diante disso, no âmbito social, este trabalho contribui com a disseminação de informação científica e importante para o desenvolvimento social e educativo. No âmbito científico, este estudo é relevante pois reúne pesquisas cujos resultados são importantes para o entendimento das práticas pedagógicas e necessidade de realizar um ensino diferenciado e significativo, a fim de melhorar a aprendizagem dos alunos perante os conteúdos de Química. No âmbito acadêmico e profissional, o estudo associa o conhecimento adquirido durante o curso com a prática, contribuindo com o desenvolvimento pessoal e profissional, indispensáveis para a inserção no mercado de trabalho.



## CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

O Capítulo I aborda os principais conceitos teóricos e temáticas relacionadas ao assunto foco do estudo, sendo dividido em cinco seções, destinadas a tratar sobre o ensino de Química; inserção das TICs na educação; metodologias ativas; simuladores no Ensino de Química; e o contexto do ensino remoto na atualidade.

### 1.1 O ENSINO DE QUÍMICA

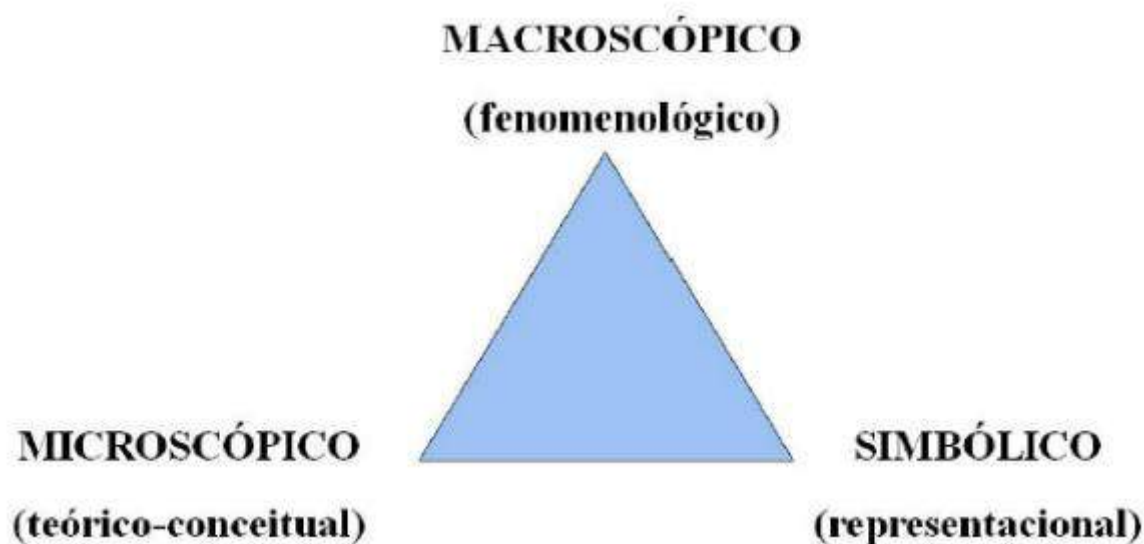
A Química é uma das áreas específicas das Ciências Naturais que apresenta grande relevância para o desenvolvimento da sociedade, visto que propiciou a evolução de outras ciências, cujos fundamentos foram utilizados para o entendimento das estruturas e propriedades físicas, biológicas e matemáticas. É citada como uma ciência exata que embora o enfoque principal esteja na análise de conteúdos quantitativos, também se dedica a entender problemas de natureza qualitativa (LEITE; LIMA, 2015).

As teorias químicas exemplificam as relações entre os fenômenos a partir da medição de quantidades. A medição e o tratamento de dados abrangem metodologias comparativas segundo padrões específicos pré-definidos. A aquisição, análise e tratamento de dados nos experimentos químicos necessitam de regras para medir e comparar as grandezas, sendo possível adotar unidades para estes processos e futuramente, contribuir com a execução dos experimentos (LEITE; LIMA, 2015).

O método científico voltado para a Química busca inicialmente exercer a observação e experimentação dos fenômenos, permitindo que as leis naturais sejam entendidas, visando o levantamento de informações importantes e fatos científicos, a fim de validar o experimento. Entende-se que os experimentos no campo da Química objetiva estudar determinado fenômeno natural, sendo necessário efetuar a abstração de diferentes fatores que dificultam o entendimento dos eventos, direcionando os esforços apenas para os aspectos mais relevantes que facilitam a

assimilação da informação. Os experimentos significativos são desenvolvidos a partir de conceitos e modelos embasados por processos indutivos, fenomenológicos e sistematizados, proporcionando a validação dos resultados e o domínio das teorias químicas (LIMA, 2013).

Johnstone (1993) afirma que o conhecimento químico é obtido a partir da integração de três principais aspectos, dentre eles: o fenomenológico, o representacional e o teórico, conforme demonstrado na Figura 1:



**Figura 1** – Aspectos do conhecimento químico

**Fonte:** Johnstone (1993)

Com base na Figura 1, entende-se que é essencial que o aluno compreenda os mecanismos que promovem os fenômenos químicos, mediante o entendimento das diversas teorias que os explicam, sendo possível representá-los na prática para que ocorra a aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa se dá quando o aluno consegue incorporar a informação em sua estrutura cognitiva de modo plausível.

O triângulo de Johnstone abrange os três níveis do conhecimento químico, se tornando um instrumento para analisar as representações químicas tratadas nos conteúdos trabalhados em sala de aula no Ensino de Química, sendo um modelo relevante para a discussão dos fenômenos desejados. A adoção deste triângulo pelos educadores ocorre em razão da necessidade de promover aos alunos o pensamento em todos os três níveis de maneira equitativa (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016).

Conforme explicitado no triângulo de Johnstone, o pensamento químico não representa apenas uma maneira específica de resolver tipos específicos de problemas, mas é uma forma de pensar e fazer sentido gerando soluções para problemas novos e complexos que enfrentamos no mundo. Exige que se explore, observe e analise situações, de modo flexível e simbólico, identifique estruturas inerentes e relações estruturais de discernimento e descoberta (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016).

A Química está inerentemente entrelaçada com a cognição espacial que trata da capacidade de entender, representar e raciocinar sobre o espaço, estando subjacente à capacidade de medir, representar graficamente e resolver problemas simbolicamente. Segundo Leite e Lima (2015, p. 381):

A Química é uma ciência relativamente jovem e, enquanto conjunto de saberes organizados e sistematizados, seus conhecimentos só foram introduzidos como disciplina escolar no final do século 19. Tratando-se do sistema escolar brasileiro, essa ciência começou a ser ministrada como disciplina regular somente a partir de 1931, com a reforma educacional ocorrida no primeiro governo de Getúlio Vargas e promovida pelo então ministro da Educação e Saúde Francisco Campos. No entanto, o ensino dessa nova ciência só foi plenamente difundido a partir da reformulação do ensino básico brasileiro, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) defendem que o Ensino Médio seja praticado a partir da integração de diversas áreas do conhecimento, cujos temas específicos respeitam a realidade do educando. Estas diretrizes são essenciais para diminuir a distância entre as práticas pedagógicas e as sociais, mantendo o Ensino Médio com uma base unitária, que atua preparando o aluno para a inserção no mercado de trabalho e amplia as oportunidades de formação cultural (BRASIL, 1999). Diante disso, a organização do currículo do Ensino Médio possui como objetivo “assegurar a integração entre os seus sujeitos, o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura, tendo o trabalho como princípio educativo, processualmente conduzido desde a Educação Infantil” (OLIVEIRA; MACEDO, 2014, p. 117).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, o ensino de Química pelos estudantes:

[...] implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1999, p. 31).

Por sua vez, as Orientações Educacionais Complementares aos PCN complementam isso e determinam que:

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

Dessa maneira, reconhece a necessidade de modificar um ensino de Química mecânico que priorize a memorização de informações e fórmulas, sem integrar os fenômenos com a realidade do educando, propondo que a educação seja efetuada de modo integrado em diferentes contextos. Isso amplia as oportunidades de debate e reflexão sobre importantes implicações no sentido ambiental, social, político e econômico, indispensáveis para o desenvolvimento integral do aluno no Ensino Médio (BRASIL, 2002).

Neste sentido, conforme as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, as competências em Química estão relacionadas com a área de Ciências da Natureza, bem como a Matemática e suas tecnologias, abrangendo três principais domínios, dentre eles: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural (BRASIL, 2002). O Quadro 1 expõe os conteúdos trabalhados nos domínios da representação e comunicação na disciplina de Química:

**Quadro 1** – Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da representação e comunicação

<b>REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Química</b>
<b>Símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia</b>	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e compreender símbolos, códigos e nomenclatura própria da Química e da tecnologia química; por exemplo, interpretar símbolos e termos químicos em rótulos de produtos alimentícios, águas minerais, produtos de limpeza e bulas de medicamentos; ou mencionados em notícias e artigos jornalísticos.</li> <li>• Identificar e relacionar unidades de medida usadas para</li> </ul>

	diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções.
<b>Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia</b>	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e interpretar informações e dados apresentados com diferentes linguagens ou formas de representação, – como símbolos, fórmulas e equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas, equações.</li> <li>• Selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras. Por exemplo, traduzir em gráficos informações de tabelas ou textos sobre índices de poluição atmosférica em diferentes períodos ou locais.</li> </ul>
<b>Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia</b>	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados em diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos em alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens.</li> <li>• Consultar e pesquisar diferentes fontes de informação, como enciclopédias, textos didáticos, manuais, teses, internet, entrevistas a técnicos e especialistas.</li> </ul>
<b>Elaboração de comunicações</b>	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever fenômenos, substâncias, materiais, propriedades e eventos químicos, em linguagem científica, relacionando-os a descrições na linguagem corrente; por exemplo, articulando o significado de idéias como queima com o conceito científico de combustão, dando o significado adequado para expressões como “produto natural”, “sabonete neutro”, ou “alface orgânica”.</li> <li>• Elaborar e sistematizar comunicações descritivas e analíticas pertinentes a eventos químicos, utilizando linguagem científica, por exemplo, relatar visita a uma indústria química, informando sobre seus processos; elaborar relatório de experimento, descrevendo materiais, procedimentos e conclusões; elaborar questões para entrevista a técnico de algum campo da química, apresentar seminários e fazer sínteses.</li> </ul>
<b>Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia</b>	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diante de informações ou problema relacionados à Química, argumentar apresentando razões e justificativas; por exemplo, conhecendo o processo e custo da obtenção do alumínio a partir da eletrólise, posicionar-se sobre as vantagens e limitações da sua reciclagem; em uma discussão sobre o lixo, apresentar argumentos contra ou a favor da incineração ou acumulação em aterro.</li> </ul>

Fonte: Brasil (2002, p. 89-90)

O Quadro 2 expõe os conteúdos trabalhados nos domínios da investigação e compreensão:

**Quadro 2** – Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da investigação e compreensão

<b>INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Química</b>
<b>Estratégias para enfrentamento de situações-problema</b>	
Identificar as informações ou variáveis relevantes em uma situação-problema e elaborar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dada uma situação-problema, envolvendo diferentes dados de natureza química, identificar as informações relevantes para solucioná-la; por exemplo, avaliar a viabilidade de uma fonte de</li> </ul>

possíveis estratégias para equacioná-la ou resolvê-la.	<p>água para consumo, identificando as grandezas e indicadores de qualidade, como pH, concentrações de substâncias e vetores patogênicos; para substituir lenha por carvão vegetal como fonte de energia térmica, consultar os respectivos valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer, propor ou resolver um problema, selecionando procedimentos e estratégias adequados para a sua solução; por exemplo, em pesquisa sobre potabilidade de água, definir critérios de potabilidade, medidas, análises e cálculos necessários.</li> </ul>
<b>Interações, relações e funções; invariantes e transformações</b>	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e compreender fenômenos envolvendo interações e transformações químicas, identificando regularidades e invariantes, por exemplo, reconhecer a conservação no número de átomos de cada substância, assim como a conservação de energia, nas transformações químicas e nas representações das reações.</li> <li>• Compreender que as interações entre matéria e energia, em um certo tempo, resultam em modificações da forma ou natureza da matéria, considerando os aspectos qualitativos e macroscópicos; por exemplo, o desgaste mecânico que modifica a sua forma, ou por outra interação, que modifica a natureza do material; interações do calcário com o calor resultam em modificações na natureza, obtendo-se um novo material, a cal.</li> <li>• Identificar transformações químicas pela percepção de mudanças na natureza dos materiais ou da energia, associando-as a uma dada escala de tempo; por exemplo, identificar que rochas magmáticas, como granito e basalto, se transformam em sedimentares, como areia e argila, ou metamórficas, como mármore e ardósia, em escalas de tempo geológicas; perceber explosões como combustões completas, onde todos os reagentes se transformam em produtos, durante curto tempo, transformando energia em trabalho.</li> </ul>
<b>Medidas, quantificações, grandezas e escalas</b>	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer previsões e estimativas de quantidades ou intervalos esperados para os resultados de medidas; por exemplo, prever relações entre massas, energia ou intervalos de tempo em transformações químicas.</li> <li>• Selecionar e utilizar materiais e equipamentos adequados para fazer medidas, cálculos e realizar experimentos; por exemplo, selecionar material para o preparo de uma solução em função da finalidade; selecionar instrumentos para medidas de massa, temperatura, volume, densidade e concentração.</li> <li>• Compreender e fazer uso apropriado de escalas, ao realizar, medir ou fazer representações. Por exemplo: ler e interpretar escalas em instrumentos como termômetros, balanças e indicadores de pH.</li> </ul>
<b>Modelos explicativos e representativos</b>	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer modelos explicativos de diferentes épocas sobre a natureza dos materiais e suas transformações; por exemplo, identificar os principais modelos de constituição da matéria criados ao longo do desenvolvimento científico.</li> <li>• Elaborar e utilizar modelos macroscópicos e microscópicos para interpretar transformações químicas; por exemplo, elaborar modelos para explicar o fato de a água doce com sabão produzir espuma, e a água salgada, não, ou para compreender o poder corrosivo de ácidos fortes.</li> <li>• Reconhecer, nas limitações de um modelo explicativo, a necessidade de alterá-lo; por exemplo, perceber até onde o</li> </ul>

	<p>modelo de Rutherford foi suficiente e por quais razões precisou dar lugar a outra imagem do átomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar e utilizar modelos científicos que modifiquem as explicações do senso comum; por exemplo, a ideia de que óleo e água não se misturam devido a diferenças de densidade e não por questões de interação entre partículas.</li> </ul>
<b>Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas</b>	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir uma visão sistematizada das diferentes linguagens e campos de estudo da Química, estabelecendo conexões entre seus diferentes temas e conteúdos.</li> <li>• Adquirir uma compreensão do mundo da qual a Química é parte integrante através dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos.</li> <li>• Articular o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema. Por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos em estudos sobre a produção, destino e tratamento de lixo ou sobre a composição, poluição e tratamento das águas com aspectos sociais, econômicos e ambientais.</li> </ul>

Fonte: Brasil (2002, p. 90-91)

O Quadro 3 expõe os conteúdos trabalhados nos domínios da contextualização sociocultural:

**Quadro 3** – Conteúdos trabalhados na competência nos domínios da contextualização sociocultural

<b>CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL</b>	
<b>Na área</b>	<b>Em Química</b>
<b>Ciência e tecnologia na história</b>	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer e compreender a ciência e tecnologia químicas como criação humana, portanto inseridas na história e na sociedade em diferentes épocas; por exemplo, identificar a alquimia, na Idade Média, como visão de mundo típica da época.</li> <li>• Perceber o papel desempenhado pela Química no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história; por exemplo, perceber que a manipulação do ferro e suas ligas, empírica e mítica, tinha a ver, no passado, com o poder do grupo social que a detinha, e que hoje, explicada pela ciência, continua relacionada a aspectos políticos e sociais.</li> </ul>
<b>Ciência e tecnologia na cultura contemporânea</b>	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a presença do conhecimento químico na cultura humana contemporânea, em diferentes âmbitos e setores, como os domésticos, comerciais, artísticos, desde as receitas caseiras para limpeza, propagandas e uso de cosméticos, até em obras literárias, músicas e filmes.</li> <li>• Compreender as formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir; por exemplo, discutir a associação irrefletida de “produtos químicos” com algo sempre nocivo ao ambiente ou à saúde.</li> <li>• Promover e interagir com eventos e equipamentos culturais, voltados à difusão da ciência, como museus, exposições científicas, peças de teatro, programas de tevê.</li> </ul>
<b>Ciência e tecnologia na atualidade</b>	

<p>Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer o papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola; por exemplo, na fabricação de alimentos, corantes, medicamentos e novos materiais.</li> <li>• Reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente, por exemplo, o uso de CFC – cloro-flúor-carbono –, de inseticidas e agrotóxicos, de aditivos nos alimentos, os tratamentos de água e de lixo, a emissão de poluentes que aumentam o efeito estufa na atmosfera.</li> <li>• Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema; por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, combustíveis e plásticos, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais.</li> </ul>
<b>Ciência e tecnologia, ética e cidadania</b>	
<p>Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer as responsabilidades sociais decorrentes da aquisição de conhecimento na defesa da qualidade de vida e dos direitos do consumidor; por exemplo, para notificar órgãos responsáveis diante de ações como destinações impróprias de lixo ou de produtos tóxicos, fraudes em produtos alimentícios ou em suas embalagens.</li> <li>• Compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos.</li> </ul>

**Fonte:** Brasil (2002, p. 91-92)

A Lei nº 9.394/96, mais conhecida por Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), é responsável por fixar as normativas voltadas para a prática educativa, englobando as orientações de qualificação dos profissionais docentes de acordo com os níveis da Educação Escolar. Segundo esta Lei, a formação dos professores deve atender os níveis e etapas da Educação. Os Níveis são divididos em: Educação Básica, composta pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio; e Educação Superior. Além destes níveis regulares, é possível identificar a modalidade da Educação de Jovens e Adultos, Educação Profissional, Educação Especial e Educação Indígena (BRASIL, 1996).

Em 2013, através da Lei de nº 12.796 foi determinado que para atuar na Educação Básica, os profissionais docentes deveriam ser formados em nível superior, “em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação” (BRASIL, 2013), conforme consta no artigo 62 da LDB. Este mesmo artigo, cita que o Estado deverá promover a formação inicial, continuada e qualificação dos docentes ingressantes no magistério, podendo esta



ser praticada em cursos à distância, porém dando preferência ao ensino presencial, conforme estipulado pela Lei nº 12.056/2009 (BRASIL, 2009).

Cabe ressaltar que o debate sobre a formação de professores ganhou especial importância, pois as habilidades dos professores são cada vez mais identificadas como decisivas para o desempenho escolar dos alunos. Ensinar é um trabalho intelectual complexo e exigente, que não pode ser realizado sem a preparação adequada. A formação de professores não apenas garante que estes profissionais permaneçam competentes, mas também assegura que os mesmos se mantenham motivados ao longo do tempo. A motivação do professor também é fruto de uma instituição bem gerida, que disponibiliza recursos didáticos importantes para facilitar o ensino (LIMA, 2012).

Segundo a BNCC, os pilares da educação midiática são parte integral do desenvolvimento do aluno na era digital. Para que esses estudantes possam se tornar proficientes nessa área do conhecimento, da mesma maneira que aprendem conceitos de Língua Portuguesa, Matemática, Química, Física, História entre outras disciplinas, o professor precisa se apropriar do processo de Educação Midiática, que busca desenvolver nos estudantes as habilidades necessárias para acessar, analisar, criar e participar de maneira crítica do ambiente informacional e midiático, apresentando como objetivo, a formar cidadãos com criticidade, aptos a consumir, analisar e produzir conteúdo e informação na era digital (BRASIL, 2018).

Vygotsky (2003, p. 79) afirma que “o professor desempenha um papel ativo no processo de educação: modelar, cortar, dividir e entalhar os elementos do meio para que estes realizem o objetivo buscado”. A qualidade de ensino depende diretamente do nível de formação desses profissionais, tendo como base fundamental a reflexão dos próprios sujeitos em relação a sua prática docente, contribuindo na constante autoavaliação, indispensável para a qualificação de seu trabalho. O exercício da profissão de docente envolve, sobretudo, a consolidação do processo de tornar-se professor, cuja formação efetiva é influenciada pelos aprendizados obtidos e construção de princípios que atuam na capacitação e qualificação.

Entende-se que o professor precisa estar preparado desde o início de sua fase acadêmica para conseguir enfrentar as dificuldades do ensino, tornando responsável por planificar, gerir e avaliar seus alunos. Para Libâneo (2004, p. 29) “o

educador nunca estará definitivamente ‘pronto’, formado, pois que a sua preparação, a sua maturação se faz no dia-a-dia, na meditação teórica sobre a sua prática”. O autor enfatiza que a formação contínua não é um processo homogêneo, pois é repleto de diferentes concepções e perspectivas, já que não depende apenas das experiências adquiridas no campo formal, mas também do campo informal.

Há que se considerar que para assegurar com que verdadeiras oportunidades de formação continuada sejam ofertadas aos docentes, a LDB deve se embasar não apenas no caráter formal que abrange a formação intelectual e necessidades coletivas do ambiente educativo, mas também atender o eixo informal, onde as aprendizagens dos educadores devem ser obtidas por meio do contato e interiorização de conhecimentos e comportamentos.

O professor deve instigar o estudante a ter gosto e vontade de aprender e de abraçar o conhecimento. Para que a aprendizagem ocorra de forma satisfatória o educador precisa saber e conhecer sobre a realidade dos educandos onde está executando sua prática, para que assim o educador seja um agente transformador capaz de atuar na construção ou reconstrução necessárias que favoreçam o crescimento de ambos (LOPES, 2009).

É essencial haver a produção de saberes participada, onde o professor sob orientação da equipe pedagógica será capaz de assumir o processo educativo de forma interativa e dinâmica. O docente poderá então trocar experiências com seus alunos e partilhar conhecimentos suficientes para desenvolver ambientes de desenvolvimento mútuo. É função do docente reformular suas atividades sempre que necessário e identificar possíveis melhorias e alterações pertinentes, visando obter o desenvolvimento integral dos educandos (LIBÂNEO, 2004).

Portanto, convém afirmar que quando os mesmos conseguem assegurar um processo de qualificação continuado “podem mais seguramente desenvolver uma reflexão diante da sua prática pedagógica, analisando todos os pontos ocorridos durante a execução de sua aula, repensando pontos positivos e negativos apresentados durante esse período” (MILEO; KOGUT, 2009, p. 4944).

Carabetta Júnior (2010) afirma que partindo de uma abordagem crítico reflexiva, a formação docente se encontra orientada em determinados aspectos centrais, como: produção da vida do professor: referente a valorização de seu caminho profissional adquirido com a obtenção do conhecimento individual,

abrangendo ainda as experiências vivenciadas no ambiente educativo, fundamentais para a melhoria contínua das práticas pedagógicas; produção da profissão docente: associada com o conhecimento científico e específico adquirido nas relações profissionais durante sua atuação como docente; e produção da escola: envolvendo a legitimação da formação e trabalho docente, sendo reconhecida como elemento essencial, foco de estudo, para a formação contínua.

A formação dos educadores não se constrói através da mera acumulação de informações, porém através da avaliação crítica sobre as ações de reconstrução contínua de uma identidade pessoal. A partir daí entende-se a relevância da qualificação para o professor e sua vida profissional (ROSA, 2004).

As ações de formação continuada permitem que estes profissionais repensem em suas atitudes e comportamentos como educadores, se tornando reflexivos, sendo possível reformular as atividades em sala de aula, identificando os pontos positivos e negativos. Com isso, há a melhoria do ensino devido ao aumento da efetividade dos exercícios e atividades disseminadas no ambiente escolar (ROSA, 2004).

Sabe-se que o aprendizado a partir de novas metodologias precisa que as estratégias de ensino sejam produtivas e capazes de despertar a atenção dos alunos para o que está sendo transmitido em sala de aula. Cita-se ainda que o comportamento do professor e seu potencial em construir vínculos duradouros com os alunos interferem notoriamente no processo de ensino e aprendizagem. Com isso, reconhece-se que os desafios e perspectivas da implementação de novas metodologias associam-se com estas questões. A aprendizagem significativa está voltada para o desenvolvimento da vontade de aprender dos alunos, porém isto não depende apenas de suas vontades próprias, mas também de inúmeras ações didáticas que permitam condições favoráveis e agradáveis de obter o conhecimento no ambiente educacional.

No processo educacional direcionado aos alunos, a responsabilidade pela aprendizagem bem-sucedida é dividida entre o professor e os alunos. Tanto o professor quanto os alunos precisam compreender sua própria parte do ônus da responsabilidade. O professor deve estar ciente de que, independentemente do fato de ter investido muito esforço em fornecer aos alunos um conhecimento de

qualidade, eles não necessariamente adquirirão o conhecimento oferecido, uma vez que condições apropriadas devem primeiro ser criadas para isso (SCHÖN, 1992).

De acordo com Vygotsky (2003) os relacionamentos afetivos voltados ao ambiente pedagógico dependem da postura do professor perante seus alunos, e sua existência é imprescindível para que o profissional possa conhecer melhor seus educandos e questionar suas atitudes perante aqueles a quem ensina. Os princípios humanos permitem que prevaleçam as ações transformadoras, capazes de valorizar o relacionamento afetivo entre professor e aluno, considerando que esta relação é a base para o desenvolvimento cognitivo e psíquico do ser humano.

É nesta perspectiva que, por um lado, as práticas educativas positivas possibilitam o monitoramento a partir do uso adequado da atenção, bem como da distribuição de privilégios, além do incentivo à adoção da moralidade na concepção comportamental, propiciando maiores oportunidades para o desenvolvimento de valores, princípios e responsabilidades. Por outro lado, as ações educativas, que prejudicam o comportamento humano, abrangem a negligência, falta de atenção, afeto e disciplina, estabelecendo um desequilíbrio entre regras determinadas e punição inconsistente (VYGOTSKY, 2003). A responsabilidade de um professor no processo educacional inclui experiência em suas próprias abordagens de ensino, bem como em seu estilo educacional (LAVRIC, 2012).

O processo de ensino deve incluir a capacidade do professor de refletir, explorar e expressar seu próprio trabalho. Juntamente com a necessidade de autoavaliação, que permite aos professores melhorar sua atuação. Segundo Carabetta Júnior (2010):

A reflexão, como a capacidade de se voltar sobre si mesmo, sobre as construções sociais, sobre as intenções, representações e estratégias de intervenção, supõe a inevitabilidade de utilizar o conhecimento à medida que vai sendo produzido, para enriquecer e modificar a realidade e suas representações, as próprias intenções e o próprio processo de conhecer. [...] a reflexividade propicia e valoriza a construção pessoal do conhecimento, possibilitando novas formas de apreender, de compreender, de atuar e de resolver problemas, permitindo que se adquira maior consciência e controle sobre o que se faz (CARABETTA JÚNIOR, 2010, p. 581).

A prática reflexiva de ensino, um termo intimamente relacionado ao contexto pedagógico, tem sido importante para promover o desenvolvimento do ensino e aprendizagem pelos professores do Ensino Médio.

Dewey (1933), filósofo e educador americano, propôs três atitudes reflexivas que deveriam ser incorporadas pelo professor de qualidade. Ele argumenta que, por ser considerado um professor reflexivo, a primeira virtude que deve possuir é a mente aberta, sendo capaz de resolver os problemas de maneiras novas e diferentes. O profissional também está aberto a novas ideias e pensamentos que vêm de outras pessoas, aceitando ouvir e receber opiniões de outras pessoas. Além disso, como ouvinte ativo, o professor reflexivo deve aceitar críticas contrárias e admitir que sua crença anteriormente mantida pode de fato estar errada.

A segunda atitude é a sinceridade, exigindo que o professor reflexivo esteja totalmente envolvido em um assunto ou causa, demonstrando entusiasmo em uma enxurrada de ideias e pensamentos. Além disso, deve ser capaz de manter o interesse e o desejo de conhecer. Por fim, a terceira diz respeito a responsabilidade. Esse estado de refletividade é marcado pela necessidade de considerar as consequências das ações do professor, sendo indispensável aumentar a curiosidade pelo conteúdo que está sendo aprendido. Torna-se essencial ainda manter um traço moral que é importante como recurso intelectual (DEWEY, 1933).

Dewey (1933) diferencia duas ações do professor: a ação rotineira e a ação reflexiva. A ação rotineira é guiada por autoridade, impulso e tradição. Com esse tipo de ação, há definições predefinidas e tomadas como certas da realidade em que ninguém no sistema pensa em procurar como uma alternativa. A ação reflexiva é a consideração ativa, persistente e cuidadosa de qualquer crença ou suposta forma de conhecimento à luz dos fundamentos que a sustentam, bem como outras tendências que explicam a mesma.

Isto condiz com a associação realizada por Brookfield (1995) entre se envolver em ações reflexivas e ter uma paixão inerente ao ensino, além do desejo de questionar e mudar a realidade. Colocar isso na prática não pode ser possível mantendo intenções sinceras e assumindo que os alunos estão sendo beneficiados com o ensino conforme o objetivo do docente. O autor chama esse tipo de ensino de "ensinar inocentemente", o que resulta em um sentimento de culpa, uma vez que as ações do professor não funcionam como deveriam. Brookfield (1995) sugere a reflexão crítica como uma alternativa a esse círculo de inocência e culpa. A reflexão crítica é ver a prática de ensino a partir de novas visões e lentes distintas.

Conforme Pelizzari et al. (2002, p. 43):

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva.

Assim, cada aluno conseguirá realizar uma filtragem dos conteúdos e das informações relevantes e significativas para si próprio. A partir deste objetivo, o aluno obterá a aprendizagem escolar, passando a assimilar melhor os conceitos científicos, sendo possível organizar as inúmeras áreas do conhecimento que deseja compreender (PELIZZARI et al., 2002).

A educação é devidamente desenvolvida através de objetivos de aprendizagem significativos, onde o processo de ensino aprendizagem é praticado a partir da mudança de comportamentos, estratégias e condutas pedagógicas, atendendo as necessidades de formação integral do aluno. Na área de Química, esse tipo de ação visa o resultado de um processo de planejamento ligado a escolha de conteúdo, procedimentos, atividades, recursos físicos, humanos e intelectuais, estratégias, instrumentos para avaliação, metodologia, enfim, tudo que está ligado ao processo de educação por um período determinado (LIMA, 2012).

O desenvolvimento de um modelo de ensino e aprendizagem centrado no aluno, organizado por eixos temáticos e interdisciplinares, é o desencadeador de uma série de outras seguidas situações que proporcionarão o debate, a discussão, sendo dinâmico e articulado com as diferentes categorias de conhecimento que se deseja adquirir em um determinado módulo ou ciclo, no qual o professor aparece como mediador e colaborador desse processo de construção de conhecimento.

Historicamente, os estudos a respeito do ensino de Ciências Naturais como a Química no âmbito educacional e a necessidade de desenvolver propostas educacionais mais democráticas foram praticados de maneira notória a partir da década de 1980, onde os profissionais da área começaram a questionar a qualidade do ensino brasileiro e a importância de buscar novas metodologias educacionais para assegurar a aprendizagem significativa. Dessa maneira, era possível observar uma intensa influência racionalista no ensino de Química, visto que a aprendizagem desta disciplina era objetivada através de princípios conceituais e inteiramente

racionais, cuja lógica poderia ser identificada nas inúmeras visões justificáveis e demonstráveis (OLIVEIRA, 2017).

A mudança no ensino de Química no âmbito educacional era necessária, já que o aprendizado significativo precisava ser alcançado através das metodologias científicas juntamente com os aspectos emocionais e afetivos dos educandos, adotando um comportamento educacional voltado para a formação integral dos mesmos. Cita-se que o conhecimento químico:

[...] centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados. Assim, em consonância com a própria história do desenvolvimento desta ciência, a Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos (BRASIL, 2002, p. 87).

Com isso, observou-se a inovação das estratégias didáticas no ensino de Química em decorrência do potencial do aluno em sanar suas dúvidas a respeito das conquistas científicas e tecnológicas, havendo o debate acerca das propostas pedagógicas, juntamente com a inserção de novas ações educacionais que visassem à formação integral do indivíduo (OLIVEIRA, 2017).

Na visão de Oliveira e Macedo (2014), os DCNEM e os PCN são reconhecidos como importantes documentos para estabelecer as competências e componentes curriculares obrigatórios no ensino de Química, integrando as áreas de conhecimento. Os autores enfatizam que:

Estes documentos buscam de forma não muito objetiva, mas com características fundamentalmente sociológicas, explicitar as habilidades básicas e as competências específicas que se espera desenvolver com os alunos em Biologia, Física, Química e Matemática nesse nível escolar, em decorrência do aprendizado dessas disciplinas e das tecnologias a elas relacionadas. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio não apresentam uma fórmula para a contextualização, porém descreve sua forma de apresentação e planejamento (OLIVEIRA; MACEDO, 2014, p. 116).

Esses documentos consideram que a contextualização dos conteúdos no ensino de Química não pode ocorrer de maneira engessada, devendo priorizar métodos e estratégias dinâmicas para promover a significativa aquisição do

conhecimento pelos educandos. O conhecimento não é relatado como algo isolado, mas como fruto da interdisciplinaridade entre todas as áreas do saber científico, devendo ser explorado pelos professores em função dos conceitos químicos e sua importância para a sociedade.

Segundo Passos et al. (2019) o ensino de Química, embora tenha sofrido alterações importantes ao longo da história e em função das mudanças das propostas pedagógicas para o Ensino Médio, ainda continua sendo pouco motivador em grande parte das escolas. As aulas focam apenas na transmissão das informações de forma cansativa e sem sentido, onde os alunos priorizam a memorização das fórmulas e conceitos, a fim de obter a nota almejada nas avaliações. Com isso, o conhecimento não permanece relacionado ao seu cotidiano e não se torna significativo.

Serbim e Santos (2021) afirmam que os livros didáticos de Química focados no Ensino Médio disponibilizam conteúdos extremamente quantitativos, especialmente quanto abordam as soluções químicas, prejudicando o entendimento e conseqüentemente, a integração com outras áreas, necessitando que os professores elaborem novas estratégias para melhorar e diversificar as aulas.

Ferraz e Belhot (2010) destacam que alguns educadores se esquecem da necessidade de promover a construção abstrata dos conteúdos, considerando estímulos de desenvolvimento mais simples, porém mais elaborados e que realmente estejam de acordo com as estratégias de indução relacionado a algo concreto, de acordo com a realidade. Pelo simples fato de existir essa necessidade relacionada aos objetivos tanto de ensino como de aprendizagem, muitas teorias foram criadas ao longo da história, possibilitando que o docente obtenha instrumentos que realmente sejam de grande eficiência para o processo de aprendizagem, através de objetivos instrucionais, que estão ligados a aquisição de conhecimento e de competências que sejam adequadas para o perfil de cada profissional, buscando verificar estratégias, métodos e delimitação de conteúdo, através de uma aprendizagem prolongada.

Conforme relata Lima (2012, p. 97):

Poucas escolas do Ensino Médio ministram aulas de Química enfatizando a parte prática, apesar de se constituir numa ciência essencialmente experimental. O baixo rendimento dos alunos de Química nesse nível de ensino em todo o país é um fato e não há quem desconheça isto. As causas



frequentemente apontadas como responsáveis por esta situação desconfortável e aflitiva são atribuídas ao preparo profissional deficiente, à falta de oportunidade para o professor se atualizar, aos salários baixos e à deficiência das condições materiais na maioria das escolas.

O autor expõe ainda que para reverter este quadro é preciso que o ensino de Química seja praticado de modo motivador e dinâmico, conduzindo o estudante à construção do próprio saber, uma vez que grande parte das aulas ocorrem a partir de questionamentos pré-concebidos, onde são apresentadas respostas acabadas, sem priorizar a reflexão crítica. É preciso ressignificar o objetivo da disciplina no âmbito educativo, permitindo que o aluno entenda seu valor para a ciência e conhecimento da realidade. Assim:

Qualquer que seja a concepção metodológica a ser seguida, os saberes desenvolvidos no ensino de Química devem ser fundamentados em estratégias que estimulem a curiosidade e a criatividade dos estudantes, despertando sua sensibilidade para a inventividade e compreendendo que esta ciência e seus conhecimentos permeiam a sua vida, estando presentes nos fenômenos mais simples do seu cotidiano (LIMA, 2012, p. 99).

Kafer e Marchi (2015) descrevem que os estudantes do Ensino Médio enfrentam inúmeros desafios no ensino de Química, que é frequentemente praticado através de métodos empíricos sem promover o questionamento dos fenômenos estudados. Além de não compreender os verdadeiros motivos se estudarem esses fenômenos, os alunos não entendem quais as contribuições que os conceitos podem acarretar para o seu cotidiano. As simbologias e os cálculos são expostos de forma repetitiva, sem estratégias diversificadas e ferramentas auxiliares, prejudicando o entendimento do conteúdo.

Passos et al. (2019, p. 05) afirmam que:

Considerando que a Química participa do desenvolvimento científico tecnológico da sociedade, o aprendizado desta disciplina pelos alunos do Ensino Médio precisa acontecer, de forma que estes consigam compreender as transformações químicas que ocorrem à nossa volta, podendo assim julgar com fundamentos as informações advindas de diversas fontes, principalmente a escola, tornando-se indivíduos e cidadãos capazes de tomar decisões autonomamente.

Diante disso, espera-se que o ensino de Química ocorra a partir de novas metodologias que instigam os alunos a explorarem os conceitos químicos, inserindo-os em seu contexto social e cultural, tornando as aulas cada vez mais atraentes.

## 1.2 INSERÇÃO DAS TICs NA EDUCAÇÃO

A educação é um processo que busca alcançar a transformação dos aprendizes, o seu papel é defender a formação moral e intelectual a partir de mudanças efetivas de conceitos e paradigmas vivenciados pela sociedade atual. Neste cenário, a inovação surge como um instrumento essencial para que novas capacidades sejam adquiridas, problemas sejam solucionados, necessidades atendidas e ferramentas tecnológicas implementadas, de acordo com o contexto atual. Por este prisma, a inovação promove o pensamento e a reflexão sobre algo que precisa ser melhorado, possibilitando o desenvolvimento da criatividade e de ideias novas (ARAÚJO, 2007).

A inovação pode ser conceituada como sendo o processo multidimensional responsável por garantir oportunidades para se obter uma transformação significativa no ambiente social, utilizada para melhorar e otimizar os sistemas educacionais. No campo educacional, a inovação surge como um instrumento para possibilitar aos educandos maior plenitude e autonomia durante o aprendizado, atuando ainda na regulação social e pedagógica, demonstrando novos caminhos a serem seguidos em sala de aula (MESSINA, 2001).

Ao avaliar a relação entre gestão escolar e inovação, Coelho e Unglaub (2012) identificam alguns elementos, componentes e processos representativos que aumentam a probabilidade de se alcançar resultados significativos no processo de inovação educativa, conforme apresentado no Quadro 4.

**Quadro 4** – Premissas da inovação educativa

<b>ELEMENTOS</b>	<b>PREMISSAS DA INOVAÇÃO EDUCATIVA</b>
PRÁTICA INDIVIDUAL E COLETIVA	A mudança e a inovação são experiências pessoais que adquirem um significado particular na prática, já que devem atender tanto a interesses coletivos quanto aos individuais.
INTERDISCIPLINARIDADE	A inovação permite estabelecer relações significativas entre diferentes saberes, de maneira progressiva, para ir adquirindo uma perspectiva mais elaborada e complexa da realidade.
PARTICIPAÇÃO	A inovação procura converter as escolas em lugares mais democráticos, atrativos e estimulantes.
REFLEXÃO	A inovação procura estimular a reflexão teórica sobre

	as vivências, experiências e interações da classe.
TEORIA/PRÁTICA	A inovação rompe com a clássica cisão entre concepção e execução, uma divisão própria do mundo do trabalho e muito arraigada na escola mediante o saber do especialista e o “não-saber” dos professores, simples aplicadores das propostas e receitas que lhe são ditadas.
AUTONOMIA	A inovação amplia o âmbito da autonomia pedagógica – certamente socioeconômica – das escolas e do professorado.
MUDANÇA	A inovação apela a razões e fins da educação e a sua contínua reformulação em função dos contextos específicos e mutáveis
INTERAÇÃO	A inovação nunca é empreendida a partir do isolamento e do saudosismo, mas a partir do intercâmbio e da cooperação permanente como fonte de contraste e enriquecimento.
SIMPLICIDADE	A inovação procura traduzir ideias na prática cotidiana, mas sem esquecer-se nunca da teoria, conceitos indissociáveis.
BUSCA DO NOVO	A inovação faz com que aflorem desejos, inquietações e interesses ocultos – ou que habitualmente passam despercebidos – nos alunos.
CONHECIMENTO	A inovação facilita a aquisição do conhecimento, mas também a compreensão daquilo que dá sentido ao conhecimento.
CONFLITO	A inovação é conflituosa e gera um foco de agitação intelectual permanente.
EDUCAÇÃO	Na inovação não há instrução sem educação, algo que, talvez por ser óbvio e essencial, se esquece com muita frequência.

**Fonte:** Coelho e Unglaub (2012, p. 04-05).

Com base no Quadro 4, entende-se que a inovação educativa tem o intuito de otimizar a aprendizagem dos alunos, melhorando efetivamente o ambiente de interação não somente em sala de aula, mas na instituição escolar como um todo, incentivando mudanças inovadoras capazes de transformar o ambiente pedagógico e todos os indivíduos que fazem parte dele. Com isso, a inovação educativa prioriza também o uso das TICs em sala de aula, promovendo o amplo entendimento e formação integral do aprendiz.

As instituições buscam definir claramente os tipos de materiais, equipamentos e metodologias que serão utilizadas, envolvendo a mídia impressa, vídeos, uso de softwares específicos, áudios e outros instrumentos que permitem o desenvolvimento de aulas interativas e que atendam as características de cada conteúdo a ser trabalhado e sua adequada contextualização (KENSKI, 2012).

Segundo Lobo e Maia (2015, p. 18) as TICs proporcionaram ao ensino, avanços significativos “com metodologias empregadas para se fazer ensino, nas diferentes formas de materialização do currículo, de aquisição ou de acesso às

informações para a efetivação da aprendizagem”. No entanto, isto pode ser considerado um desafio crescente para as instituições, devido ao avanço e desenvolvimento tecnológico global, que exige o investimento em tecnologia, a fim de assegurar uma mediação pedagógica precisa e de acordo com as necessidades dos professores e alunos.

As TICs são consideradas ferramentas indispensáveis, pois permitem a otimização da prática educativa, possibilitando aos educandos maiores oportunidades para exercerem seu senso crítico, reflexivo e construtivo do conhecimento. Para Moran (2007, p. 53):

As tecnologias são uma parte de um processo muito mais rico e complexo que é gostar de aprender e de ajudar outros que aprendam numa sociedade em profunda transformação. Quanto mais tecnologias avançadas, mais a educação precisa de pessoas humanas, envolvidas, competentes, éticas. São muitas informações, visões, novidades. A sociedade torna-se cada vez mais complexa, pluralista e exige pessoas abertas, criativas, inovadoras, confiáveis. O que faz a diferença no avanço dos países é a qualificação das pessoas. Encontraremos na educação novos caminhos de integração do humano e do tecnológico; do racional, sensorial, emocional e ético; do presencial e do virtual; da escola, do trabalho e da vida em todas as suas dimensões.

O referido autor afirma ainda que as tecnologias podem ser utilizadas em contextos educacionais diferentes. Algumas instituições visam apenas à redução de custos e ganho de escala, fortalecendo os aspectos lucrativos, porém, muitas escolas estão fazendo uso de novas tecnologias para viabilizar o ensino para todos, seguindo modelos e propostas focadas na aprendizagem e nas necessidades do aluno (KENSKI, 2012).

A elevada gama de recursos tecnológicos e de mídia permite alunos em contato com textos digitais, imagens, animações, sons e vídeos, que apoiam as aulas e demais atividades individuais. Os alunos passam a se inserir em um processo colaborativo que melhora o ensino e aprendizagem tradicional, sendo constantemente incentivados a participar de debates produtivos e trocas intelectuais essenciais para o aumento do desempenho escolar (SILVA, 2015).

Para Cardoso, Almeida e Silveira (2021, p. 98):

[...] a inserção de atividades e práticas pedagógicas que contemplem o uso das TIC tornam-se importantes aliados num processo de resignificação do ensino e aprendizagem tradicional, pois através dessas mudanças, a construção do conhecimento passa a ganhar um caráter mais reflexivo e

consciente. No trabalho com essas tecnologias inseridas no ambiente escolar, o aluno desenvolve autonomia, criticidade e capacidade para ir em busca de suas próprias conquistas. Assim, podemos nos deparar com um sujeito mais independente e dono de si. Aliar a tecnologia, metodologias e práticas em prol da construção de uma educação inovadora seria, de fato, trabalhar uma visão de ensino e aprendizagem com inúmeras possibilidades na produção de saberes.

O uso de tecnologias no ambiente educativo deve ser capaz de estimular o desenvolvimento humano, proporcionando a formação do senso reflexivo, crítico e autônomo pelos aprendizes. A partir das TICs, os docentes conseguem desenvolver novas formas de ensinar e aprender, integrando-as com os conteúdos curriculares e temas transversais, assegurando uma participação mais efetiva dos alunos com necessidades especiais (BRIZOLA; ALONSO, 2017).

A relação ideal entre professor e aluno depende da participação e comprometimento mútuo, onde o processo de ensino aprendizagem deve ser praticado com base em uma concepção transformada do saber científico e pedagógico. Dessa maneira, devem existir ações articuladas com o diálogo e com diretrizes acadêmicas que sejam capazes de produzir reflexões sobre as disciplinas e as informações que serão integradas para dar origem ao conhecimento. Com isso, o sujeito poderá se beneficiar da educação propriamente dita, a fim de contribuir com seu desenvolvimento pessoal e profissional (TRINDADE, 2014).

Considerando que a educação visa à reconstrução de diferentes saberes, é possível afirmar que um ambiente de aprendizado virtual também deve estar focado no desenvolvimento de propostas pedagógicas que atendam às necessidades dos alunos, e que também façam uso de tecnologias que otimizem a comunicação e a informação entre alunos e professores. Para Moran (2003, p.41) “com a educação online os papéis do professor se multiplicam, diferenciam-se e completam-se, exigindo uma grande capacidade de adaptação à criatividade diante de novas situações”.

Diante deste cenário, o papel dos educadores é determinado pelas propostas pedagógicas e pelos projetos educacionais praticados pela instituição de ensino, permitindo com que o docente assuma uma postura de mediador do conhecimento, sendo também o agente disseminador do conhecimento científico que deverá ser adquirido pelo aluno (KENSKI, 2012). É indispensável que o educador possua:

[...] domínio técnico-científico-social em relação à área de atuação e ser capaz de trabalhar colaborativamente com os atores envolvidos no processo. A interação do aluno com o professor busca promover a construção de comunidades, valorizando as experiências prévias e o conhecimento construído, por meio de feedback estruturado e de questionamentos construtivos. Como mediador, o professor atua como intérprete do curso junto ao aluno, esclarecendo dúvidas, estimulando-o a prosseguir e ao mesmo tempo participando da avaliação da aprendizagem, possuindo uma prática política educativa, formativa e mediada (MARTINS et al, 2006, p. 341)

As experiências pedagógicas não englobam apenas o processo metodológico em si, mas todas as ações que orientam e organizam as metas educativas cuja função é alcançar objetivos de aprendizado. A qualidade do trabalho pedagógico se encontra associada com a congruência que une os elementos: concepção, conhecimentos científicos e pedagógicos (KENSKI, 2012).

A partir das ferramentas tecnológicas, os docentes conseguem desenvolver novas formas de ensinar e aprender, integrando-as com os conteúdos curriculares e temas transversais, assegurando uma participação mais efetiva dos alunos. Os recursos digitais propiciam a inovação do processo de ensino e aprendizagem, exigindo dos professores uma formação adequada para atender as necessidades dos alunos (FREITAS, 2014).

A formação de professores que prioriza a inserção efetiva do aluno em sala de aula atualmente deve focar a nova realidade e o desenvolvimento de políticas públicas que apoiem um ensino contextualizado e dinâmico. Voltado para a implementação das TICs no ambiente educativo, os professores precisam estar engajados em programas de pós-graduação e especialização que visam melhorar seus potenciais e fomentar capacidades essenciais para uma prática pedagógica mais reflexiva e produtiva. Por outro lado, embora a realidade demonstre a importância do professor apoiador das TICs necessitar de especialização, é possível observar a fragilidade das ações destinadas a formação deste profissional em razão dos interesses econômicos e políticos (ZAIIONZ; MOREIRA, 2016).

Esta problemática impõe diferentes desafios para que a atuação dos docentes seja melhorada, principalmente quando abrange a elaboração de estratégias de ensino que façam uso das TICs, tornando a sala de aula um ambiente mais interessante e propício para o aprendizado. Cabe citar que a relação entre formação do docente e o uso de novas tecnologias no currículo expõe a importância de se

realizar a mediação sistemática dos processos educativos, entendendo a melhor forma de implementar as TICs em sala de aula (ZAIÖNZ; MOREIRA, 2016).

### 1.3 METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas são reconhecidas como métodos eficazes para desenvolver atividades independentes para os alunos com o objetivo de formar várias competências educacionais e profissionais. Com isso, busca-se neste tópico abordar sobre as principais metodologias ativas no campo educativo como aprendizagem baseada em problemas, trabalho em grupo, sala de aula invertida, aprendizagem experimental e a *peer instruction* (aprendizagem por pares).

Cole et al. (1991) afirmam que o desenvolvimento cognitivo depende do afetivo, relatando ainda que a consciência do aluno permite que o mesmo interaja com o universo social, que é quando os indivíduos descobrem novos conceitos. A linguagem está ligada com o nível de interação existente entre os elementos cognitivos e afetivos, considerando que ambos podem ser avaliados em sala de aula. A Educação contribui na satisfação das necessidades cognitivas e afetivas, sendo considerada o mais importante mecanismo de trabalho do ponto de vista físico, psíquico e emocional, oferecendo princípios para o fortalecimento do pessoal e social.

Para Vygotsky (2003), o ambiente escolar é um elemento composto por recursos físicos e humanos que oferecem possibilidades de atividades físicas voltadas para o aprendizado de conteúdos importantes para o crescimento individual e coletivo. Este ambiente também é constituído pelas relações sociais, onde a colaboração e a cooperação influenciam na socialização. Este ambiente pode ser uma fonte de inspiração para a formação do sujeito desde a infância e adolescência, permitindo que o mesmo possa se divertir, conhecer e compreender a necessidade de seguir normas disciplinares, sem haver qualquer tipo de pressão, ameaça e punição, o que pode acarretar danos irreversíveis à vida dos alunos (COLE et al., 1991).

Na aprendizagem ativa, o aluno atua como o sujeito principal do processo de educação, promove-se o autoestudo e se incentiva a atividade cognitiva. Baseia-se em tarefas criativas e no diálogo do professor com os alunos, incentivando o pensamento criativo. As novas tecnologias colocam a educação em um novo patamar e as organizações educacionais no papel de centros de inovação. As TICs mudam tanto a filosofia quanto a metodologia da educação, fazendo com que as estratégias de ensino se baseiem em um modelo não linear, onde a relação entre professor e aluno ganha destaque na organização do processo e as estruturas organizacionais tornam-se ferramentas auxiliares para o aprendizado (MORAN, 2017).

Atualmente, observa-se que a Educação é beneficiada por recursos e ferramentas para a obtenção da informação e construção do conhecimento de maneira significativa. Um desses recursos é a utilização de ambientes ativos e interativos, onde o professor atribui atividades complementares para a compreensão dos conceitos teóricos vistos. Mas há momentos em que o aluno não entende o material pela forma como ele é apresentado, sendo necessário ter mais opções para facilitar a compreensão do conteúdo por meio de diferentes formas que podem ser mais atrativas, conseguindo uma participação mais ativa do aluno e uma afinidade que leva a um melhor aprendizado (BRIZOLA; ALONSO, 2017).

Segundo Ahlert, Wildner e Padilha (2017), métodos inovadores são metodologias que se baseiam na investigação contemporânea e nas tecnologias de informação que melhoram a qualidade da formação dos alunos e desenvolvem a sua criatividade e independência na tomada de decisões. Assim, reconhece-se que Metodologia Ativa é um “processo amplo e possui como principal característica a inserção do aluno/estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem, comprometendo-se com seu aprendizado” (AHLERT; WILDNER; PADILHA, 2017, p. 09).

Moran (2020, p. 41) conceitua Metodologias Ativas como:

[...] estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. A junção de metodologias ativas com modelos flexíveis e híbridos traz contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os aprendizes de hoje.



Essas metodologias priorizam a flexibilidade, a interligação dos conteúdos programáticos e a prática híbrida de aprendizado, propiciando combinações eficientes que ampliam as oportunidades para a aquisição do saber. Ahlert, Wildner e Padilha (2017) afirmam ainda que as metodologias ativas de ensino consideram o aluno como o centro do processo, sendo o professor o agente mediador e facilitador da aquisição do conhecimento, conforme apresentado na Figura 2.



**Figura 2** – Características das metodologias ativas de ensino

**Fonte:** Ahlert, Wildner e Padilha (2017, p. 10)

Neste contexto, sabe-se que os alunos precisam de atividades que estimulem o interesse por determinado assunto e os engajem no processo de aprendizagem, sendo necessário que essas atividades estejam de acordo com a natureza do comportamento que usam para aprender. Portanto, as atividades devem abranger um amplo espectro de acordo com os diferentes estilos de aprendizagem para que a informação seja entendida por todos, visto que cada aluno aprende em seu próprio ritmo e forma (FERRER; KIRSCHNING, 2014).

### 1.3.1 Aprendizagem baseada em problemas

A aprendizagem baseada em problemas é definida como um paradigma de aprendizagem construtivista onde pequenos grupos de alunos, se envolvem em aprendizagem cooperativa e resolução colaborativa para resolver problemas em projetos complexos e autênticos. A análise desses problemas busca resultados de aprendizagem especificados que estejam de acordo com os padrões acadêmicos e os objetivos do curso, com a avaliação focando, em um grau variável, no resultado do projeto versus processo da equipe (FERRARINI et al., 2019).

Ferrarini et al. (2019) apresentam em seu trabalho as principais características da aprendizagem baseada em problemas, representadas no Quadro 5:

**Quadro 5 – Características da aprendizagem baseada em problemas**

<b>Características</b>	<b>Descrição</b>
Origem	Na década de 1960, foi inicialmente aplicada em escolas de medicina na MacMaster University, no Canadá, e na Maastricht University, na Holanda. Em seguida, se expandiu para outros países, áreas do conhecimento e níveis de ensino (além do superior) e é objeto de pesquisas e eventos científicos-acadêmicos atuais, e próprios, que analisam a consolidação do método, inclusive no Brasil.
Foco da aprendizagem	Pesquisa de diversas causas possíveis para a resolução de um problema, preferencialmente problemas reais, em um determinado contexto, especificamente da profissão a qual se destina a formação. São problemas mal estruturados que possibilitam aos alunos o delineamento de várias questões problemas e a busca de possíveis e diferentes soluções.
Condições subjacentes	Matriz curricular do curso não disciplinar, geralmente transdisciplinar, organizada por temas pertinentes à formação profissional, além da proposição de desenvolvimento de competências para o perfil esperado. Portanto, um modelo de aprendizagem integrada e contextualizada via currículo, que também delimita o espaço-tempo de busca da solução do problema, mas também pode ser aplicada isoladamente em disciplinas e/ou áreas de um curso em momentos específicos, o que não retrata um projeto metodológico da instituição.
Passos didáticos	São geralmente sete passos básicos em torno da discussão em grupo de alunos, em investigação cooperativa, acompanhadas pelo professor: 1. Identificação do cenário do problema – termos e conceitos novos. 2. Definição do problema por meio da análise dos fatos advindos do cenário. 3. Formulação de hipóteses sobre possíveis soluções com o conhecimento existente. 4. Identificação de novas necessidades de aprendizado, elaborando um plano de estudos, geralmente, no modelo 5W2H (o que (what), por que (why), onde (where), quando (when), quem (who), como (how) e quanto custa (how

	much). 5. Realização de pesquisa em busca do novo aprendizado – auto direcionado e com socialização no grupo. 6. Aplicação dos novos conhecimentos gerando novas hipóteses e selecionando a melhor solução, sua elaboração e apresentação. 7. Avaliação, abstração e reflexão sobre o processo de aprendizado. Não há consenso sobre a quantidade de alunos por grupo, um meio termo seria entre 6 a 12 membros. Os alunos assumem papéis diferentes na auto-organização do grupo: líder/presidente, redator/secretário e/ou membros ativos.
Papel do professor	O professor atua em um grupo tutorial de apoio aos estudantes. Cria situações de aprendizagem em colaboração com demais colegas. É o facilitador do processo de aprendizado, do trabalho em grupo e da comunicação entre alunos. Orienta o processo de aprendizagem dos alunos, à medida que pode direcionar a definição do problema, pela relação com a realidade e experiência profissional, além de objetivar e desenvolver o perfil profissional esperado. Media as discussões e produções dos alunos.
Papel do aluno	É o protagonista do processo de aprendizagem: define seus problemas de estudo em conjunto com o professor, estabelece cronograma de estudos e responsabilidades, realiza o estudo individual e o compartilha nas equipes de estudo. Tem controle do próprio aprendizado em todo processo e ao elaborar os possíveis encaminhamentos para as soluções ao problema. Necessita saber trabalhar, partilhar e compartilhar em equipes. Assume diferentes papéis nos grupos de estudo. Responsabiliza-se pelo seu aprendizado e do grupo.
Recursos tecnológicos	Salas para trabalho, estudo e discussões em grupos. Cenários ou contextos problemáticos, elaborados pela equipe de professores. Problemas reais ou acadêmicos. Referências básicas de estudos e biblioteca para pesquisas.

**Fonte:** Ferrarini et al. (2019, p. 12-13)

Com base nas informações do Quadro 5, entende-se que neste tipo de aprendizagem são utilizados problemas realísticos em um contexto para que os alunos treinem o pensamento crítico e habilidade de resolução de problemas ao longo da vida, conseguindo encontrar recursos e meios para se alcançar o que pretende.

Esta metodologia faz parte do currículo do Ensino Médio, devidamente citada na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, onde busca elaborar simultaneamente estratégias de resolução de problemas e aprendizagem, colocando os alunos no papel ativo de solucionadores. Este processo motiva os alunos a assumirem a responsabilidade por sua aprendizagem e desenvolver sua capacidade de investigação no processo de raciocínio. A abordagem é particularmente adequada para o Ensino Médio envolvendo a aquisição e desenvolvimento de conhecimentos disciplinares e habilidades de gestão para atender às necessidades dos educandos (SANTOS; BOTTECHIA, 2017).

### 1.3.2 Trabalho em grupo

A aplicação prática de objetos de aprendizagem, como textos, animações vídeos e outros, possibilita que os alunos encontrem respostas múltiplas, que são potencializadas pelo debate sobre vários pontos importantes do conteúdo, mantendo uma linguagem mais próxima dos estudantes. Os questionamentos se tornam mais estruturados na medida em que vão crescendo as discussões em sala de aula e com o professor, o que incide em desafios e superações, e sobretudo, o entendimento do que acontece no mundo real a respeito da problemática avaliada. Cabe ressaltar que podem surgir questionamentos inéditos que nunca foram debatidos em sala de aula, contribuindo ainda mais com o raciocínio lógico e crítico do estudante (MARTINS, 2020).

Em seu estudo Trippe (2002) demonstrou que metodologias de ensino em grupo baseados em projetos funcionam muito bem no ambiente virtual online, onde pequenas equipes podem ser formadas e problemas mais desafiadores e mais difíceis podem ser atribuídos. Além do aluno aprender fazendo, a competição exercida pelos colegas, sobre os alunos que tentam ter um desempenho em níveis mínimos, é forte o suficiente para gerar um melhor desempenho.

De modo geral, o trabalho em grupo desempenha um papel fundamental na experiência de aprendizagem acadêmica dos alunos. Além de fornecer um ambiente de aprendizagem suplementar para o domínio do conteúdo do curso, as equipes também oferecem aos alunos a oportunidade de desenvolver e refinar as habilidades de trabalho em equipe que são necessárias para o sucesso em muitas profissões de hoje (TRIPPE, 2002).

### 1.3.3 Sala de aula invertida

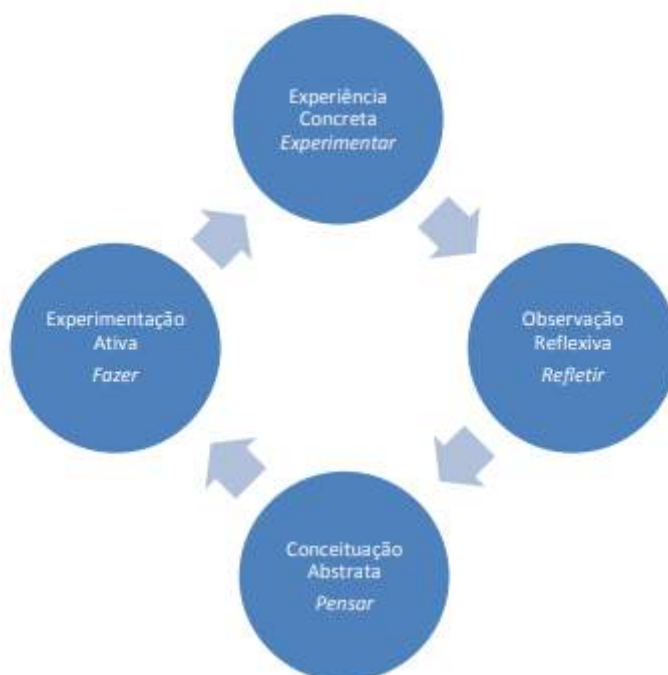
Outra metodologia ativa é denominada de sala de aula invertida, responsável por trazer mais benefícios do que as aulas expositivas, porém os professores devem

propiciar atividades que os alunos consigam desenvolver em casa sem apoio pedagógico inicial, visto que não existe um padrão para que esta metodologia seja implementada no ambiente educativo. O mais importante é que o docente direcione a atenção para o aluno, para que o mesmo obtenha a autonomia necessária para ser o elemento principal do aprendizado (MORAN, 2017).

Nesta metodologia, os alunos assumem a responsabilidade pela assimilação do conteúdo, assistindo vídeos e lendo os textos conforme suas necessidades, podendo escolher o melhor tempo e situação para isso. Esta liberdade permite que os indivíduos adotem um cronograma de aprendizagem específico, conforme suas atividades rotineiras, assegurando um processo educativo totalmente personalizado (FERRARINI et al, 2019).

#### 1.3.4 Aprendizagem experimental

Cordeiro (2014) expõe o ciclo da metodologia ativa denominada de aprendizagem experimental, formulada por David Kolb, cujos fundamentos são adotados no modelo pesquisa-ação e contribui significativamente na resolução de problemas, uma vez que foca na aprendizagem pautada nas atividades que incentivam a troca de experiências. Conforme apresentado na Figura 3, o ciclo é constituído por quatro ações, experimentar, refletir, pensar e fazer, podendo ser iniciado a partir de qualquer uma delas, não apresentando uma ordem específica.



**Figura 3** – Ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb

**Fonte:** Cordeiro (2014, p. 50)

Considerando que este ciclo é uma abordagem para a resolução de problemas que exige a vivência de experiências concretas, ele é vastamente usado na educação de adultos, e pode ser implementado em conjunto com outras metodologias ativas como a aula invertida.

### 1.3.5 Peer Instruction

Com o advento da tecnologia digital, as metodologias ativas conquistaram um novo espaço, potencializando a interação e ampliando as oportunidades de aprendizagem real. A *peer instruction*, que significa aprendizagem por pares, é considerada uma técnica eficiente para a aplicação prática dos conceitos analisados em sala de aula, demandando tempo e capacitação do professor, para que o mesmo elabore questões que promovam o desenvolvimento de processos cognitivos diversos (CAMPAGNOLO et al., 2014).

Araújo e Mazur (2013) a define como sendo:

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 367).

Dumont, Carvalho e Neves (2016) afirmam que a metodologia ativa do Peer Instruction permite maior interação dos alunos com os conteúdos químicos, podendo ser adotadas ferramentas tecnológicas como data show e clickers, a fim de otimizar o processo de ensino e aprendizagem. A aula é constituída por etapas com objetivos específicos, sendo iniciada com a leitura prévia do conteúdo, seguida pela aplicação de um quizz; exposição do conteúdo; aplicação de testes conceituais e demonstração prática dos fenômenos; e por fim, conclusão do conhecimento adquirido. O uso de ferramentas tecnológicas neste processo “otimiza o tempo de aula e expõe ao professor e a turma, em tempo real, o feedback com as respostas dos estudantes, possibilitando a discussão dos conceitos das questões” (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016, p. 07).

A combinação de metodologias permite que os alunos entrem em contato com problemas e situações reais, elevando sua percepção para as aulas roteirizadas que permitam a superação de desafios e conseqüentemente a aprendizagem propriamente dita. Muitos docentes combinam ainda as plataformas e simuladores para formar ambientes de ensino mais complexos e adaptativos, atendendo as necessidades dos educandos (MORAN, 2017).

#### 1.4 SIMULADORES NO ENSINO DE QUÍMICA

Moran (2020) afirma que a aprendizagem se torna mais significativa quando o aluno permanece constantemente motivado, mantendo seu nível de atenção e percepção elevado para o conteúdo que lhe é transmitido pelo educador. Para isso ocorrer, é essencial que os professores identifiquem quais elementos e situações

podem ser utilizados para tornar as aulas mais dinâmicas, combinando técnicas e simuladores para facilitar o ensino.

Um objeto de aprendizagem no ambiente virtual envolve tanto elementos como figuras e gráficos, quanto ações como simulação, contribuindo com a adoção de um modelo padronizado de armazenamento e distribuição de informações em vários sistemas de ensino. Isto permite a integração direta dos conteúdos programáticos em sala de aula com os alunos através de importantes ferramentas tecnológicas, capazes de aumentar significativamente o interesse do aluno pelas disciplinas (SERBIM; SANTOS, 2021).

A utilização de um ambiente informatizado, principalmente no ensino de Química pode melhorar o processo de aquisição do saber científico e prático dos alunos, já que os laboratórios poderão manter instrumentos e ferramentas que podem aumentar a percepção do aluno para os conteúdos, tornando as aulas mais atrativas e prazerosas. Segundo Kafer e Marchi (2015, p. 01) “os estudantes de Ensino Médio, a maioria adolescentes, têm grande afinidade por atividades que envolvem tais tecnologias, devido à diversidade de interações oferecidas”.

Dumont, Carvalho e Neves (2016) afirmam que o método tradicional, normalmente adotado em grande parte dos setores educacionais no ensino de Química, onde busca-se a mera exposição dos conteúdos de modo passivo, não atende mais as necessidades dos educandos, visto que os mesmos necessitam ser motivados constantemente. Na visão de Passos et al. (2019, p. 08):

Considerando a importância da Química para a sociedade, o aprendizado desta disciplina pelos alunos do Ensino Médio deve acontecer afim de que eles possam compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, podendo julgar com fundamentos as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas e etc. Isto é necessário, ainda segundo os PCNEM, porque frequentemente as informações de caráter científico, quando veiculadas por meios de comunicação podem ser apresentadas de maneira superficial, errônea ou exageradamente técnica. Em se tratando da Química, isso pode levar a uma compreensão unilateral da realidade e do papel do conhecimento químico no mundo contemporâneo.

Os jogos educativos podem ser empregados de diferentes maneiras no ambiente escolar, mas um dos objetivos mais importantes, é propiciar ao aluno a construção da autoconfiança, indispensável para seu pleno crescimento nos âmbitos cognitivos, afetivos, linguísticos, sociais, morais e motores, gerando maior



autonomia, potencial crítico, criatividade, responsabilidade e senso de cooperação. Para que o jogo seja capaz de ampliar as oportunidades de aprendizado no ambiente educativo, é essencial que apresente situações interessantes e desafiadores, e que exigem dos alunos, o esforço para solucionar problemas e exercerem a autoavaliação perante o seu próprio desempenho, se mantendo ativos durante todo o processo (LIBÂNEO, 2004).

Para que os alunos possam se interessar e aumentar seu potencial de percepção para as leis das ciências é imprescindível que os mesmos possam relacionar o método ou as fórmulas com a resolução de problemas. Para isto, existe a necessidade de mudar as propostas pedagógicas no ensino da Química, já que o objetivo envolve a aprendizagem significativa e não mecânica (SERBIM; SANTOS, 2021). Na visão de Silva et al. (2016, p. 340):

A utilização dos softwares de simulação pode ser concomitante com as aulas expositivas ou em detrimento das práticas laboratoriais, seja pela falta de equipamentos ou por não ter profissionais capacitados para atuarem no mesmo. As tecnologias não substituem os modelos consagrados de ensino, ao contrário, apresentam-se como ferramentas auxiliares em prol de aulas mais dinâmicas, complementando o que essas metodologias não conseguem alcançar em termos de visualização em tempo real do fenômeno abordado na sala de aula.

Os softwares educativos tem sido vastamente utilizados no ambiente virtual, a fim de deixar as aulas mais agradáveis e prazerosas, facilitando a aquisição do saber. Segundo Passos et al. (2019, p. 05):

Os softwares educacionais, são softwares pensados, programados e implementados com objetivos educativos, ou seja, propostos com a intenção de melhorar a aprendizagem sobre determinado conteúdo. Algumas das principais vantagens desses recursos são que auxiliam o estudante a raciocinar acerca de diversos fenômenos, auxiliando no desenvolvimento cognitivo e promovem um maior interesse pelo conteúdo apresentado. Os softwares educativos podem ser classificados em grupo segundo as suas características e vantagens, e um dos tipos de software com grande destaque são os softwares de simulação (simuladores).

Ao tratar da implementação de metodologias ativas e uso dos ambientes virtuais no ensino de Química, Silva (2019) afirma que é possível contextualizar os conteúdos trabalhados através da exposição dos fenômenos que ocorrem no mundo real do estudante, incentivando conflitos cognitivos e conseqüentemente, a visualização de respostas para os problemas evidenciados.

É durante este processo que os estudantes mobilizam conhecimentos prévios e os consideram durante a resolução dos problemas, obtendo respostas realistas. Para Kafer e Marchi (2015, p. 02):

[...] este espaço educativo pode vir a auxiliar no processo pedagógico, além de trazer vários benefícios na construção do conhecimento, uma vez que envolve os estudantes com objetos de estudo, além de favorecer a interação e a coletividade. Nesse aspecto, as aplicações informáticas, como simulações computacionais e de aquisição de dados são ferramentas importantes para o ensino de química. Estas ferramentas educacionais, usadas nas escolas, visam oportunizar aos estudantes uma aprendizagem significativa, bem como a aquisição de habilidades e de atitudes que lhes permitam viver e contribuir para o desenvolvimento da sociedade.

O apoio de metodologias ativas e ferramentas tecnológicas permitem que o aluno seja o protagonista de seu próprio aprendizado, desenvolvendo o pensamento crítico e reflexivo quando em contato com problemas reais que fazem parte de seu cotidiano. Assim, os conteúdos químicos fluem naturalmente, promovendo a aquisição do saber propriamente dito (SILVA, 2019).

A Figura 4 apresenta um esquema dos ciclos de testes conceituais para o ensino de Química, a fim de promover a exposição e discussão e facilitar o entendimento dos conteúdos e representações.



**Figura 4** – Processo de implementação do Peer Instruction no ensino de Química

**Fonte:** Dumont, Carvalho e Neves (2016, p. 09)

O processo se inicia mediante breve explicação do conteúdo, incentivando os estudantes a votarem. Se o total de respostas corretas dos alunos forem menor que 30%, o conceito deverá ser revisto. Se as respostas corretas estiverem entre 30 a 70%, opta-se pela discussão entre os pares, seguida de nova votação. Por sua vez, se o total das respostas corretas for maior que 70%, o professor finaliza a aula com a explicação do fenômeno e parte para o próximo teste ou exposição (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016).

Considerando os fundamentos que envolvem o ensino de Química, torna-se essencial que o professor identifique alternativas que busquem o prazer e o divertimento, ao mesmo tempo em que mantem o caráter pedagógico educativo. É imprescindível que os professores saibam como utilizar os materiais e ferramentas para possibilitar que os alunos alcancem o aprendizado. De acordo com Lima et al. (2018, p. 03):

[...] o lúdico é um importante instrumento de trabalho. O mediador, no caso o professor, deve oferecer possibilidades na construção do conhecimento, respeitando as diversas singularidades. Essas atividades oportunizam a interlocução de saberes, a socialização e o desenvolvimento pessoal, social, e cognitivo quando bem exploradas. Quando se cria ou se adapta um jogo ao conteúdo escolar, ocorrerá o desenvolvimento de habilidades que envolvem o indivíduo em todos os aspectos: cognitivos, emocionais e relacionais.

A atividade lúdica proporcionada pelo uso de ferramentas tecnológicas não abrange a prática de brincadeiras e jogos aleatoriamente, sem envolver algum contexto ou situação em comum com os conteúdos programáticos escolares, pois as ações devem priorizar o aprendizado significativo, fomentando a criatividade e curiosidade do aluno para com os fundamentos químicos do Ensino Médio (ROCHA; CARNEIRO; SANTOS, 2019).

As atividades devem surgir dos interesses, perguntas, preocupações e experiências cotidianas dos alunos. O potencial dessas atividades para o desenvolvimento da proficiência química pode ser melhor percebido quando os educadores se concentram no raciocínio e reflexão dos alunos. Além disso, os educadores precisam maximizar as oportunidades oferecidas através do uso de uma variedade de ferramentas tecnológicas para mediar o aprendizado.

O modelo de aprendizagem associado ao uso de simuladores é caracterizado por um ambiente virtual onde ocorrem as mediações tecnológicas que são capazes

de interferir significativamente no processo de ensino aprendizagem, devido ao aumento das interações comunicativas. Na visão de Silva et al. (2016):

Os resultados confirmam que por meio dos simuladores, o aluno é instigado à por em prática suas ideias, elaborando suas próprias conclusões, levando-os ao que se pretende no ensino que é aprender. Os critérios de aplicação devem satisfazer os objetivos propostos pelo professor, pois não podem substituir as atividades concretas por mais elaborado que seja o software em uso. O fato de o computador se transformar de “máquina de ensinar” para ferramenta educacional revela que as tecnologias estão cada vez mais sendo aprimoradas para se tornarem recursos didáticos essenciais na educação (SILVA et al., 2016, p. 341).

Esta modalidade de ensino proporciona a prática de novos métodos de aprendizagem voltados para a utilização da Web, onde a interatividade e a flexibilidade são suas principais vantagens. Através destes benefícios, os alunos conseguem engajar em um processo de ensino aprendizagem mais dinâmico e sistemático, contribuindo significativamente com sua formação e desenvolvimento, fundamentais para a aquisição do conhecimento e conseqüentemente do aumento do desempenho escolar (SAMPAIO; CÂMARA; MOREIRA, 2015).

O pensamento químico não é promovido através de um conjunto finito de fatos e memorização de procedimentos; ao contrário, ele se desenvolve por meio da interação dinâmica de habilidades processuais, conhecimento conceitual e competências cognitivas específicas que se acumulam ao longo do tempo (SAMPAIO; CÂMARA; MOREIRA, 2015).

No ambiente virtual, existem diversos tipos de softwares dedicados a simular conteúdos relevantes no Ensino de Química. Estes softwares são reconhecidos como laboratórios virtuais cuja finalidade é permitir que educadores e educandos permaneçam mais próximos dos fenômenos químicos, realizando experimentos reais para fixar o conteúdo teórico aprendido em sala de aula (CARVALHO, 2013).

No presente trabalho serão analisados três importantes softwares recomendados para o Ensino de Química, dentre eles: o ChemDemos, o IrYdium e o Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado (Phet Colorado). A escolha dessas ferramentas se deu em razão das mesmas serem as mais utilizadas nas aulas de Química e por apresentarem grande relevância na literatura científica.

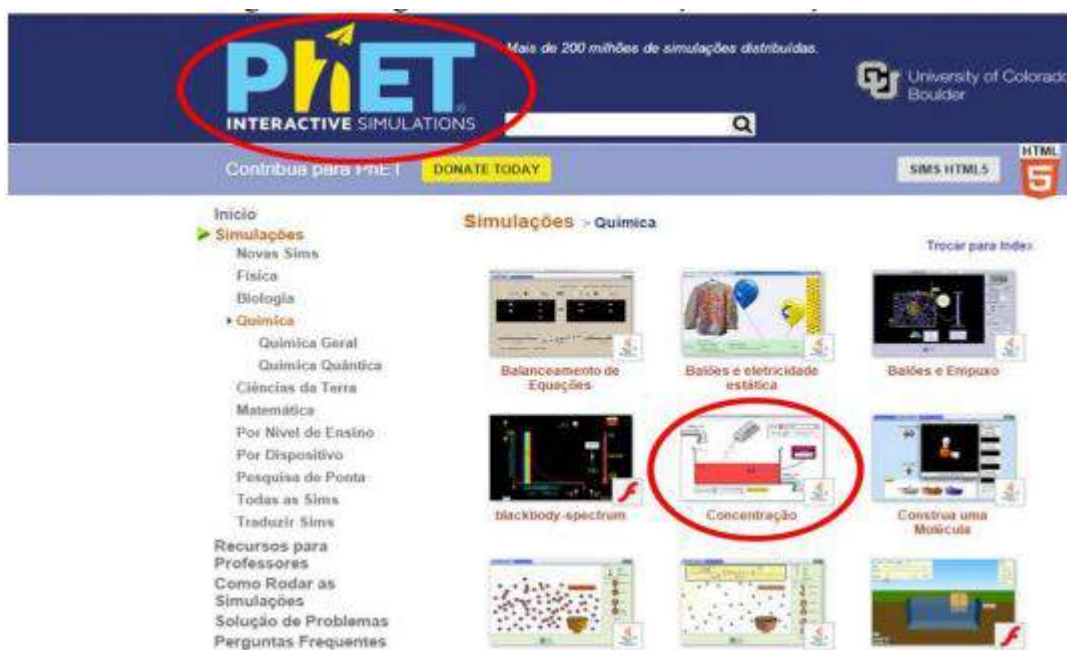
O ChemDemos é um laboratório virtual de demonstrações e simulações de fenômenos químicos disponibilizados no link, <https://chemdemos.uoregon.edu/>, pela

Universidade de Oregon. Apresenta uma interface simples, porém em inglês, disponibilizando simulações de variados conteúdos, dentre eles: equilíbrio ácido-base; modelagem atômica e molecular; calorimetria; catálise; ligações químicas; combustão; propriedades dos íons; eletroquímica; eletrólise; nanotecnologia; química orgânica e outros (CHEMDEMOS, 2021).

O simulador IrYdium – Virtual Chemistry Lab é um aplicativo em Java desenvolvido para estudantes, profissionais e indivíduos com interesse em Química (TAVARES; SILVA, 2017). O IrYdium é encontrado facilmente para download gratuito no link [www.chemcollective.org/vlab](http://www.chemcollective.org/vlab), e “permite que os usuários possam selecionar centenas de reagentes e os manipular, como se estivessem em um laboratório real de química executando experiências diversas” (TAVARES; SILVA, 2017, p. 04).

O software Phet Colorado é uma ferramenta tecnológica que possibilita simular livremente modelos operatórios, a fim de caracterizar os processos no ensino da Química, facilitando a exposição dos conteúdos e conseqüentemente, o entendimento pelos alunos. O Phet Colorado contribui significativamente com o aprendizado propriamente dito e processo formativo integral do educando (CARVALHO; LOPES; SILVA, 2019).

A ferramenta virtual Phet Colorado, disponível no link [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), disponibiliza diferentes tipos de simulação nas áreas de Química, Física, Matemática, Ciências da Terra e Biologia, onde os docentes possuem acesso a dicas e recursos didáticos que facilitam o entendimento das teorias expostas em sala de aula. Dessa maneira, as simulações facilitam o aprendizado dos conteúdos teóricos trabalhados, onde os alunos observam fenômenos em ciências através da experimentação (PHET COLORADO, 2021). A figura 5 apresenta a página inicial e de seleção da simulação, demonstrando que na área de Química, podem ser propostas atividades em Química Geral e Quântica:



**Figura 5** – Página inicial e seleção da simulação

**Fonte:** Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry)>

A interface do PHET foi projetada pelo físico Carl Wieman em 2002, mantendo como sede a Universidade do Colorado Boulder nos EUA. O programa é licenciado pelo Creative Commons (CC) 3.0, podendo ser compartilhado, copiado e redistribuído de forma aberta. Assim:

[...] é facultado adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material da interface, opções de enorme valor porque permite que sejam feitas adaptações visando a um melhor atendimento das faixas etárias ou de escolarização e abrindo um espaço de autoria coletiva e colaborativa sobre esses objetos educacionais (SARTORE, 2019, p. 04).

As simulações são gratuitas e totalmente interativas a partir de um ambiente virtual intuitivo, onde os alunos podem explorar e descobrir fatos relevantes para o seu aprendizado significativo. As atividades propostas pelas simulações são altamente flexíveis, podendo ser utilizadas de diferentes modos, tornando as aulas expositivas mais dinâmicas. Essas simulações são direcionadas para diferentes níveis educacionais, dentre eles: ensino fundamental (séries iniciais e finais), ensino médio e superior, sendo compatíveis com as linguagens Html5, Java via CheerpJ, Java e Flash, disponíveis em grande parte dos idiomas universais (PHET COLORADO, 2021).

As simulações Phet permanecem fundamentadas em uma abordagem baseada e pesquisa, cujas demonstrações são planejadas e testadas antes de sua publicação no site. Com isso, é garantindo alto nível de interação e contextualização dos objetivos de aprendizagem. Ao todo se encontram disponíveis cerca de 50 tipos de simulações de Química, sendo 28 categorizadas como Química conceitual, 12 destinadas à Química operacional e 3 jogos interativos (PHET COLORADO, 2021).

## 1.5 O CONTEXTO DO ENSINO REMOTO NA ATUALIDADE

Em razão da atual situação de pandemia da Covid-19 vivenciada em todo o mundo, exigindo a quarentena e implementação do ensino remoto no Brasil, o sistema educativo foi afetado, acarretando dificuldades para todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (LOPES; ROMANO, 2020). De acordo com Santos, Freitas e Lopes (2020) essa situação trouxe crescentes desafios especialmente para os educadores que precisaram se dedicar ainda mais às atividades educativas, uma vez que as atividades pedagógicas passaram a demandar mais tempo para serem desenvolvidas, pois tiveram que ser adaptadas ao ensino remoto, atendendo as metas de aprendizagem semelhantes ao ensino presencial.

Com o uso das ferramentas tecnológicas juntamente com as mídias sociais e ambientes de simulação, o ensino remoto pode ser praticado de modo que os alunos se familiarizassem com os conteúdos educativos, mantendo o interesse e a percepção aguçada. Santos e Carvalho (2020) ressaltaram que em tempos de pandemia, mídias sociais como o Tik Tok, WhatsApp, Facebook e Youtube são ferramentas que possibilitam o trabalho de conteúdos curriculares a partir de exemplificações e materializações de conteúdos abstratos. Os autores complementam que:

As configurações do TikTok no que diz respeito aos processos de comunicação, informação e conhecimento, quando somadas ao perfil do público consumidor desta mídia, demonstram que na sua apropriação há potencialidades para uso pedagógico, assim como em outras mídias sociais, apresentando possíveis contribuições para os processos de ensino e

aprendizagem. No TikTok, professores encontram a possibilidade de produzir e divulgar conteúdos educativos capazes de despertar a curiosidade e o engajamento dos sujeitos aprendizes, aumentando assim o interesse pela construção do conhecimento, tornando o ato de aprender mais motivacional, interativo, colaborativo e, principalmente, significativo (SANTOS; CARVALHO, 2013, p. 13).

A exploração do ambiente virtual pelos aprendizes contribui não apenas com o entendimento do conteúdo, mas também com a aquisição de habilidades e do aprendizado autônomo.

No contexto da pandemia, as simulações no ambiente virtual no ensino de Química passaram a ser possibilidades para que os alunos efetuassem escolhas e executassem ações que facilitassem seu aprendizado. Em seu estudo, Lopes e Romano (2020) analisaram o uso da simulação no laboratório virtual em Química nas aulas remotas de alunos no 1º ano do Ensino Médio, visando o entendimento das estruturas do átomo, demonstrando que a maioria dos alunos relataram que as experimentações a partir das simulações foram essenciais para a representação de modelos dinâmicos e aprendizagem significativa do conteúdo.

Os experimentos virtuais mesmo no ensino remoto podem permitir que os alunos aprimorem suas habilidades de raciocínio dedutivo, formação de hipóteses e testes de forma tão eficaz quanto por meio de experimentos reais. Habilidades em registrar, relatar e interpretar dados também são efetivamente desenvolvidas por meio das tarefas virtuais (LEAL; SILVA; MENESES, 2020).

No entanto, Santos, Freitas e Lopes (2020) relataram que houve inadimplência em função da falta de devolutivas das atividades de simulação no ensino remoto. As justificativas dos alunos estiveram relacionadas às dificuldades de possuírem recursos tecnológicos desatualizados não compatível com as plataformas virtuais recomendadas.



## CAPÍTULO II – METODOLOGIA

O Capítulo II aborda os aspectos metodológicos deste trabalho, buscando caracterizar a pesquisa, os processos adotados no levantamento de dados e por fim, na análise de dados, sendo dividido em três seções.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho foi realizado utilizando uma abordagem qualitativa, que segundo Fernandes e Gomes (2003, p. 19) “depende de dedução – conclusões de raciocínio ou interferências de princípios gerais para particulares”, exigindo o envolvimento do pesquisador e proporcionando um valor especial no desenvolvimento das teorias.

Para responder à questão de pesquisa, foi efetuado um estudo bibliográfico que se apoia em referenciais teóricos já elaborados por outros estudiosos, possibilitando a análise da temática de modo amplo e meticuloso, reunindo informações sobre o assunto de interesse (GIL, 2010).

### 2.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Para compor a revisão bibliográfica foram coletados artigos científicos utilizando a ferramenta de busca de trabalhos acadêmicos Google Acadêmico considerando os seguintes critérios de inclusão: artigos nacionais, publicados na íntegra e nos últimos 10 anos, de 2011 a 2021. A coleta se deu a partir de diferentes descritores, a fim de assegurar trabalhos específicos sobre a temática proposta, sendo realizados em três etapas, uma vez que seria necessário reunir informações sobre cada simulador separadamente.

Inicialmente, foi realizada uma coleta mediante o uso dos descritores: Química, simulação virtual, Ensino Médio e ChemDemos, sendo obtidos apenas 2

artigos e selecionado 1 para a análise. Na segunda etapa, a coleta se deu com os descritores: Química, simulação virtual, Ensino Médio e Irydium, resultando em 41 artigos, e sendo selecionados 7 para análise. A terceira etapa da coleta ocorreu com os descritores: Química, simulação virtual, Ensino Médio e Phet Colorado. O processo resultou em 846 artigos, sendo selecionados 12 estudos.

Para a escolha dos 20 artigos, foram utilizados critérios como artigos de revista e artigos de revisão, publicações nacionais, materiais que se relacionavam com o ensino de química e artigos que contemplavam a atuação do professor. Para a seleção dos artigos, foram adotados alguns critérios dentre eles: ano de publicação, dando preferência para os mais recentes; estudos empíricos cuja finalidade foi analisar o uso dos simuladores na prática em sala de aula; e que apresentassem conhecimento relevante sobre os conteúdos assimilados pelos alunos. Por fim, foram coletados 20 artigos ao todo para o desenvolvimento da revisão bibliográfica, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Descritores utilizados na pesquisa e trabalhos selecionados

<b>Descritores utilizados na pesquisa</b>	<b>Trabalhos obtidos com a pesquisa</b>	<b>Trabalhos selecionados para a discussão</b>
Química, simulação virtual, Ensino Médio e ChemDemos	2	1
Química, simulação virtual, Ensino Médio e Irydium	41	7
Química, simulação virtual, Ensino Médio e Phet Colorado.	846	12
<b>TOTAL</b>	<b>889</b>	<b>20</b>

Fonte: o autor

### 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados se apoiou nos pressupostos teóricos da Análise de Conteúdo definidos por Bardin (1977), em que se busca a categorização dos dados, que pode ser aplicada na pesquisa qualitativa, e fornece uma reflexão crítica e objetiva daquilo que se pretende analisar, seguindo critérios de organização

sistemáticos, essenciais para uma interpretação dos resultados detalhada. Bauer (2008) complementa esta visão definindo a Análise de Conteúdo como sendo:

[...] uma técnica para produzir inferências de um texto focal para seu contexto social de maneira objetivada. Este contexto pode ser temporariamente, ou em princípio, inacessível ao pesquisador. A AC muitas vezes implica em um tratamento estatístico das unidades de texto. Maneira objetivada refere-se aos procedimentos sistemáticos, metodicamente explícitos e replicáveis: não sugere uma leitura válida singular dos textos. Pelo contrário, a codificação irreversível de um texto o transforma. A fim de criar nova informação desse texto. [...] A validade da AC deve ser julgada não contra uma 'leitura verdadeira' do texto, mas em termos de sua fundamentação nos materiais pesquisados e sua congruência com a teoria do pesquisador, e à luz de seu objetivo de pesquisa. Um corpus de texto oferece diferentes leituras, dependendo dos vieses que ele contém (BAUER, 2008, p. 191).

Ainda segundo Bardin (1977) a organização dos conteúdos é constituída por três etapas básicas, dentre elas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. Na fase de pré-análise, os materiais são coletados e reunidos, a fim de elaborar objetivos e hipóteses reconhecidas na leitura flutuante, um processo que envolve uma avaliação superficial dos artigos selecionados para ampliar o entendimento dos fenômenos que serão analisados ao longo do trabalho.

Na fase de exploração do material, Bardin (1977) relata a necessidade de classificar os materiais que serão analisados conforme requisitos que facilitam a apresentação dos resultados e conseqüentemente, o entendimento dos conteúdos. A autora afirma que a categorização do conteúdo é extremamente importante para a pesquisa, podendo o investigador determinar quais categorias de análise deverão compor o estudo. Diante disso, a categorização dos dados se deu conforme as indicações de Bardin (1977), sendo o presente estudo classificado em 4 categorias de análise, dentre elas: conteúdos químicos, potencialidades, atividades avaliativas e desafios.

Na fase de tratamento dos resultados, Bardin (1977) afirma que é efetuada a interpretação dos conteúdos com a finalidade de proporcionar ao investigador, uma pesquisa aprofundada e devidamente contextualizada com os objetivos propostos.

Diante disso, os estudos foram interpretados dentro de cada categoria conforme os simuladores tratados, ChemDemos, Irydium e Phet Colorado, possibilitando uma análise ordenada de modo a facilitar o entendimento das informações analisadas. A análise dos artigos partiu do princípio do método

59

hipotético dedutivo, com o intuito de construir um pensamento lógico a respeito da prática do uso de simuladores no ensino de Química.

### CAPÍTULO III – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o estudo bibliográfico foram selecionados 20 trabalhos que tratam de três simuladores usados no Ensino de Química: Chemdemos, IrYdium – Virtual Chemistry Lab e o Phet Colorado. Na Tabela 2 são apresentados os títulos e autores dos 20 trabalhos, agrupados de acordo com cada simulador utilizados e codificados seguindo a ordem cronológica de publicação. A referência completa dos 20 trabalhos analisados é apresentada no Apêndice A.

**Tabela 2** – Trabalhos selecionados para discussão conforme simuladores foco do estudo

Simuladores estudados	Código	Autores e Ano de publicação	Título
Chemdemos	T1	Aquino (2020)	Laboratórios virtuais: O desenvolvimento de um protótipo para o ensino da química
IrYdium – Virtual Chemistry Lab	T2	Carvalho (2013)	O software como ferramenta pedagógica no ensino de Química
	T3	Silva (2016)	Labqui virtual: abordagem lúdica mediada pelo computador para o ensino de química
	T4	Tavares e Silva (2017)	Tipos e classificações de softwares educacionais
	T5	Aquino et al. (2017a)	Laboratórios virtuais: O desenvolvimento de um protótipo para o ensino da química
	T6	Aquino et al. (2017b)	Laboratórios virtuais: Um estudo comparativo entre plataformas de aprendizagem para o ensino da química
	T7	Mazzali (2018)	O uso do Laboratório Virtual para o ensino e aprendizagem de estequiometria nas aulas de Química
	T8	Soares (2021)	Proposta pedagógica para aplicação do software geogebra no ensino de físico-química dos gases
	Phet Colorado	T9	Sampaio, Câmara e Moreira (2015)

			médio sobre balanceamento de equações
T10	Kafer e Marchi (2015)		Utilização do Software de Simulações PhET como estratégia didática para o ensino dos conceitos de soluções
T11	Silva et al. (2016)		A abordagem didática da simulação virtual no ensino da química: um olhar para os novos paradigmas da educação
T12	Sampaio (2017)		Simulador Phet
T13	Gomes (2017)		Simuladores de Química disponíveis no Phet Colorado: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa
T14	Santos Filho e Porto (2018)		Manual de orientação para hospedagem e para a utilização dos simuladores computacionais sobre Ciências da Natureza em rede social
T15	Almeida e Silva (2019)		Simulações Phet como ferramenta para o ensino de química no ensino médio
T16	Carvalho, Lopes e Silva (2019)		Simulador Phet como estratégia de ensino em conteúdos de Química Orgânica
T17	Passos et al. (2019)		Utilização do software Phet no ensino de Química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão
T18	Sartore (2019)		Simulações interativas no ensino de ciências: inferência de conceitos científicos
T19	Souza et al. (2020)		Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química
T20	Serbim e Santos (2021)		Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem

Fonte: o autor

Para analisar tais trabalhos, o Capítulo III foi organizado em duas principais seções: (i) o tipo de simuladores e (ii) categorias de análise.

## 3.1 SIMULADORES

### 3.1.1 Chemdemos

Dos 20 trabalhos selecionados, apenas o T1 abordou sobre o ChemDemos. Este estudo expõe que através deste simulador pode-se explorar fenômenos eletroquímicos, como as reações de metais mediante diferentes soluções metálicas, tendo seu comportamento controlado pela natureza redox.

### 3.1.2 Irydium

Os trabalhos que abordaram sobre o simulador Irydium foram o T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8. Conforme demonstrado nos estudos T3, T5 e T6, seu uso é simples e intuitivo, pois para que a simulação se inicie basta clicar duas vezes na solução desejada, adicionando o componente escolhido para o experimento, arrastando os frascos para cima dos outros frascos, possibilitando então efetuar a mistura. É possível escolher as quantidades desejadas para a adição ou retirada dos componentes.

De acordo com o T2, ao clicar na opção “Bico de Bunsen”, o aluno pode experimentar reações com fogo. A temperatura e concentrações dos componentes estudados das respectivas misturas também podem ser analisadas em tempo real, sendo visualizadas a partir de gráficos. O conteúdo exposto no T4, mostra que o Irydium é um simulador gratuito capaz de realizar experiências em um laboratório químico virtual, mantendo uma interface fácil de usar, pois possui o sistema de arrastar e soltar. Os menus estão bem localizados, o que facilita o acesso e uso das ferramentas essenciais.

Com isso, os estudos T7 e T8 consideram que o uso de laboratórios virtuais no ensino de Química como o Irydium é de fundamental importância para assegurar

63

ao aluno a experimentação de fenômenos reais e fictícios, com o intuito de aproximá-los efetivamente dos conteúdos químicos.

### 3.1.3 Phet Colorado

No total, foram contabilizados 12 artigos cujo tema principal envolvia o uso do simulados do Phet Colorado no ensino de Química, dentre eles: T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19 e T20. Conforme exposto nos trabalhos T9, T10, T16 e T17, o Phet Colorado é uma ferramenta reconhecida na literatura científica, de fácil acesso e mobilidade, podendo ser utilizada em diferentes tipos de dispositivos tecnológicos.

Conforme o T14, o uso deste simulador proporciona a integração total do aluno com os conteúdos programáticos de ensino da instituição, considerando os benefícios dos ambientes virtuais de aprendizagem, assegurando o desenvolvimento de uma concepção de ensino atual e mais efetiva. Através da ferramenta, de acordo com o T18, os alunos podem acessar inúmeros recursos de aprendizagem de acordo com suas necessidades, não se sentindo pressionados. O próprio aluno é autor da construção de seu próprio conhecimento, rompendo os velhos paradigmas do ensino tradicional.

Conforme o T11, o uso do Phet Colorado no balanceamento das equações químicas aumenta a participação dos alunos nas aulas, promovendo mudanças notórias na concepção de ciência pelos aprendizes, favorecendo o entendimento dos conceitos microscópicos e sobre moléculas, visto que as simulações buscam testar possibilidades de construção de fórmulas químicas.

O T9 demonstrou que os recursos tecnológicos digitais que simulam problemas reais como o Phet Colorado possuem a função de redimensionar as condições de acesso às fontes de informações, além de ampliar notoriamente as situações de aprendizagem, proporcionando a multiplicação dos potenciais dos alunos à compreensão das disciplinas escolares.



### 3.2 CATEGORIAS DE ANÁLISE

A análise dos 20 trabalhos selecionados possibilitou organizar quatro categorias de análise, cujos descritores são apresentados no Quadro 6.

**Quadro 6** – Descrição das categorias de análise

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Conteúdos químicos	Descreve os principais conteúdos abordados nas aulas de Química a partir do uso dos simuladores segundo os autores dos trabalhos.
Potencialidades	Envolve as possibilidades e oportunidades identificadas pelos professores para utilizar os simuladores no ensino de Química.
Desafios	Engloba as dificuldades percebidas pelos professores no uso de simuladores no ensino e aprendizagem de Química
Atividades avaliativas	Trata das ações efetuadas pelos professores para avaliar o conteúdo químico aprendido pelos alunos com o uso dos simuladores.

Fonte: o autor

A seguir são apresentadas as principais subcategorias percebidas nas análises dos trabalhos selecionados, bem como os trabalhos que apresentam estes aspectos.

#### 3.2.1 Conteúdos químicos

Sabe-se que os simuladores educativos reproduzem fenômenos reais com eficiência, permitindo que o aluno analise situações que fazem parte de seu cotidiano, passando a compreender conceitos importantes. Com isso, inúmeros estudos demonstram que através dos simuladores é possível abordar diferentes conteúdos químicos.

O Quadro 7 apresenta os conteúdos químicos mencionados nos trabalhos analisados.

**Quadro 7** - Conteúdos químicos mencionados nos trabalhos analisados

Conteúdos químicos	Trabalhos
Soluções	T1, T3, T4, T5, T6, T7, T9, T11, T13, T18, T20
Estequiometria	T8
Titulação	T10
Gases	T5
Funções químicas orgânicas	T2, T16 e T17
Balanceamento	T12
Atomística	T19
Densidade	Não há
Não mencionam conteúdos	Não há

Fonte: o autor

O trabalho T2 descreveu o uso do simulador em conteúdos tanto voltado para Química Orgânica quanto para inorgânica. Os trabalhos T16 e T17 demonstram o uso dos simuladores nas aulas de Química orgânica e apenas o trabalho T19 tratou dos conteúdos de Física Quântica.

Por sua vez, a maioria dos trabalhos, como o T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T18 e T20, descreveram o uso dos simuladores no ensino de conteúdos da Físico-Química, com o objetivo de estudar as reações químicas, bem como de seus mecanismos e fenômenos.

### 3.2.2 Potencialidades

Os diversos autores trazem uma gama bastante diversa de potencialidades, foi possível perceber a possibilidade de agrupamento destas em subcategorias, as subcategorias escolhidas e os trabalhos que as apresentam são descritas no Quadro 8:

**Quadro 8** - Subcategorias das potencialidades e aspectos mais mencionados de cada uma delas nos trabalhos

<b>Subcategorias</b>	<b>Potencialidades mais comumente mencionadas</b>	<b>Trabalhos</b>
Aspectos funcionais	Flexibilidade de horário e/ou local de uso	T17
	Grande número de simulações disponível	T11, T14
	Simulações com instruções na Língua portuguesa	T17
	Interface amigável e navegação instintiva	T17, T18
	Alternativa as práticas laboratoriais	T5
	Instalação fácil	T7
Aspectos pedagógicos	Aulas interativas	T3, T10
	Maior motivação e engajamento dos alunos	T2, T15, T16
	Redução de riscos inerentes ao laboratório físico	T2
	Exploração de diferentes variáveis	T5, T7, T12
	Visualização de fenômenos	T1, T2, T8, T10, T11, T12, T14, T19, T20
	Respeito ao ritmo do aluno	T17
	Ludicidade	T16
Aspectos econômicos	Gratuidade	T18
	Uso de equipamento simples	T10
	Redução de custos (substituição ao laboratório tradicional)	T5

Fonte: o autor

Grande parte dos trabalhos selecionados analisaram o uso dos simuladores na prática, evidenciando as potencialidades destas ferramentas quando implementadas nas aulas de Química no Ensino Médio. A partir do ChemDemos, o T1 demonstrou que há a possibilidade de simular um processo de eletrólise, escolhendo o metal de cada eletrodo, assim como suas soluções, voltagem e corrente elétrica, conforme exposto na Figura 6.

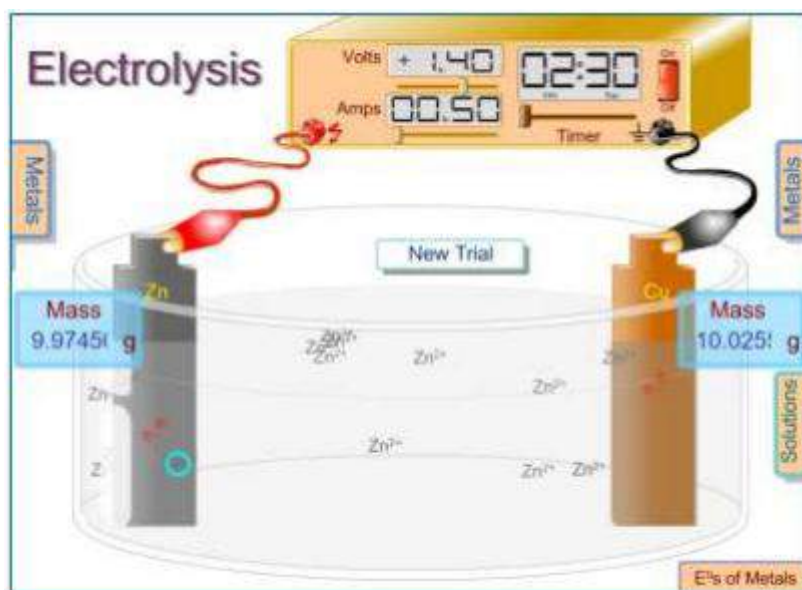
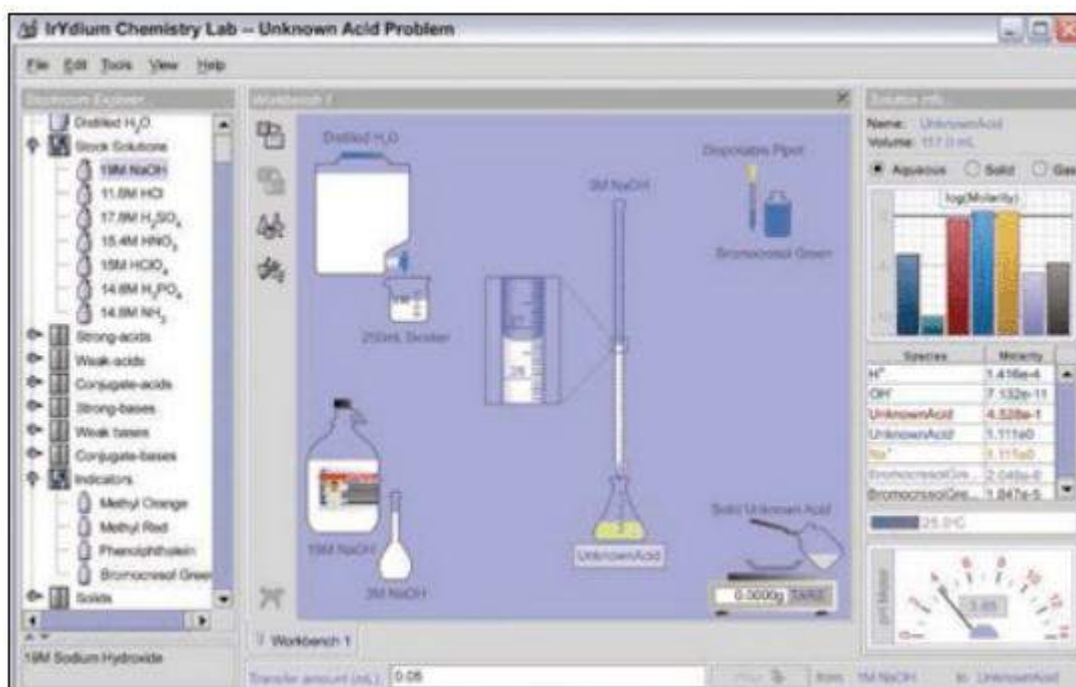


Figura 6 – Simulação de eletrólise

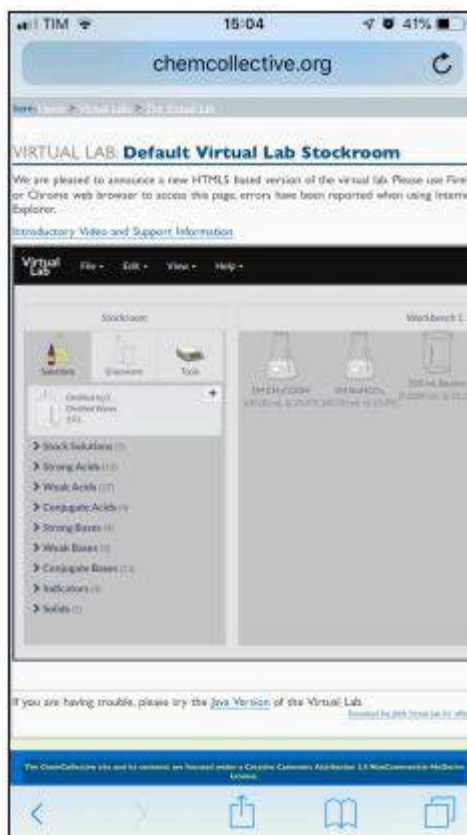
Fonte: Aquino (2020, p. 21)

Com relação ao Irydium, foi relatado no T7 que enquanto a plataforma de trabalho intermediária apresenta uma área experimental simulando uma bancada de trabalho ativa, o painel direito permite a visualização de diferentes representações do conteúdo voltado para a pesquisa desejada conforme representado na Figura 7.



**Figura 7** – Simulação com o IrYdium – Virtual Chemistry Lab**Fonte:** Mazzali (2018, p. 25)

Cita-se ainda que o software pode ser encontrado via browser, sendo facilmente utilizado a partir de dispositivos móveis, conforme demonstrado na Figura 8.

**Figura 8** – Visualização em dispositivo móvel**Fonte:** Mazzali (2018, p. 25)

Segundo o T2, este simulador possui o potencial de situar o aluno em um contexto significativo em uma extensão muito maior do que os materiais didáticos tradicionais utilizados no ensino de Química. De acordo com Carvalho (2013, p. 17) esta ferramenta é:

[...] um simulador que realiza experimentos em um laboratório químico virtual que permite misturar substâncias e até criar novas fórmulas. O software oferece diversas soluções químicas como, bases fortes e fracas, ácidos fortes e fracos, indicadores que alteram a cor da solução, ácidos e bases conjugadas, soluções variadas e sólidos.

O T2 relata ainda que além de permitir estudos simples e menos complexos, os laboratórios virtuais apresentam uma estrutura eficiente para explorar situações reais e de risco, ampliando o entendimento das substâncias químicas perigosas responsáveis por causar grandes desastres ecológicos.

De acordo com o T8, o Irydium traz benefícios na simulação de experimentos químicos e fenômenos microscópicos, permitindo que os professores incluam análises de conteúdos básicos e mais complexos, a fim de contextualizar suas aulas, dentre os principais na área de “estequiometria, termoquímica, equilíbrio, química de ácidos e bases, solubilidade, eletroquímica e técnicas laboratoriais” (SOARES, 2021, p. 13). A Figura 9 demonstra a possibilidade do uso do Irydium no entendimento da relação ácido-base:



**Figura 9** – Simulação de ácido-base

**Fonte:** Soares (2021, p. 14)

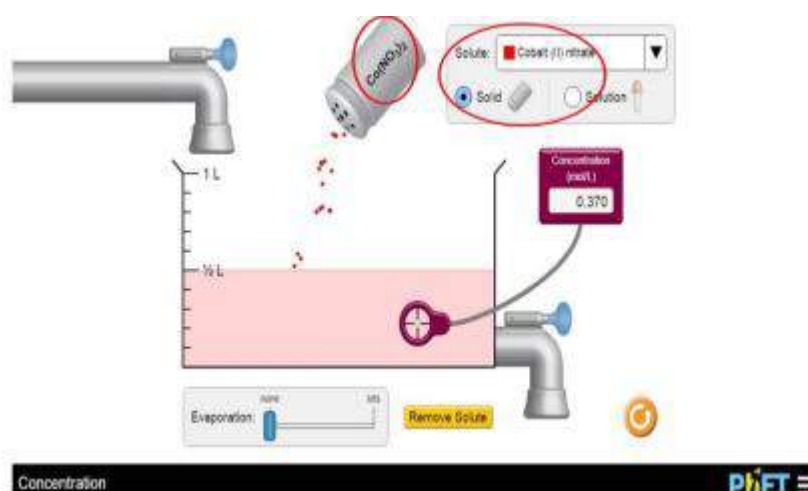
O T5 evidencia que as instituições que não possuem laboratórios químicos podem adotar o Irydium como ferramenta educativa, proporcionando novidades para os estudantes. Os autores ressaltam que:

Os estudantes, ávidos por novidades, também podem medir vários processos termodinâmicos, incluindo o calor de combustão, o calor de solução, o calor de reação, a capacidade calorífica e o calor de fusão do gelo, bem como explorar e compreender o comportamento de gases ideais, gases reais e gases de van der Waal, realizar titulações quantitativas precisas envolvendo reações ácido-base e reações eletroquímicas, e também podem ser adicionados outros recursos, como tubos de ensaio, se o educador assim o desejar (AQUINO et al., 2017a, p. 03).

O T3 mostra que este simulador permite um processo de ensino e aprendizagem de maneira altamente flexível. É possível mantê-lo como um software de ensino e treinamento de conteúdos que necessitam de recursos tecnológicos para serem visualizados.

No T10 observou-se uma proposta para o ensino de concentração para o segundo ano do Ensino Médio, a partir do Phet Colorado, respeitando o componente curricular de Química, com o objetivo de problematizar uma sequência didática para a manipulação e interação com o preparo de soluções de substâncias químicas. Além de analisar as concentrações, os alunos efetuaram estudos sobre os coeficientes de solubilidade.

Os autores do T10 demonstraram que a escolha da simulação é fácil e interativa, bastando selecionar qual soluto que será manipulado e seu respectivo volume de solução. Posteriormente, o aluno adiciona a quantidade de soluto desejada e efetua a análise da concentração, sendo possível também desenvolver os cálculos relacionados à concentração molar, à massa do soluto e à concentração comum da solução, conforme evidenciado na Figura 10, que exemplifica o preparo e medição de uma solução de nitrato de cobalto.



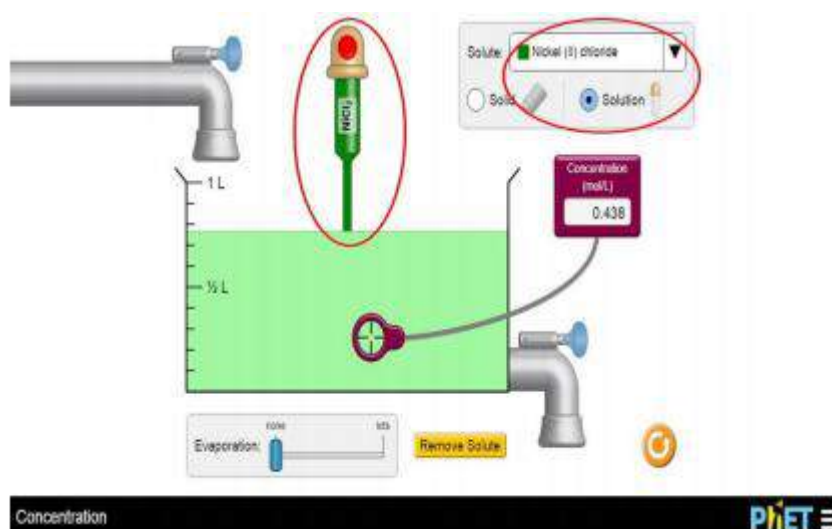
**Figura 10** – Preparação da solução de nitrato de cobalto

**Fonte:** Kafer e Marchi (2015, p. 05)

Além desta preparação, no T10 verificou-se a possibilidade de simular a dissolução do soluto que se encontrava em seu estado físico sólido, a partir da

71

seleção da solução em que deseja fazer a diluição, acrescentando água como solvente, obtendo a concentração da nova solução, conforme a adição gradativa do solvente. Observou-se com esta ação que conforme maior adição de solvente, menor será a concentração, conforme mostrado na Figura 11:



**Figura 11** – Seleção da solução saturada a ser utilizada no preparo da solução

**Fonte:** Kafer e Marchi (2015, p. 06)

No estudo T11, os autores adotaram o Phet Colorado no ensino dos estados físicos da matéria para alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Inicialmente o professor expôs o problema a ser analisado, a fim de identificar situações reais associadas. Na problematização inicial alguns termos e conceitos foram estabelecidos pelos alunos, conforme demonstrado no Quadro 9:

**Quadro 9** – Problematização inicial sobre estados físicos da matéria

Classificação	Termo ou conceito
Conceito	Como é a matéria; Sólido; Líquido; Gasoso
Mudança de fase	Condensação; Saindo do estado sólido para o estado líquido; Liquefação; Descongelando; Derretendo; Vaporização
Influência de fatores externos	Temperatura; Calor; Abaixamento da temperatura; “decomposição da naftalina” na temperatura; Mudança de fase

**Fonte:** Silva et al. (2016, p. 343)

O T14 também mostrou a possibilidade de se utilizar este simulador no ensino dos estados da matéria mantendo dois objetivos principais, dentre eles: identificar os



estados físicos da matéria, promovendo o entendimento das mudanças e suas respectivas fases em função das variações de temperatura e pressão; e como ferramenta para a introdução das interações entre os estados físicos da matéria (Figura 12).



**Figura 12** – Simulação sobre estados da matéria

**Fonte:** Santos Filho e Porto (2018, p. 24)

Com base na simulação apresentada na Figura 12, os alunos refletiram sobre a estrutura molecular conforme os diferentes estados da matéria como sólido, líquido e gasoso, entendendo a estrutura de cada matéria durante as alterações. Puderam ainda explicitar como se dá o aquecimento e resfriamento das moléculas e quais fatores interferem em seu comportamento, observando a mudança de volume. Houve a possibilidade de os aprendizes interpretarem graficamente o potencial interatômico das moléculas, a fim de complementar as simulações desenvolvidas com o Phet Colorado.

O T19 apresentou o uso do Phet Colorado para tratar de uma unidade temática voltada para o ensino dos modelos do átomo de hidrogênio, permitindo que os alunos visualizassem diferentes modelos representativos de Thomson, Rutherford-Bohr, Broglie e Schroedinger. Os educandos puderam analisar o

73

comportamento atômico perante a trajetória das partículas, interferência de variáveis, interações, bombardeamento com partículas e quantificação de prótons e nêutrons. A representação visual desta simulação é apresentada na Figura 13.

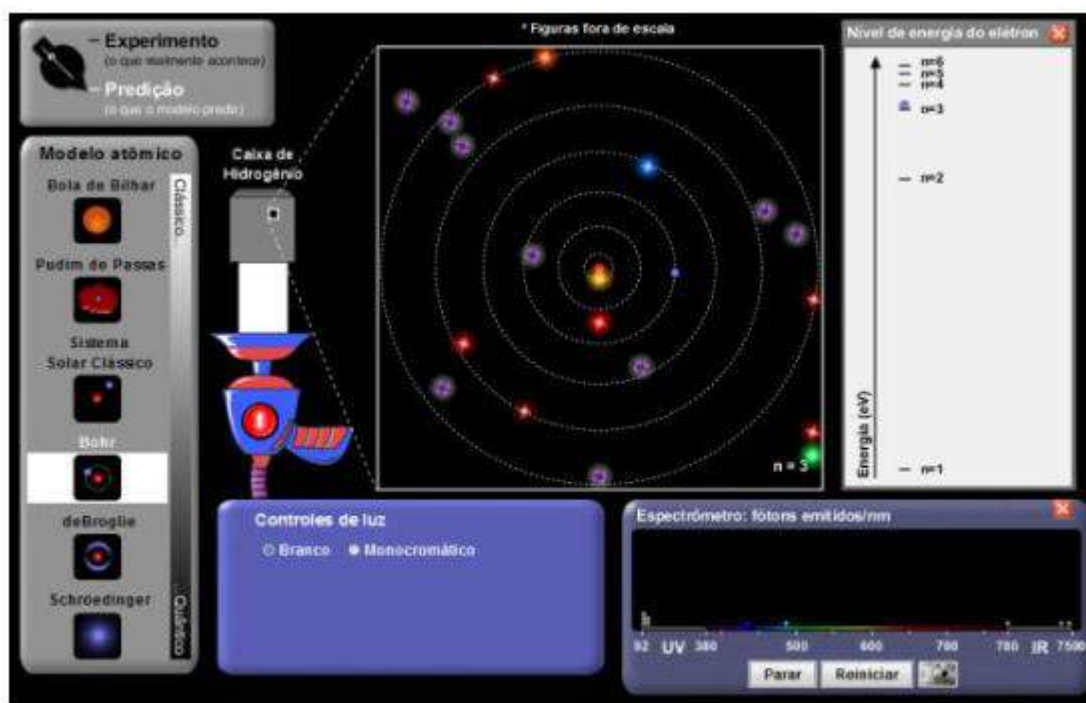


Figura 13 – Representação de átomo de hidrogênio

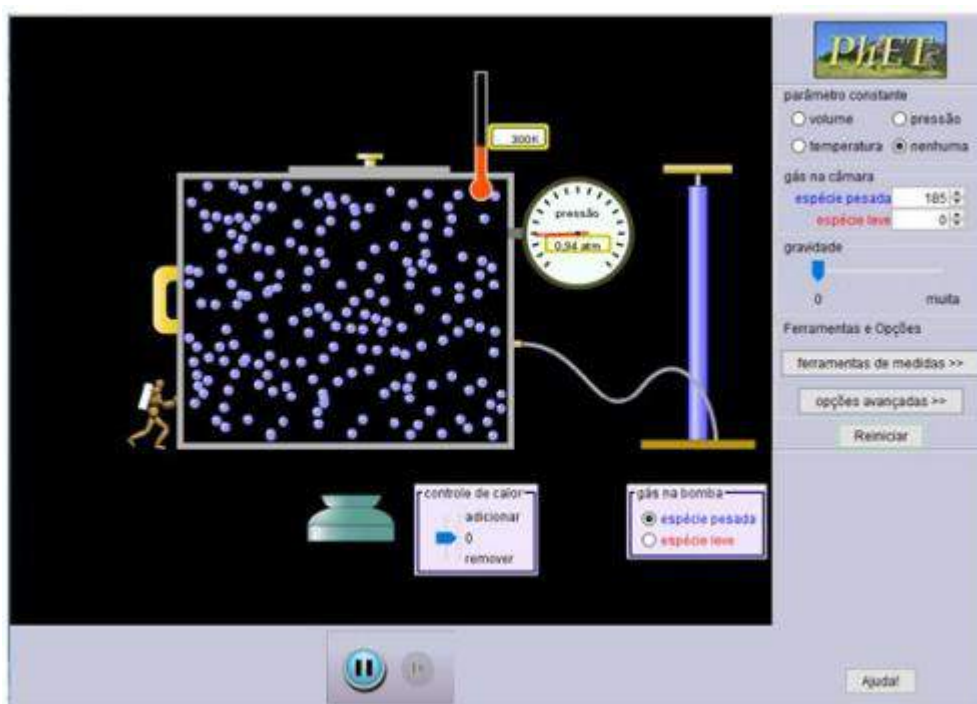
Fonte: Souza et al. (2020, p. 28)

De acordo com o T18, na plataforma gratuita, é possível encontrar ainda dicas de professores, recomendações que facilitam sua inserção em sala de aula e ainda usar o Phet com clickers. Cabe ressaltar que as simulações Phet são criadas a partir de estudos sobre como os alunos adquirem o conhecimento (PHET COLORADO, 2021). Uma das principais funcionalidades do Phet Colorado é possibilitar a ativação do modo projeção, facilitando a exposição do conteúdo pelo professor (Figura 14).



**Figura 14** – Uso do Phet Colorado a partir do modo projeção**Fonte:** Sartore (2019, p. 08)

No T17, os autores realizaram uma atividade voltada para a simulação das propriedades dos gases para alunos do segundo ano do Ensino Médio a partir do Phet Colorado, apresentada na Figura 15. Os autores descreveram que as aulas dedicadas à esta simulação mantiveram duração de 1 hora, sendo tratados assuntos como “estados da matéria, gás ideal e gás real, variáveis de estado de um gás, transformações gasosas, equação geral dos gases, etc” (PASSOS et al., 2019, p. 16). Após o debate sobre estes conceitos, o professor aplicou exercícios para a fixação do conteúdo.

**Figura 15** – Simulação sobre propriedade dos gases**Fonte:** Passos et al. (2019, p. 15)

Passos et al. (2019) no T17, enumeram alguns motivos para se adotar o Phet Colorado nas aulas de Química, descritos no Quadro 10.

**Quadro 10** – Benefícios do uso do Phet Colorado nas aulas de Química

- Há 39 simulações disponíveis para a disciplina de Química que permitem trabalhar conteúdos de Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química, etc;

- Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página do software (on-line) ou serem baixados pelo público em geral;
- Podem ser executadas em qualquer equipamento, sem a necessidade de recursos altamente específicos;
- As simulações oferecem modelos fisicamente corretos de maneira acessível;
- As simulações são geralmente desenvolvidas em flash, um formato mais leve e que necessita apenas de um plugin para serem executadas;
- O grupo que desenvolve as simulações realiza avaliações sobre a eficiência do seu uso em sala de aula, inclusive com a realização de entrevistas com os estudantes;
- Permite a escolha do idioma e não exige conhecimento de programação.

**Fonte:** Passos et al. (2019, p. 13)

No T20, Serbim e Santos (2021) utilizaram a simulação virtual com o Phet Colorado como metodologia ativa no desenvolvimento de uma sequência didática sobre soluções químicas, permitindo que os alunos determinassem a concentração de diferentes soluções aquosas. Nesta simulação, os educandos puderam tratar das questões associadas à diluição de soluções em razão do volume de água, alterações nos valores de concentração, aplicação de adição ou evaporação e determinação do coeficiente de solubilidade.

O T20 demonstrou ainda a possibilidade de se realizar outra simulação virtual com esta ferramenta para soluções de açúcar e sal, possibilitando analisar os aspectos microscópicos e macroscópicos desta relação. A partir da verificação dos fatores de dissolução de cloreto de sódio, cloreto de cálcio, nitrato de sódio, sacarose e glicose, os alunos puderam entender as principais teorias de solvatação e condutividade elétrica.

O T12 relata que outros conteúdos podem ser trabalhados com o Phet Colorado como o Balanceamento de equações, permitindo que o aluno exerça sua reflexão para entender quais os elementos necessários para balancear uma equação, possibilitando o teste das hipóteses estabelecidas. Com esta atividade, os educandos reconhecem o número de átomos de cada elemento, sua participação nas reações químicas e compreensão das matérias moleculares (Figura 16).

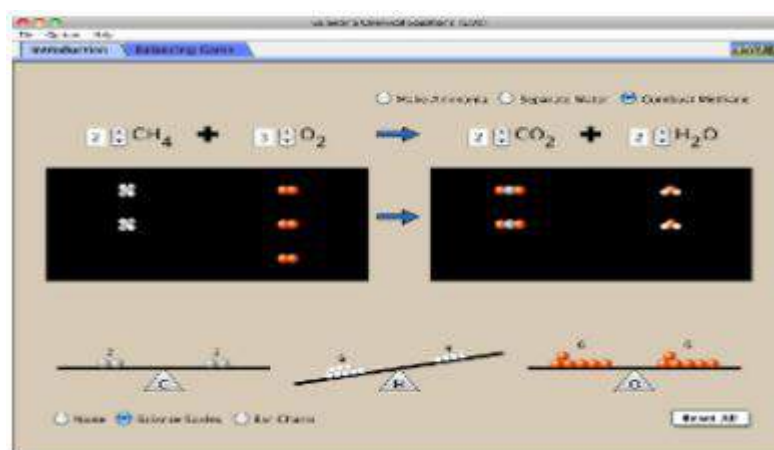


Figura 16 – Simulação sobre balanceamento de equações

Fonte: Sampaio (2017, p. 18)

Os alunos podem construir moléculas, facilitando o entendimento do conteúdo sobre as principais diferenças entre átomo e moléculas. A simulação propicia ao educando a construção de moléculas, e sobretudo o reconhecimento do seu coeficiente e a sua aplicação em diferentes representações (Figura 17).

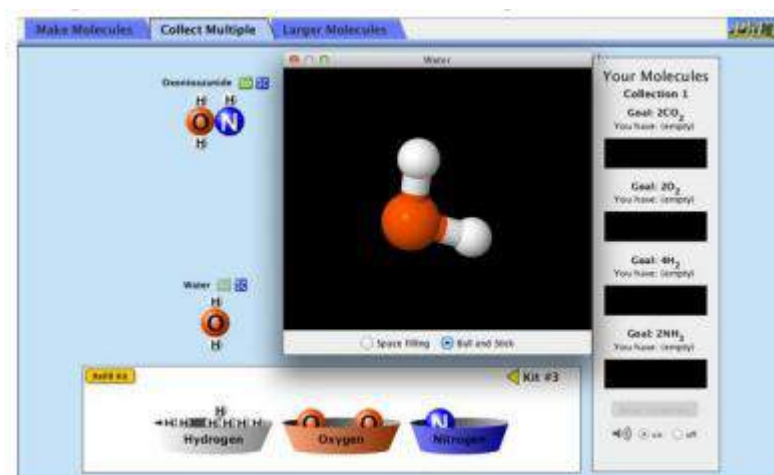
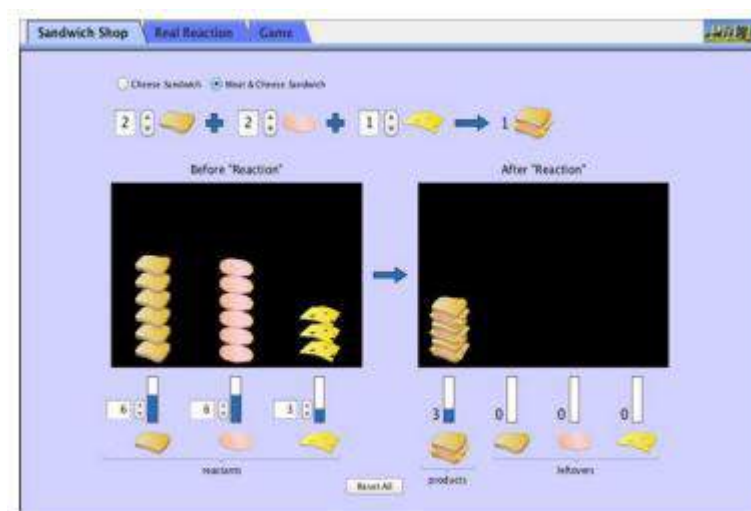


Figura 17 – Simulação sobre construção de moléculas

Fonte: Sampaio (2017, p. 18)

Em uma atividade um pouco mais complexa, o T12 sugere a simulação da relação entre reagentes e produtos. A Figura 18 apresenta a respectiva simulação citada:



**Figura 18** – Simulação sobre reagentes, produtos e excesso

Fonte: Sampaio (2017, p. 18)

Diante da simulação apresentada na Figura 18, fica claro que os alunos podem criar seu próprio sanduíche e identificar quantos podem ser produzidos mediante a quantidade de ingredientes apresentada, associando esta abordagem para reações químicas e diferentes volumes de reagentes.

De acordo com o T16, é possível usar o simulador Phet no ensino das funções químicas orgânicas para alunos do terceiro ano do Ensino Médio, como objetivo de manter o interesse dos alunos a partir de recursos computacionais. Após a apresentação da simulação envolve os principais conceitos sobre a temática proposta, os alunos responderam um questionário, a fim de identificar quais funções orgânicas puderam observar na atividade. Diante deste resultado, os alunos mantiveram bom desempenho em função da atividade dinâmica efetuada, pois entraram em contato com uma simulação não conhecida, e puderam fixar melhor o conteúdo químico, normalmente reconhecido como cansativo e desinteressante por grande parte dos aprendizes.

O T15, recomenda o uso do Phet para o ensino das propriedades dos elementos químicos a partir de diferentes simulações apresentadas no modo projeção em sala de aula, uma vez que muitos alunos possuem dificuldade em assimilar este conteúdo. Os autores constataram que a compreensão do conteúdo ocorreu de modo mais efetivo, sendo a ferramenta considerada inovadora e altamente didática, já que facilita o entendimento dos conteúdos, permitindo que os alunos alterassem as possibilidades dos fenômenos e explorassem os resultados.

Os alunos aprendem melhor quando estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, inclusive no ambiente virtual. O Phet Colorado potencializa as estratégias de ensino, tornando o aprendizado muito mais dinâmico e diligente ao garantir a simulação de situações reais. Esta abordagem é um exercício sequencial de tomada de decisões, apoiada a partir de um modelo de fenômeno químico, sendo inovadora e versátil, principalmente voltada para o desenvolvimento do aprendiz. Além disso, fornece mais oportunidades de aprendizagem do mundo real em tempos de tempo e espaço, em comparação com os métodos tradicionais de aprendizagem teórica.

### 3.2.3 Desafios

A categoria desafios possibilitou a emersão de cinco subcategorias: funcionalidades do simulador, institucionais, as relativas à formação do professor e as relativas aos alunos. O quadro 11 apresenta os desafios mencionados e suas subcategorias:

**Quadro 11** - Subcategorias dos desafios e aspectos mais mencionados de cada uma delas nos trabalhos

Subcategorias dos desafios	Desafios mais comumente mencionadas	Trabalhos
Funcionalidades do simulador	Design instrucional não é intuitivo	T5
	Interface não é em português	T1, T6
	Necessário ter conhecimento de informática	T1, T5, T16, T18
Institucionais	Planejamento e apoio institucional	T7
	Infraestrutura - informática	T7
Relativos ao professor	Necessidade de formação	T1, T5
	Resistência a mudança	Não há
	Necessidade de planejamento	T1, T5
	Necessidade de valorização	Não há

	profissional	
	Necessidade de estabelecer regras	Não há
Aluno	Inclusão digital	T16, T18
	Gerenciamento emocional	Não há

Fonte: o autor

Chama a atenção o número de trabalhos que fala da formação inicial do professor, como um dos desafios para o uso de simuladores, este aspecto foi recorrente. No trabalho T5, Aquino et al. (2017) coloca que uma formação que não trabalhe adequadamente o uso de TICs no ensino de química pode impedir o uso dos simuladores, já no T2 Carvalho (2013) coloca que os professores acreditam que ao utilizar esses recursos, podem perder a autonomia em sala de aula, porque os alunos teriam um domínio maior do que eles do computador, sugerindo a necessidade de formação continuada dos professores para uso de TICs. Já no T2 os autores ressaltam que não basta conhecer a tecnologia, mas é necessário também ter domínio de diferentes estratégias de ensino.

Com relação ao ChenDemos, o T1 descreve que por estar disponível apenas na língua inglesa, é preciso que o professor seja capacitado para explorar o site, a fim de desenvolver um roteiro que possibilite uma prática adequada com base nos objetivos propostos em sala de aula.

Alguns desafios foram identificados quanto ao uso do Irydium. Conforme o T5, o uso do simulador Irydium apresenta alguns desafios e limitações. O uso deste software precisa de conhecimentos de informática intermediária por parte dos educadores, além do conhecimento de língua estrangeira e dos próprios conteúdos programáticos que compõem o currículo da disciplina de Química. Os autores descrevem ainda que o design instrucional não é intuitivo, não apresenta recursos de acessibilidade e também não permite que o usuário customize o ambiente virtual de aprendizagem.

Ficou claro no T6 que, a falta de acessibilidade do simulador Irydium, impõe limitações em seu uso em sala de aula. Além disso, a interação síncrona se dá apenas por e-mail, demonstrando que existem outros laboratórios virtuais mais adequados e completos para uso educativo. A plataforma com os simuladores é apresentada em 3 idiomas: Inglês, Espanhol e Italiano, e como não é disponibilizada



em Português, poderá ser um dificultador para os estudantes do ensino médio ao fazer a utilização do mesmo, o que fatalmente poderá ser um fator excludente para alguns estudantes.

Conforme o T7, os principais desafios no uso do simulador Irydium envolveram a falta de infraestrutura do laboratório de informática da instituição de ensino, bem como a falta de computadores e Internet instável, provocando várias paradas do software durante as aulas.

No uso do Phet Colorado, o T18 demonstrou que o principal desafio a ser superado pelos docentes no uso de simuladores é a dificuldade de aprendizagem e entendimento dos conceitos teóricos pelos alunos, exigindo muitas vezes que o professor trabalhe os conteúdos constantemente durante as simulações. O T16 complementa esta questão, enfatizando que alguns alunos apresentam dificuldades básicas no manuseio do computador, necessitando de explicações prévia e durante as aulas.

### 3.2.4 Atividades avaliativas

Diversos trabalhos analisados apresentam resultados da aplicação do simulador estudado em sala de aula. Nestes trabalhos, para a avaliação do uso do simulador e, por vezes da aprendizagem dos alunos, atividades de avaliação foram feitas. O Quadro 12 apresenta as principais estratégias utilizadas para as avaliações:

**Quadro 12** - Atividades avaliativas descritas nos trabalhos

<b>Atividades</b>	<b>Trabalhos</b>
Questionário de opinião do aluno	T2, T7
Exercícios ou questões sobre o conteúdo abordado	T11, T12, T13, T20
Entrevista semi estruturada com alunos	T10
Comparação de notas	T17
Questionário de opinião do professor	T20

Fonte: o autor

Após o uso do Irydium nas aulas de Químicas no T2, os alunos foram avaliados a partir de um questionário com a finalidade de compreender se os mesmos se sentiram satisfeitos com o conhecimento obtido e se o uso desta ferramenta contribuiu realmente com o entendimento dos conteúdos. Observou-se que os alunos no final das aulas permaneceram extremamente satisfeitos com o uso do simulador, relatando ainda que a ferramenta contribuiu muito com a compreensão do conteúdo. No T7, também foi possível identificar a satisfação e a facilidade na compreensão dos conteúdos químicos após o uso do Irydium mediante a aplicação de um questionário avaliativo. Os resultados demonstraram que os alunos se sentiram mais motivados a participarem das aulas de químicas, uma vez que no final das aulas, houve o entendimento dos conteúdos trabalhados.

No T11, após o uso do simulador Phet Colorado nas aulas de Química, os alunos foram incentivados a sistematizar os conhecimentos prévios sobre a problematização inicial para que pudessem propor soluções através da simulação. Os autores relatam que as características didáticas da ferramenta que proporciona visualização eficiente e interação com as partículas microscópicas possibilitaram que os alunos representassem os modelos desejados, promovendo o desenvolvimento cognitivo para o conteúdo exposto. Durante a aplicação do plano de aula, o professor efetuou algumas perguntas de acordo com a problematização inicial, a fim de incentivar a procura das soluções pelos alunos através das simulações e principalmente, contribuir com a construção de modelos mentais reais e adequados.

Ao final das simulações, o T13 mostrou que a plataforma do Phet Colorado busca recolher respostas individuais sobre a interface e o aprendizado. As respostas reúnem uma série de dados relevantes para que a ferramenta permaneça em constante aperfeiçoamento.

Segundo o T20, os alunos se demonstraram satisfeitos com o uso do Phet Colorado para o aprendizado de soluções químicas, sendo uma das ferramentas que os educandos mais gostaram, desejando a repetição da atividade em outras oportunidades. Os alunos relataram que a partir da simulação virtual é possível observar o que normalmente não conseguem, podendo inclusive repetir os experimentos em casa. As simulações virtuais tornaram o aprendizado não apenas divertido, mas mais significativo, pois auxiliam na fixação do conteúdo, complementando as teorias explicitadas inicialmente pelo professor.

De acordo com o T20, as simulações virtuais foram essenciais para que os alunos entendessem os fenômenos mais facilmente, identificando o mecanismo que os tornam possíveis. Com isso, o professor ampliou os debates e questionamentos, promovendo a experimentação, considerada um dos fatores mais importantes para o entendimento profundo do conteúdo.

No T10, Kafer e Marchi (2015) enfatizaram que o uso do Phet Colorado no ensino de Química mantém os alunos mais envolvidos com os problemas, mantendo a percepção elevada para os fenômenos analisados e conseqüentemente, mais aptos a exercerem a reflexão sobre as informações transmitidas. O simulador melhorou o aprendizado dos alunos do Ensino Médio sobre soluções, pois promoveu a construção de mapas conceituais mais eficientes. Os autores afirmam que:

Indagações e afirmações durante as simulações sugerem associações de conhecimentos pré-existentes, ancoradas em situações vivenciadas pelos estudantes, em conceitos abordados em aulas teóricas, em aulas práticas ou em simulações realizadas referentes a outros conceitos de soluções, tornando assim a aprendizagem significativa. Levando-se em conta o que foi observado, arrisca-se dizer que os recursos tecnológicos podem contribuir para a qualificação do processo de ensino e de aprendizagem, pois o uso de diferentes linguagens amplia o acesso às informações e facilita a construção do conhecimento (KAFER; MARCHI, 2015, p. 09).

Segundo o T12, a construção de mapas conceituais antes de propor o uso do simulador Phet Colorado é relevante, pois permite que os alunos identifiquem qual o nível de conhecimento sobre o conteúdo que será abordado, evidenciando os principais conceitos a serem tratados e como eles podem ser inseridos no estudo prático, visando a experimentação. Com isso, há a possibilidade de os professores realizarem alterações nas simulações, visando atender as necessidades de aprendizagem dos educandos.

O T17 buscou avaliar a nota média dos alunos antes e depois da proposta de simulação, identificando que os aprendizes tiveram um aumento significativo nas notas das avaliações, e conseqüentemente, conseguiram assimilar mais facilmente o conteúdo exposto. A nota média dos alunos antes foi de 3,89, muito abaixo da média considerada para a aprovação que foi de 7,0. Após as aulas de experimentação, os alunos aumentaram esta média para 5,8.

No T17, ao avaliar a satisfação dos alunos com as aulas experimentais, os autores comprovaram que 95% dos alunos gostariam que a disciplina de Química

83

fosse ensinada de modos diferente, a fim de tornar o aprendizado mais dinâmico e interessante. Além disso, 86% dos aprendizes reconheceram que os recursos tecnológicos como o simulador Phet Colorado conseguem chamar sua atenção e melhorar o seu interesse perante o conteúdo transmitido na escola.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de recursos tecnológicos e metodologia ativa na Educação não visa meramente a construção de modelos fixos e padronizados, mas sobretudo, a formação de conceitos provenientes de atividades rotineiras simples, que fazem parte do cotidiano. Esses conceitos são trabalhados dinamicamente, possibilitando alta interação, visando a familiarização e entendimento significativo, fazendo com que os aprendizes realizem seus próprios questionamentos, a fim de explorar e investigar os conteúdos.

Dessa forma, a simulação é um meio eficiente que assegura aos alunos, o aprendizado adquirido em sala de aula mediante exposição, propiciando, sobretudo, o teste de seus conhecimentos a partir das decisões simuladas, mantendo o foco na busca de informações que possam garantir melhor resolutividade dos problemas apresentados.

O ensino de Química deve priorizar a interação entre aluno-aluno e aluno-professor durante os processos de ensino e aprendizagem não apenas no nível pedagógico, mas por meio de competências críticas como o engajamento dos aprendizes em sala de aula. O desenvolvimento da prática e da teoria neste processo deve proporcionar o desenvolvimento da aprendizagem significativa, promovendo o entendimento dos fenômenos químicos de acordo com as experiências pessoais de cada aluno, contribuindo com a formação de cidadãos cada vez mais críticos e responsáveis, atuantes perante resolução de questões da sociedade com base no uso dos conhecimentos adquiridos na disciplina.

A articulação entre a teoria e a prática é fundamental para que haja o máximo aproveitamento possível das aulas de Química pelos alunos, contribuindo com sua formação integral e significativa, visto que o entendimento desta disciplina deve ser alcançado através da experimentação das teorias encontradas nas práticas dos fenômenos científicos.

O principal objetivo dos ambientes virtuais no Ensino de Química é contribuir com a sistematização dos conteúdos por meio de propostas mais dinâmicas, que propiciam maior envolvimento do aluno com os conteúdos conforme a realidade que

o cerca. O aprendizado é obtido naturalmente, havendo o desenvolvimento integrado e equilibrado do indivíduo.

O uso dos simuladores no ambiente educativo é capaz de transformar uma aula pautada em conteúdos mecanizados e sistemáticos em momentos altamente produtivos, onde o aluno desenvolve habilidades nunca imaginadas, despertando o interesse pelos conteúdos. Garante ainda a construção de vínculos mais estreitos com os profissionais educadores, fomentando um clima agradável e afetivo em sala de aula, impactando no processo geral de ensino e aprendizagem.

A partir do estudo bibliográfico proposto, foram selecionados 20 trabalhos para análise. Ao analisar o tipo de simuladores, constatou-se que tanto o ChemDemos quanto o Irydium – Virtual Chemistry Lab são softwares educativos relevantes para a implementação nas aulas do ensino Médio, porém considera-se que o Phet Colorado seja de mais fácil acesso, uma vez que se encontra disponível em português, apresenta uma interface mais interativa e de fácil entendimento, além de ser vastamente utilizado no ambiente educativo.

Na categoria de conteúdos químicos, observou-se que poucos estudos abordam conteúdos de Química Orgânica, Inorgânica e Quântica, uma vez que 15 trabalhos fizeram uso dos simuladores para o ensino da Físico-Química.

Na categoria de potencialidades observou-se que poucos trabalhos tratam do Chemdemos. A maioria dos estudos permanecem focados na análise do uso dos simuladores Irydium e Phet Colorado. O uso do Irydium é indicado para o ensino de soluções, voltagem e corrente elétrica a partir de experiências em um laboratório químico virtual, facilitando o entendimento. Por sua vez, a ferramenta Phet Colorado, inserida no ensino de Química, possibilita aos aprendizes o desenvolvimento de habilidades cognitivas indispensáveis para o entendimento dos conteúdos químicos.

Considerando os estudos analisados no presente trabalho, evidenciou-se que o Phet Colorado é o simulador mais bastante versátil, possibilitando o trabalho de vários conteúdos voltados para o Ensino Médio, dentre eles: preparo de soluções de solutos; estados físicos da matéria; concentração e dissolução; propriedade dos gases; construção de moléculas; relação entre reagentes e produtos; e funções orgânicas. Ressalta-se ainda que o Phet apresenta características mais didáticas e mais simples de serem implementadas no ambiente educativo, se apoiando ainda na prática da Gamificação, permitindo que os professores adotem jogos e competições

entre os alunos para ensinar conteúdos complexos e normalmente considerados cansativos e de difícil entendimento.

Na categoria de atividades avaliativas, observou-se que os professores que analisaram o desempenho dos alunos, constataram que os mesmos se sentiram satisfeitos com a aula a partir de simuladores e puderam compreender mais facilmente os fenômenos químicos analisados.

Na categoria de desafios, destacam-se nos estudos que estão associados com a falta de infraestrutura adequada pela instituição, sinal de Internet instável e dificuldades dos alunos em manusearem funções básicas do computador, necessitando de acompanhamento constante durante as atividades propostas. Além disso vale destacar que, além do acesso à tecnologia, o principal aspecto desafiador que emergiu das análises é a formação dos professores para o uso dos simuladores e o domínio de estratégias adequadas.

Desta forma, para trabalhar este aspecto que emergiu como principal desafio encontrado no uso dos simuladores, foi elaborado um produto educacional pelo autor do presente trabalho, que visa auxiliar os professores na disciplina de química no uso do simulador. Trata-se de um manual (APENDICE B) e um vídeo (link.: <https://youtu.be/o5FIDJKwdRw>) contendo um passo-a-passo na utilização do simulador Phet Colorado, para que possam ministrar suas respectivas aulas com o auxílio dos simuladores virtuais.

Diante disso, considera-se que o objetivo proposto no trabalho foi atingido, uma vez que foram apresentadas as possibilidades e desafios no uso de simuladores virtuais no Ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

AHLERT, E. M; WILDNER, M. C. S; PADILHA, T. A. F. **A reforma do Ensino Médio: educação profissional e a formação de professores.** In: Anais do II Seminário de Educação Profissional, 11 e 12 de maio de 2017. Disponível em: <[https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/215/pdf\\_215.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/215/pdf_215.pdf)>

Acesso em: 24 de mai. 2021

ALMEIDA, A. L. R; SILVA, F. J. B. **Simulações Phet como ferramenta para o ensino de química no ensino médio.** In: II Seminário Estadual da Formação Continuada de Professores – Itinerários Formativos, 12 e 13 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.ced.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/82/2020/01/17-SIMULA%C3%87%C3%95ES-PHET-COMO-FERRAMENTA-PARA-O-ENSINO-DE-QU%C3%8DMICA-NO-ENSINO-M%C3%89DIO.pdf>> Acesso em: 12 de jun. 2021

AQUINO, C; TEIXEIRA, M; SILVA, J; MEDEIROS, E; SANTOS, A; GOMES, A. Laboratórios virtuais: O desenvolvimento de um protótipo para o ensino da química. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. extr., n. 13, p. 1-5, 2017a.

AQUINO, C; TEIXEIRA, M; SILVA, J; SANTOS, A; SOUZA, H; MORAIS, C; HOMENICK, D. Laboratórios virtuais: Um estudo comparativo entre plataformas de aprendizagem para o ensino da química. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. extr., n. 13, p. 1-6, 2017b.

AQUINO, R. A. N. **Estratégias e ferramentas para condução das disciplinas de laboratório durante o ERE (2020)** Disponível em: <<https://www.tecnicoquimica.timoteo.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/223/2020/08/Estrat%C3%A9gias-e-ferramentas-para-condu%C3%A7%C3%A3o-das-disciplinas-de-laborat%C3%B3rio-durante-o-ERE.pdf>> Acesso em: 10 de out. 2021



ARAUJO, I. S; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.

ARAÚJO, J. C. **Internet & ensino: novos gêneros, outros desafios**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2007.

BAUER, M. W. **Análise de conteúdo clássica: uma revisão**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.). Pesquisa qualitativa com texto imagem e som: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum – BNCC: Educação é a base**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)> Acesso em: 10 de out. 2021

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)> Acesso em: 24 de mai. 2021

BRASIL. **Lei nº 12.056, de 13 de outubro de 2009**. Acrescenta parágrafos ao art. 62 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12056.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12056.htm)> Acesso em: 24 de mai. 2021

BRASIL. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm)> Acesso em: 24 de mai. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRIZOLA, J; ALONSO, K. M. Tecnologias e Educação: o uso das TICs no Ensino Médio. **Relva**, v. 4, n. 1, p. 135-163, jan./jun. 2017.

BROOKFIELD, S. D. **Becoming a critically reflective teacher**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1995.

CAMPAGNOLO, R; SILVA, A. A. D; RAUBER, J. J; TRATCH, R. Uso da abordagem peer instruction como metodologia ativa de aprendizagem: um relato de experiência. **Signos**, ano 35, n. 2, p. 79-87, 2014.

CARABETTA JÚNIOR, V. Rever, Pensar e (Re)significar: a Importância da Reflexão sobre a Prática na Profissão Docente. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 34, n. 4, p. 580-586, 2010.

CARDOSO, M. J. C; ALMEIDA, G. D. S; SILVEIRA, T. C. Formação continuada de professores para uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, v. 29, p. 97-116, 2021.

CARVALHO, M. A. G. **O software como ferramenta pedagógica no ensino de Química** (2013) Disponível em <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2101/1/PB\\_COQUI\\_2013\\_2\\_06.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2101/1/PB_COQUI_2013_2_06.pdf)> Acesso em: 18 de jul. 2021

CARVALHO, P. S; LOPES, A. M. S; SILVA, E. M. F. **Simulador Phet como estratégia de ensino em conteúdos de Química Orgânica.** In: VI Congresso Nacional de Educação, 2019. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD1\\_SA20\\_ID9533\\_08082019204939.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA20_ID9533_08082019204939.pdf)> Acesso em: 17 de mai. 2021

CHEMDEMOS. Disponível em: <<https://chemdemos.uoregon.edu/>> Acesso em: 10 de out. 2021

COELHO, A. S; UNGLAUB, E. **Gestão escolar e inovação: novas tendências em gestão escolar a partir das teorias em gestão da Inovação (2012).** Disponível em: <[http://aforges.org/conferencia2/docs\\_documentos/Paralela\\_4/Coelho\\_Adriano%20e%20Unglaub%20\(UNASP-BR\).pdf](http://aforges.org/conferencia2/docs_documentos/Paralela_4/Coelho_Adriano%20e%20Unglaub%20(UNASP-BR).pdf)> Acesso em: 17 de mai. 2021

CORDEIRO, D. L. A. **A aula invertida na Educação a Distância (2014)** Disponível em: <[https://www.revistadoisat.com.br/numero2/05\\_A\\_Aula\\_Invertida\\_Dayse.pdf](https://www.revistadoisat.com.br/numero2/05_A_Aula_Invertida_Dayse.pdf)> Acesso em: 17 de mai. 2021

DEWEY, J. **How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process.** Boston, MA: DC Heath and Company, 1933.

DUMONT, L. M. M; CARVALHO, R. S; NEVES, A. J. M. O peer instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de Química. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

FERNANDES, L. A; GOMES, J. M. M. Relatórios de pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. **ConTexto**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 1-23, 2003.

FERRARINI, R; SAHEB, D; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 57, n. 52, p. 1-30, e- 15762, abr./jun. 2019. Disponível em:

91

<<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/15762/11342>> Acesso em: 19 de mai. 2021

FERRAZ, A. P. do C. M; BELHOT, R. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod. [online]**., v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FREITAS, L. F. A. **As TIC no contexto escolar no Ensino Médio**: um estudo em escolas da rede pública de Santa Maria – RS (2014) Disponível em: <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11874/Freitas\\_Leandro\\_Felipe\\_Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11874/Freitas_Leandro_Felipe_Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 18 de mai. 2021

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, L. A. P. **Simuladores de Química disponíveis no Phet Colorado**: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa (2017) Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/7727/3/L%c3%8dLIAN%20AMANCIO%20DE%20PINHO%20GOMES%20-%20TCC%20LICENCIATURA%20EM%20QU%c3%8dMICA%202017.pdf>> Acesso em: 14 de out. 2021

JOHNSTONE, A. H. The Development of Chemistry Teaching. **The Forum**, v. 70, n 9, 1993.

KAFER, G. A; MARCHI, M. I. **Utilização do Software de Simulações PhET como estratégia didática para o ensino dos conceitos de soluções** (2015) Disponível em: <[https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/giovana\\_aparecida\\_kafer.pdf](https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/giovana_aparecida_kafer.pdf)> Acesso em: 21 de mai. 2021

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. São Paulo: Papyrus, 2012.

LAVRIC, A. **Teachers' reflections on their attitude toward students** (2012) Disponível em: <<http://www.pef.uni-lj.si/atee/978-961-6637-06-0/059-065.pdf>> Acesso em: 16 de jun. 2021

LEAL, M. M; SILVA, A. T. S; MENESES, L. S. **A utilização do simulador Phet como ferramenta de ensino nas aulas on-line de ciências em uma escola do município de Água Branca – PI.** In: VII Congresso Nacional de Educação – CONEDU, 15,16 e 17 de outubro de 2020. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO\\_EV140\\_MD1\\_SA16\\_ID1440\\_01102020225114.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA16_ID1440_01102020225114.pdf)> Acesso em: 18 de out. 2021

LEITE, L. R; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. bras. Estud. pedagog.** (online), Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, maio/ago. 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos para que?** São Paulo: Cortez, 2004.

LIMA, E. C; MARIANO, D. G; PAVAN, F. M; LIMA, A. A; ARÇARI, D. P. **Uso de Jogos Lúdicos Como Auxilio Para o Ensino de Química** (2018) Disponível em: <[https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/3ed\\_foco\\_Jogos-ludicos-ensino-quimica.pdf](https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/3ed_foco_Jogos-ludicos-ensino-quimica.pdf)> Acesso em: 23 de jun. 2021

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 136, a. XII, p. 95-101, 2012.

LOPES, B. E. R; ROMANO, M. G. **O uso de simulações para aprendizagem de atomística através do ensino remoto no ensino médio.** In: X Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, I Seminário de Iniciação Científica - IFRO – Campus Cacoal,

93

out. 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Elias-Rocha-Lopes/publication/348425712\\_O\\_uso\\_de\\_simulacoes\\_para\\_aprendizagem\\_de\\_atomistica\\_atraves\\_do\\_ensino\\_remoto\\_no\\_Ensino\\_Medio/links/60c2575b92851ca6f8db356c/O-uso-de-simulacoes-para-aprendizagem-de-atomistica-atraves-do-ensino-remoto-no-Ensino-Medio.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Elias-Rocha-Lopes/publication/348425712_O_uso_de_simulacoes_para_aprendizagem_de_atomistica_atraves_do_ensino_remoto_no_Ensino_Medio/links/60c2575b92851ca6f8db356c/O-uso-de-simulacoes-para-aprendizagem-de-atomistica-atraves-do-ensino-remoto-no-Ensino-Medio.pdf)> Acesso em: 18 de out. 2021

LOPES, S. C. R. **A Relação professor aluno e o processo ensino aprendizagem.** Paraná, 2009.

MARTINS, G. **Metodologias ativas:** métodos e práticas para o século XXI. Goiás: IGM, 2020.

MARTINS, J; RODRIGUEZ, A; BEBER, B; MACEDO, C; FIALHO, F; ULBRICHT, V. **Perspectivas da mediação pedagógica e da transposição didática em educação à distância** (2006) Disponível em: <[http://www.iadis.net/dl/final\\_uploads/200607C047.pdf](http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200607C047.pdf)> Acesso em: 07 de jun. 2021

MAZZALI, K. **O uso do Laboratório Virtual para o ensino e aprendizagem de estequiometria nas aulas de Química** (2018) Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/200554/001103999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 18 de jul. 2021

MESSINA, G. Mudança e inovação educacional: notas para reflexão. **Cadernos de pesquisa**, n. 114, p. 225-233, nov/ 2001.

MILEO, T. R; KOGUT, M. C. **A importância da formação continuada do professor de educação física e a influência na prática pedagógica.** In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE/ III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 26 a 29 de outubro de 2009. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3000\\_1750.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3000_1750.pdf)> Acesso em: 19 de jun. 2021

MORAN, J. M. **A TV digital e a integração das tecnologias na educação** (2007). Disponível em:

<[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/digital.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/digital.pdf)>

Acesso em: 17 de mai. 2021

MORAN, J. M. **Contribuições para uma Pedagogia da Educação Online**. São Paulo: Loyola, 2003.

MORAN, J. M. **Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora** (2017) Disponível em: <[http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/11/tecnologias\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/11/tecnologias_moran.pdf)> Acesso em: 22 de mai. 2021

OLIVEIRA, L. S. **Passado, presente e futuro do ensino de química no Brasil: um ensaio acadêmico** (2009) Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155500/000885014.pdf?sequence=1&isa>> Acesso em: 27 de mai. 2021

OLIVEIRA, V. B; MACEDO, M. J. H. Contextualização no ensino de química: uma análise dos DCNEM e PCNS na construção de um ensino médio significativo. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 4, n. 1, p. 114-120, 2014.

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. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/267892466.pdf>> Acesso em: 10 de jun. 2021

PEARSON. Disponível em: <<http://www.pearson.com.br/lde/sobre-pe.html>> Acesso em: 18 de jul. 2021

PELLIZZARI, A; KRIEGL, M. de L; BARON, M. P; FINCK, N. T. L; DOROCINSKI, S. I. Teoria Da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Rev. PEC**, v.2, n.1, p.37-42, 2002.

PHET COLORADO. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)> Acesso em: 27 de mai. 2021

REIS, A. R. S; NOBREGA, C. T; DANTAS, D. N; BARROSO, M. R. **O uso das tecnologias da informação e comunicação na educação profissional e tecnológica** (2018) Disponível em: <<https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/937>> Acesso em: 22 de mai. 2021

ROCHA, J. R; CARNEIRO, B; SANTOS, A. L. O lúdico no ensino de química: uma abordagem didática para o 3º ano do ensino médio. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 5, p. 148-157, 2019.

ROSA, C. **Gestão estratégica escolar**. Petrópolis: Vozes, 2004.

SAMPAIO, I. S; CÂMARA, E. V. A; MOREIRA, S. R. S. **A utilização dos simuladores virtuais Phet em Química no 1º ano do ensino médio sobre balanceamento de equações** (2015) Disponível em: <<https://uerr.edu.br/eepe/ieepe/gt1/gt19.pdf>> Acesso em: 17 de mai. 2021

SAMPAIO, I. S. **Simulador Phet** (2017) Disponível em: <[https://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2018/05/Produto\\_Iracilma.pdf](https://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2018/05/Produto_Iracilma.pdf)> Acesso em: 21 de mai. 2021

SANTOS, C. S; FREITAS, P. S; LOPES, M. M. **Ensino remoto e a utilização de laboratórios virtuais na área de ciências naturais**. In: 12º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE, 24 a 26 de novembro de 2020. Disponível em: <[https://ei.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/22601/etp2\\_resumo\\_expandido\\_22601.pdf](https://ei.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/22601/etp2_resumo_expandido_22601.pdf)> Acesso em: 16 de out. 2021

SANTOS FILHO, A. N; PORTO, M. B. D. S. M. **Manual de orientação para hospedagem e para a utilização dos simuladores computacionais sobre**



**Ciências da Natureza em rede social** (2018) Disponível em: <[https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431306/2/Antonio%20Normandia%20Santos%20Filho\\_Maria%20Beatriz%20Porto.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431306/2/Antonio%20Normandia%20Santos%20Filho_Maria%20Beatriz%20Porto.pdf)> Acesso em: 22 de mai. 2021

SANTOS, K. E. O; CARVALHO, A. B. G. Mídias sociais e educação em tempos de pandemia: o TikTok como suporte aos processos de ensino e aprendizagem. **Em Teia – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 11, n. 2, p. 1-23, 2020.

SANTOS, M. L. C; BOTTECHIA, J. A. A. **O uso da Metodologia ABP no Ensino Médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem.** In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC –3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1678-1.pdf>> Acesso em: 23 de mai. 2021

SARTORE, A. R. Simulações interativas no ensino de ciências: inferência de conceitos científicos. **Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2019.

SCHÖN, D. A. **Formar professores como profissionais reflexivos.** In: Nóvoa, A. (Coord.). Os professores e a sua formação. Tradução Graça Cunha, Cândida Hespanha, Conceição Afonso e José António Sousa Tavares. Lisboa: Publicações Dom Quixote, p. 77-91, 1992.

SERBIM, F. B. N; SANTOS, A. C. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 49-72, 2021.

SILVA, E. S. **A utilização das TICs no Ensino Médio e suas dificuldades** (2015) Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134008/000979771.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 22 de mai. 2021

SILVA, F. A. N. **Uso da metodologia peer instruction no ensino de teoria atômica** (2019) Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48378/1/2019\\_tcc\\_almtcosta.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48378/1/2019_tcc_almtcosta.pdf)> Acesso em: 25 de mai. 2021

SILVA, G. M. L; MAGALHÃES NETO, J. F; SOUZA, R. H. **A abordagem didática da simulação virtual no ensino da química:** um olhar para os novos paradigmas da educação. In: V Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Anais do XXII Workshop de Informática na Escola, 2016. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6840>> Acesso em: 19 de mai. 2021

SILVA, L. L. **Labqui virtual:** abordagem lúdica mediada pelo computador para o ensino de química (2016) Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1167>> Acesso em: 13 de out. 2021

SOARES, C. S. **Proposta pedagógica para aplicação do software geogebra no ensino de físico-química dos gases** (2021) Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Rogério-Sassonia/publication/354934542\\_PROPOSTA\\_PEDAGOGICA\\_PARA\\_APLICACAO\\_DO\\_SOFTWARE\\_GEOGEBRA\\_NO\\_ENSINO\\_DE\\_FISICO-QUIMICA\\_DOS\\_GASES/links/6154c2732b348727820134d8/PROPOSTA-PEDAGOGICA-PARA-APLICACAO-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA-NO-ENSINO-DE-FISICO-QUIMICA-DOS-GASES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rogério-Sassonia/publication/354934542_PROPOSTA_PEDAGOGICA_PARA_APLICACAO_DO_SOFTWARE_GEOGEBRA_NO_ENSINO_DE_FISICO-QUIMICA_DOS_GASES/links/6154c2732b348727820134d8/PROPOSTA-PEDAGOGICA-PARA-APLICACAO-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA-NO-ENSINO-DE-FISICO-QUIMICA-DOS-GASES.pdf)> Acesso em: 15 de out. 2021

SOUZA, F. O; NOVAIS, J. W. Z; OLIVEIRA, A. G; JAUDY, R. R; ZANGESKI, D. S. O. Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química. **Zeiki**, v. 1, n. 1, p. 19-35, 2020.

TAVARES, J. L; SILVA, L. T. G. **Tipos e classificações de softwares educacionais** (2017) Disponível em:

<[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO\\_EV073\\_MD1\\_SA19\\_ID4841\\_29082017144046.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA19_ID4841_29082017144046.pdf)> Acesso em: 18 de jul. 2021

TRINDADE, R. Os benefícios da utilização das TIC no Ensino Superior: a perspectiva docente na E-Learning. **Educar em Revista**, n.4, p. 211-233, 2014.

TRIPPE, A. P. A **Methodology For Planning Distance Learning Courses** (2002) Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/145021155.pdf>> Acesso em: 04 de jun. 2021

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

WIEBUSCH, A; LIMA, V. M. R. Inovação nas práticas pedagógicas no Ensino Superior: possibilidades para promover o engajamento acadêmico. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 154-169, jul.-dez. 2018.

ZAIONZ, R; MOREIRA, H. Formação continuada de professores e os desafios das novas tecnologias. **Revista de Divulgação Interdisciplinar Virtual do Núcleo das Licenciaturas – REDIVI**, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2016.

## APÊNDICE A

REFERÊNCIAS DOS 20 TRABALHOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DE  
CONTEÚDO

ALMEIDA, A. L. R; SILVA, F. J. B. **Simulações Phet como ferramenta para o ensino de química no ensino médio.** In: II Seminário Estadual da Formação Continuada de Professores – Itinerários Formativos, 12 e 13 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.ced.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/82/2020/01/17-SIMULA%C3%87%C3%95ES-PHET-COMO-FERRAMENTA-PARA-O-ENSINO-DE-QU%C3%8DMICA-NO-ENSINO-M%C3%89DIO.pdf>> Acesso em: 12 de jun. 2021

AQUINO, C; TEIXEIRA, M; SILVA, J; MEDEIROS, E; SANTOS, A; GOMES, A. Laboratórios virtuais: O desenvolvimento de um protótipo para o ensino da química. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. extr., n. 13, p. 1-5, 2017a. Disponível em: <<https://revistas.udc.es/index.php/reipe/article/view/reipe.2017.0.13.2907>> Acesso em: 12 de jun. 2021

AQUINO, C; TEIXEIRA, M; SILVA, J; SANTOS, A; SOUZA, H; MORAIS, C; HOMENICK, D. Laboratórios virtuais: Um estudo comparativo entre plataformas de aprendizagem para o ensino da química. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. extr., n. 13, p. 1-6, 2017b. Disponível em: <<https://revistas.udc.es/index.php/reipe/article/view/reipe.2017.0.13.2896>> Acesso em: 12 de jun. 2021

AQUINO, R. A. N. **Estratégias e ferramentas para condução das disciplinas de laboratório durante o ERE** (2020) Disponível em: <<https://www.tecnicoquimica.timoteo.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/223/2020/08/Estrat%C3%A9gias-e-ferramentas-para-condu%C3%A7%C3%A3o-das-disciplinas-de-laborat%C3%B3rio-durante-o-ERE.pdf>> Acesso em: 10 de out. 2021

CARVALHO, M. A. G. **O software como ferramenta pedagógica no ensino de Química** (2013) Disponível em <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2101/1/PB\\_COQUI\\_2013\\_2\\_06.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2101/1/PB_COQUI_2013_2_06.pdf)> Acesso em: 18 de jul. 2021

CARVALHO, P. S; LOPES, A. M. S; SILVA, E. M. F. **Simulador Phet como estratégia de ensino em conteúdos de Química Orgânica.** In: VI Congresso Nacional de Educação, 2019. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD1\\_SA20\\_ID9533\\_08082019204939.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA20_ID9533_08082019204939.pdf)> Acesso em: 17 de mai. 2021

GOMES, L. A. P. **Simuladores de Química disponíveis no Phet Colorado: um estudo de caso para o conteúdo densidade de massa** (2017) Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/7727/3/L%c3%8dLIAN%20AMANCIO%20DE%20PINHO%20GOMES%20-%20TCC%20LICENCIATURA%20EM%20QU%c3%8dMICA%202017.pdf>> Acesso em: 14 de out. 2021

KAFER, G. A; MARCHI, M. I. **Utilização do Software de Simulações PhET como estratégia didática para o ensino dos conceitos de soluções** (2015) Disponível em: <[https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/giovana\\_aparecida\\_kafer.pdf](https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/giovana_aparecida_kafer.pdf)> Acesso em: 21 de mai. 2021

MAZZALI, K. **O uso do Laboratório Virtual para o ensino e aprendizagem de estequiometria nas aulas de Química** (2018) Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/200554/001103999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 18 de jul. 2021

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. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/267892466.pdf>> Acesso em: 10 de jun. 2021

SAMPAIO, I. S; CÂMARA, E. V. A; MOREIRA, S. R. S. **A utilização dos simuladores virtuais Phet em Química no 1º ano do ensino médio sobre balanceamento de equações** (2015) Disponível em: <<https://uerr.edu.br/eepe/ieepe/gt1/gt19.pdf>> Acesso em: 17 de mai. 2021

SAMPAIO, I. S. **Simulador Phet** (2017) Disponível em: <[https://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2018/05/Produto\\_Iracilma.pdf](https://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2018/05/Produto_Iracilma.pdf)> Acesso em: 21 de mai. 2021

SANTOS FILHO, A. N; PORTO, M. B. D. S. M. **Manual de orientação para hospedagem e para a utilização dos simuladores computacionais sobre Ciências da Natureza em rede social** (2018) Disponível em: <[https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431306/2/Antonio%20Normandia%200Santos%20Filho\\_Maria%20Beatriz%20Porto.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431306/2/Antonio%20Normandia%200Santos%20Filho_Maria%20Beatriz%20Porto.pdf)> Acesso em: 22 de mai. 2021

SARTORE, A. R. Simulações interativas no ensino de ciências: inferência de conceitos científicos. **Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/240047>> Acesso em: 22 de mai. 2021

SERBIM, F. B. N; SANTOS, A. C. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 49-72, 2021. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC\\_20\\_1\\_3\\_ex1539\\_93.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC_20_1_3_ex1539_93.pdf)> Acesso em: 23 de mai. 2021

SILVA, G. M. L.; MAGALHÃES NETO, J. F.; SOUZA, R. H. **A abordagem didática da simulação virtual no ensino da química**: um olhar para os novos paradigmas da educação. In: V Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Anais do XXII Workshop de Informática na Escola, 2016. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6840>> Acesso em: 19 de mai. 2021

SILVA, L. L. **Labqui virtual**: abordagem lúdica mediada pelo computador para o ensino de química (2016) Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1167>> Acesso em: 13 de out. 2021

SOARES, C. S. **Proposta pedagógica para aplicação do software geogebra no ensino de físico-química dos gases** (2021) Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Rogério-Sassonia/publication/354934542\\_PROPOSTA\\_PEDAGOGICA\\_PARA\\_APLICACAO\\_DO\\_SOFTWARE\\_GEOGEBRA\\_NO\\_ENSINO\\_DE\\_FISICO-QUIMICA\\_DOS\\_GASES/links/6154c2732b348727820134d8/PROPOSTA-PEDAGOGICA-PARA-APLICACAO-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA-NO-ENSINO-DE-FISICO-QUIMICA-DOS-GASES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rogério-Sassonia/publication/354934542_PROPOSTA_PEDAGOGICA_PARA_APLICACAO_DO_SOFTWARE_GEOGEBRA_NO_ENSINO_DE_FISICO-QUIMICA_DOS_GASES/links/6154c2732b348727820134d8/PROPOSTA-PEDAGOGICA-PARA-APLICACAO-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA-NO-ENSINO-DE-FISICO-QUIMICA-DOS-GASES.pdf)> Acesso em: 15 de out. 2021

SOUZA, F. O.; NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, A. G.; JAUDY, R. R.; ZANGESKI, D. S. O. Simulações PhET: a teoria aliada à prática experimental nas aulas de química. **Zeiki**, v. 1, n. 1, p. 19-35, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/zeiki/article/view/3728>> Acesso em: 24 de mai. 2021

TAVARES, J. L.; SILVA, L. T. G. **Tipos e classificações de softwares educacionais** (2017) Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO\\_EV073\\_MD1\\_SA19\\_ID4841\\_29082017144046.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA19_ID4841_29082017144046.pdf)> Acesso em: 18 de jul. 2021