



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA

**INVESTIGANDO O USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE
QUÍMICA: POTENCIALIDADES E PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DO
ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2023

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA

INVESTIGANDO O USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA:
POTENCIALIDADES E PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S579i Silva, Cláudia Rosane Moreira da.
Investigando o uso de laboratórios virtuais no ensino de química : potencialidades e percepções de professores do ensino médio / Cláudia Rosane Moreira da Silva. – 2023.
75 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva.
1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Laboratórios de química. 3. Internet na educação. 4. Inovações educacionais. 5. Software educacional. I. Título.

CDD 372

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA

INVESTIGANDO O USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA:
POTENCIALIDADES E PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva.

Aprovada em: 05/07/2023

Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Pablyana Leila Rodrigues da Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) estão cada vez mais presentes nos diferentes âmbitos da vida dos indivíduos, incluindo o contexto educacional. Essas tecnologias têm contribuído de forma positiva no ensino de diversas disciplinas, como no ensino de Química, em que o uso das tecnologias da informação e comunicação possibilita que professores e alunos tenham experiências práticas por meio das simulações de experimentos, pois a química é uma ciência experimental. Recentemente, o uso dos laboratórios virtuais tem se destacado, possibilitando a experimentação prática por meio de uma plataforma digital, e contribuindo para uma aprendizagem mais relevante e eficaz, mesmo quando há escassez de recursos físicos. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral investigar a contribuição do uso dos laboratórios virtuais no processo de ensino-aprendizagem da Química no ensino médio. Este estudo buscou especificamente: (i) evidenciar o estado da arte sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química; (ii) identificar softwares, aplicativos e websites que simulam laboratórios virtuais para o ensino de química; (iii) compreender a percepção de professores da Rede Estadual de Ensino do Ceará sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química; e (iv) propor um produto educacional, em forma de sequência didática, com foco na utilização de laboratórios virtuais no ensino de química no ensino médio. Para tanto, esta investigação foi desenvolvida em três etapas: a primeira etapa consiste em uma revisão sistemática da literatura, na segunda etapa, foi realizada uma pesquisa de campo com professores que atuam no ensino de química no nível médio e na terceira etapa foi elaborado um produto educacional com propostas de aplicação de laboratórios virtuais no ensino de química nas séries do ensino médio. Os resultados indicaram que os laboratórios virtuais são uma ferramenta complementar que enriquece o processo de ensino-aprendizagem, especialmente em escolas sem recursos adequados para aulas experimentais. No entanto, é fundamental não substituir completamente a experiência prática em laboratórios físicos. A formação continuada dos professores no uso dessas tecnologias é essencial, assim como a busca por estratégias que envolvam os alunos no processo de ensino aprendizagem. O produto educacional proposto serve de arcabouço para que docentes do ensino médio possam integrar experimentos de química às suas aulas, com o auxílio de recursos digitais. A pesquisa também contribui para as políticas públicas de educação e destaca o potencial dos laboratórios virtuais na democratização do ensino de química.

Palavras-chave: laboratórios virtuais; ensino de química; tecnologias da informação e comunicação; ensino médio.

ABSTRACT

Information and communication technologies (ICT) are increasingly present in different areas of people's lives, including the educational context. These technologies have made a positive contribution to the teaching of various subjects, such as chemistry, where the use of ICT allows teachers and students to gain practical experience through simulated experiments, as chemistry is an experimental science. More recently, the use of virtual laboratories has emerged, allowing practical experimentation through a digital platform and contributing to more effective and meaningful learning, even when physical resources are scarce. In this context, this research aims to investigate the contribution of the use of virtual laboratories to the meaningful learning of chemistry in high school. Specifically, this study aimed to: (i) highlight the state of the art in the use of virtual laboratories in the teaching of chemistry; (ii) identify software, applications and websites that simulate virtual laboratories for the teaching of chemistry; (iii) understand the perception of teachers of the State Education Network of Ceará about the use of virtual laboratories in the teaching of chemistry; and (iv) propose an educational product, in the form of a didactic sequence, focused on the use of virtual laboratories in the teaching of high school chemistry. To this end, this research was developed in three stages: the first stage consisted of a systematic review of the literature; the second stage consisted of a field research with teachers involved in the teaching of chemistry at high school level; and the third stage consisted of the elaboration of an educational product with proposals for the use of virtual laboratories in the teaching of chemistry at high school level. The results showed that virtual laboratories are a complementary tool that enriches the teaching-learning process, especially in schools without adequate resources for experimental teaching. However, it is essential that they do not completely replace practical experience in physical laboratories. Continued training of teachers in the use of these technologies is essential, as is the search for strategies that involve students in the teaching-learning process. The proposed educational product will serve as a framework for secondary school teachers to integrate chemistry experiments into their teaching using digital resources. The research also contributes to public education policies and highlights ⁴ potential of virtual laboratories in democratisation of chemistry education.

Keywords: virtual laboratories; chemistry education; information and communication technologies; high school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seleção dos artigos.....	26
Figura 2 – Público-alvo dos artigos analisados.....	38
Figura 3 – Laboratórios virtuais utilizados nos trabalhos.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão dos artigos.....	25
Quadro 2 – Resultado geral da busca.....	26
Quadro 3 – Conjunto de artigos selecionado para revisão.....	27
Quadro 4 – LV e conteúdos abordados no Produto Educacional.....	35
Quadro 5 – Conteúdos abordados com o auxílio de laboratórios virtuais.....	37
Quadro 6 – Perfil dos Professores Participantes da Pesquisa de Campo.....	41
Quadro 7 – Divisão dos Grupos Focais.....	41
Quadro 8 – Categorias e Perguntas das Entrevistas Individuais.....	43
Quadro 9 – Categorias e Perguntas das Entrevistas com os Grupos Focais.....	44
Quadro 10 – Informação sobre o PE.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVAs	Ambientes Virtuais de Aprendizagens
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DDP	Diferença de Potencial
EENCI	Experiências em Ensino de Ciências
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENCITEC	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista
EPEC	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências
LabVirtQ	Laboratório Virtual de química
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LV	Laboratório Virtual
LVR	Laboratório Virtual e Remoto
PE	Produto Educacional
pH	Potencial Hidrogeniônico
PhET	<i>Physics Education Technology</i>
QNEsc	Química Nova na Escola
RBIE	Revista Brasileira de Informática na Educação
ReBEQ	Revista Brasileira de Ensino de Química
RECM	Revista de Educação, Ciências e Matemática
RENTE	Revista de Novas Tecnologias na Educação
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SD	Sequência Didática
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contextualização e problema de pesquisa	10
1.2	Justificativa	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	O ensino de química e as tecnologias da informação e comunicação	15
3.2	Laboratórios virtuais no ensino de química	18
3.3	Tecnologias da informação e comunicação na perspectiva de aprendizagem significativa	21
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
4.1	Tipologia da pesquisa	23
4.2	Etapas da pesquisa	23
4.2.1	<i>Etapa 1: Revisão Sistemática da Literatura</i>	23
4.2.1.1	<i>Questões de Pesquisa</i>	24
4.2.1.2	<i>Fontes de Busca e Definição da String</i>	24
4.2.1.3	<i>Processo de Seleção e Critérios de Inclusão e Exclusão dos Artigos</i>	25
4.2.1.4	<i>Condução da Revisão Sistemática da Literatura</i>	26
4.2.2	<i>Etapa 2: Pesquisa de Campo</i>	28
4.2.2.1	<i>Locus de Pesquisa e Público-Alvo</i>	28
4.2.2.2	<i>Coleta de Dados</i>	28
4.2.2.3	<i>Procedimentos de Análise dos Dados da Pesquisa de Campo</i>	30
4.2.3	<i>Etapa 3: Elaboração do Produto Educacional: “Química na Prática: manual de experimentos com uso de laboratórios virtuais”</i>	31
5	RESULTADOS	33
5.1	Resultados da revisão sistemática da literatura	33
5.1.1	<i>Discussão das Questões Centrais (Qualitativas)</i>	35
5.1.2	<i>Discussão das Questões Secundárias (Quantitativas)</i>	37
5.1.3	<i>Breves Considerações Sobre a Revisão Sistemática da Literatura</i>	39
5.2	Resultados da pesquisa de campo	40

5.2.1	<i>Participantes da Pesquisa</i>	40
5.2.2	<i>Categorias de Análise</i>	42
5.2.2.1	<i>Frequência de Utilização de Práticas Laboratoriais nas Aulas de Química</i>	44
5.2.2.2	<i>Conhecimento e Uso de TDICs na Educação</i>	50
5.2.2.3	<i>Formação Continuada sobre Uso de Recursos Digitais em Sala de Aula</i>	55
5.2.2.4	<i>Aplicação de Novos Recursos Tecnológicos e Motivação dos Alunos</i>	60
6	PRODUTO EDUCACIONAL	63
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXO A - ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA CONEXÕES	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Problema de Pesquisa

O mundo tem passado por diversas mudanças, dentre as quais, destaca-se o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que passaram a integrar a vida dos indivíduos em seus mais diversos contextos sociais e culturais (FARAUM JÚNIOR; CIRINO, 2016). As TICs podem ser compreendidas como uma série de recursos tecnológicos que facilitam o processo de produção e disseminação de informações e conhecimento, otimizando, assim, o processo de comunicação (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015; HERNÁNDEZ, 2014).

No âmbito da educação, as TICs passaram a ser incorporadas nos processos de ensino-aprendizagem, emergindo como fortes aliadas na construção de novos modelos de ensino e estratégias didáticas (HUSSAIN *et al.*, 2017; LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Nesse contexto, ressalta-se que o uso das TICs pode ser compreendido como uma forma de otimizar os processos educacionais, desenvolvendo habilidades entre estudantes e professores e melhorando a qualidade do ensino por meio de uma educação inovadora (SILVA; SOARES, 2018; HUSSAIN *et al.*, 2017).

Em relação ao ensino de ciências da natureza, o uso de experimentos é uma questão fundamental, haja vista que a prática laboratorial contribui diretamente no processo de compreensão dos fenômenos científicos, melhorando a qualidade do processo de ensino-aprendizagem (LIU *et al.*, 2015). Especificamente no ensino de química, esse processo pode ser ainda mais complexo e o estudante pode apresentar maiores dificuldades de compreensão quando não há articulação entre o conteúdo teórico e sua aplicação prática, reforçando a relevância das aulas experimentais para o êxito no ensino dessa disciplina (NOJOSA *et al.*, 2019).

Desse modo, argumenta-se que a química é uma ciência bastante experimental, que conta com conteúdos de difícil compreensão, uma vez que requer maior grau de abstração (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015), sendo vista por muitos estudantes como um componente curricular complexo, mas a introdução de atividades práticas pode desenvolver no estudante um maior interesse pelos conteúdos ensinados, levando a uma aprendizagem mais efetiva (RATAMUN; OSMAN, 2018).

A experimentação no ensino de química faz com que os alunos ampliem sua percepção sobre o fenômeno estudado, fazendo com que compreendam melhor as teorias e princípios químicos presentes na natureza, o que resulta em uma aprendizagem mais significativa (GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018). Assim, as atividades experimentais contribuem para que os estudantes assimilem e consolidem os conhecimentos aprendidos na teoria por meio da prática, despertando o interesse do estudante pela ciência (NIEZER, 2012; FIRMINO *et al.*, 2020).

No entanto, para que os estudantes possam ter contato com experimentos, faz-se necessário o uso de laboratórios, sejam eles físicos ou virtuais (LIU *et al.*, 2015). O uso de laboratórios virtuais tem ganhado maior destaque nos últimos tempos, apresentando-se como uma alternativa viável e econômica para explorar conteúdos práticos no ensino de ciências, uma vez que sua implementação demanda menores custos que a construção de laboratórios físicos (HAWKINS; PHELPS, 2013).

Pesquisadores apontam que o processo de aprendizagem no ensino de química pode ser mais efetivo e significativo quando inseridas as TICs, por meio do uso de recursos como: *softwares*, jogos, recursos audiovisuais, laboratórios virtuais, entre outros (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Ao integrarem as TICs às suas práticas pedagógicas, os professores passam a contar com diferentes outros recursos didáticos, como os laboratórios virtuais, possibilitando o ensino de conteúdos práticos com o auxílio de tecnologias (SUN; LIN; YU, 2008). Assim, considerando que o ensino de ciências requer vivências laboratoriais para que os estudantes desenvolvam habilidades e experiências práticas, os laboratórios virtuais (LVs) emergem como potenciais aliados nesse processo de ensino (POTKONJAK *et al.*, 2016).

O uso das TICs pode ser um canal para otimizar o processo de ensino-aprendizagem, resultando em uma melhor compreensão do conteúdo estudado na disciplina de química (TAVARES; SOUZA; CORREIA, 2013) e o avanço das TICs foi fundamental para o desenvolvimento dos LVs (ACHUTHAN; KOLIL; DIWAKAR, 2018; RATAMUN; OSMAN, 2018), denotando importância de investigar esse recurso (laboratório virtual) pela perspectiva das TICs no campo educacional. Nesse contexto, este estudo busca responder o seguinte problema de pesquisa: Como os laboratórios virtuais podem integrar o ensino e, portanto, contribuir para a aprendizagem significativa dos conteúdos da química no ensino médio?

1.2 Justificativa

Esta pesquisa justifica-se pela relevância das aulas experimentais no ensino de química e pela importância dos LVs para uma aprendizagem mais significativa nesse contexto de ensino (NOJOSA *et al.*, 2019; GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018). Adicionalmente, os LVs cumprem um papel fundamental na inclusão e expansão das aulas práticas no ensino de química, a partir de uma abordagem de ensino mediada pelas TICs (HAWKINS; PHELPS, 2013).

O uso de laboratórios virtuais no ensino de química é um tema de pesquisa importante (RATAMUN; OSMAN, 2018; GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018; LIU *et al.*, 2015; HAWKINS; PHELPS, 2013), uma vez que subsidia discussões sobre a aplicação das TICs no ensino prático de ciências, levando professores e demais educadores à reflexão sobre o uso das tecnologias em diferentes contextos educacionais. Aspectos como habilidades digitais, acesso às tecnologias, contexto socioeconômico-cultural e resistência ao uso de tecnologias podem ser fatores capazes de barrar o avanço na utilização de laboratórios virtuais. Desse modo, é considerável investigar potenciais fatores atrelados ao uso desse recurso educacional por parte dos professores, que estão na ponta do processo educacional, a fim de que sua implementação seja bem-sucedida.

Além disso, ressalta-se que, por seu alcance e flexibilidade, este tipo de laboratório emerge como um aliado em contextos de adversidade, como no caso da pandemia causada pela COVID-19, que trouxe uma série de consequências ao âmbito escolar, resultando na suspensão de aulas presenciais em diversos países ao redor do mundo (RAY; SRIVASTAVA, 2020). No Ceará, com o Decreto nº 33.510, de 16 de março de 2020 (CEARÁ, 2020), que suspendeu as aulas presenciais no estado, diversos profissionais encontraram sérias dificuldades em adaptar suas aulas para um formato remoto.

Dentre os problemas enfrentados pelos professores, pode-se destacar a dificuldade de ministrar conteúdos práticos sem que houvesse prejuízo aos estudantes, uma vez que o uso dos laboratórios físicos foi suspenso. Assim, cumpre mencionar que, caso o uso dos laboratórios virtuais fosse uma realidade praticada na educação básica, os prejuízos no ensino de disciplinas como biologia, física e química durante a pandemia poderiam ser remediados. Por outro lado, discute-se que a crise causada pelo novo coronavírus pode ter estimulado a utilização de recursos online como alternativa eficaz para que os estudantes possam aprender ciências em casa (RAY; SRIVASTAVA, 2020).

Contudo, embora as TICs sejam ferramentas fundamentais para alavancar o processo de ensino-aprendizagem, alguns países em desenvolvimento encontram dificuldades na implementação desses recursos em suas agendas educacionais (PEERAER; VAN PETEGEM, 2011). Assim, este estudo tende a preencher uma lacuna de pesquisa, uma vez que são poucos os estudos desenvolvidos sobre o tema no contexto nacional pois possibilitará a importância da utilização dos laboratórios virtuais no ensino de química no contexto de um país em desenvolvimento.

A partir desta pesquisa, será possível desenvolver um produto educacional com foco na utilização dos laboratórios virtuais no ensino de química, identificando *softwares* e *websites* que simulem laboratórios e detalhando sua aplicação no ensino de diferentes conteúdos teóricos que compõem a base curricular da disciplina de química no ensino médio.

Finalmente, este estudo justifica-se por propor uma investigação que pode indicar o delineamento de políticas públicas educacionais e estratégias de ensino com foco na inclusão de laboratórios virtuais no ensino de química, possibilitando a ampliação do acesso à prática laboratorial no ensino médio, tornando o ensino mais participativo e democrático, por meio da inovação de práticas pedagógicas mediadas pela tecnologia educacional.

Esta dissertação seguiu o Guia de Normalização de Trabalhos Acadêmicos da Universidade Federal do Ceará, e é composta por sete seções: Introdução, Objetivos, Fundamentação Teórica, Procedimentos Metodológicos, Resultados, Produto Educacional e Considerações Finais. A seguir, são apresentados os objetivos da pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar a contribuição do uso dos laboratórios virtuais no processo de ensino-aprendizagem da química no ensino médio.

2.2 Objetivos Específicos

- i. Evidenciar o estado da arte sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química;
- ii. Identificar *softwares*, aplicativos e *websites* que simulam laboratórios virtuais para o ensino de química;
- iii. Compreender a percepção de professores da rede estadual de ensino do Ceará sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química; e
- iv. Propor um produto educacional, em forma de sequência didática, com foco na utilização de laboratórios virtuais no ensino de química no ensino médio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O Ensino de Química e as Tecnologias da Informação e Comunicação

O ensino de química proporciona para a sociedade reflexões sobre o mundo que nos cerca. Porém, estudantes encontram grandes dificuldades no que se refere ao ensino e a assimilação de certos conteúdos, tornando a disciplina de química uma das mais desestimulantes do ensino médio associando a disciplina a simples memorização de fatos, fórmulas e símbolos. Segundo Nascimento e Amaral (2012), a transmissão de conhecimento envolve um conjunto de métodos pedagógicos que afetam diretamente ou indiretamente o desenvolvimento do estudante. Esses métodos, que incluem principalmente atividades de instrução, são realizados em um contexto educacional que prioriza principalmente a memorização de informações isoladas, resultando em uma falta de conexão entre o educador e o aluno.

Ensinar e aprender química enfatizando situações cotidianas torna o seu entendimento mais claro e amplia as possibilidades de associações e a real aprendizagem dos conceitos. Para Wartha, Silva e Bejarano (2013), em relação ao ensino de química, ao se falar em cotidiano, há um tipo de consenso, principalmente entre professores do ensino médio. Isso faz com que a busca por exemplificações sobre o que cerca o aluno em seu dia a dia seja utilizado como ferramenta no processo de ensino. Segundo Trevisan e Martins (2006) se faz necessário dialogar sobre educação química, buscando abordar o processo de ensino aprendizagem de modo contextualizado, vinculando o ensino aos fatos e acontecimentos do cotidiano dos alunos, para que deste modo, seja possível perceber e considerar a importância do contexto da química no cenário social e econômico em uma sociedade avançada tecnologicamente (TREVISAN; MARTINS, 2006).

Porém, esse paralelo com a vivência do estudante é apenas uma das muitas metodologias utilizadas no processo de ensino dessa disciplina. Santos e Schnetzler (2003), consideram que o objetivo central do ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas necessárias para sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive. Sendo assim, a busca pela aprendizagem efetiva através do entendimento concreto do conteúdo estudado desafia os professores e estudiosos da temática.

É preciso entender que a sociedade está em constante evolução, e com isso os meios de ensino, as formas de abordagens dos conteúdos também devem acompanhar esse avanço, entender as mudanças e os meios que fizeram parte dessa remodelação. Conforme Saviani (2007, p. 430), “a adaptação à sociedade atual exige novos tipos de raciocínio, buscando atingir níveis flexíveis de operação simbólica”. Sendo assim, a escola atualmente tem mostrado buscar oferecer ao aluno condições de aprendizagem utilizando meios atualizados e tecnológicos, que desperte o interesse do estudante em aprender.

Em busca desse cenário idealizado, professores estabelecem novas práticas no processo do ensino de química e aperfeiçoam algumas já utilizadas. Um exemplo disso é o caso da associação de conteúdos com seu cotidiano, como foi citado anteriormente, onde cada vez mais professores buscam as tecnologias digitais de aprendizagem para intermediar e facilitar esse processo. O envolvimento acelerado e natural da sociedade com o uso de tecnologias foi banalizado, tornando-se cada vez mais comum seu uso no meio educacional.

Segundo Lévy (1999), o referencial não está na mudança do ensino tradicional para os intermediados por tecnologias, mas na transição de uma educação e uma formação estritamente institucionalizada para uma situação de troca de saberes. Contudo, as relações construídas contribuem para uma melhor sistematização da aula, abrindo espaço para reflexões referentes ao tema estudado e para ampliar o conhecimento sobre a química no mundo que fazemos parte.

Existem muitas estratégias que auxiliam no processo de ensinar química, na forma teórica ou experimental. O que torna desafiador para muitos professores é utilizar práticas experimentais, que facilite a percepção do aluno em relação a presença dos processos químicos a seu redor e como estes envolvem tudo que nos cerca. Segundo Morin (1999) os educadores precisam apresentar aos estudantes, as realidades locais ao mesmo tempo em que as contextualizam com os acontecimentos do mundo. Se o aluno não tem conhecimento de algum assunto ou situação para ele se tornará bem mais complexo a aprendizagem quando comparado quele aluno que possui vivências bem mais profundas sobre o tema abordado. Então cabe a escola perceber quais informações o aluno já possui, para que assim possa tornar o conhecimento acessível ao aluno ponderando se a aprendizagem está ocorrendo de forma eficaz ou mecânica.

Recentemente, com o avanço da pandemia da COVID-19, o ensino teve que ser repensado e o uso das TDICs foi fundamental nesse processo. Discute-se que a pandemia talvez tenha apenas acelerado o que se esperava há muito tempo: integração completa da tecnologia na educação (CHUCHO *et al.*, 2020). No entanto, vale ressaltar que o uso de TDICs no ensino não é algo recente, mas um esforço que vem sendo aplicado há anos para que se alcance uma

educação mais atualizada e com amplos recursos disponíveis para que os alunos aprendam melhor e forma mais autônoma e dinâmica.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) preconiza, para a formação básica do cidadão em nível de Ensino Fundamental, dentre outros elementos, a compreensão da tecnologia e suas implicações na sociedade. Para o Ensino Médio, este marco legal recomenda, no artigo 35, inciso IV, que sejam explorados os conhecimentos “científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (MAIA; BARRETO, 2012). Desse modo, compreende-se que a inserção de tecnologias nas práticas de ensino já é algo previsto em documentos oficiais da educação, como na LDB.

No caso específico do ensino de química, de acordo com a primeira competência específica da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destaca-se a importância das diferentes habilidades, incluindo o uso de aplicativos e dispositivos digitais no auxílio do entendimento de análises e estimativas para a elaboração de simuladores e protótipos (BRASIL, 2018). Desse modo, reconhecer a capacidade que as TICs têm para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem da química possibilita o seu uso de forma efetiva, tornando os conceitos menos abstratos e mais compreensíveis para os estudantes.

Argumenta-se que o uso de recursos tecnológicos, além de possibilitar uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, contribui para que haja a interseção entre diferentes áreas do conhecimento e promove uma aprendizagem mais, dinâmica, rica e significativa (LEAL *et al.*, 2020). Além disso, as TICs funcionam como meios auxiliares que dão suporte ao trabalho docente e apoio para as principais demandas educacionais e de aprendizagens dos estudantes.

Considerando que a química é uma disciplina que demanda diversos conhecimentos práticos e experimentais (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015), argumenta-se que as TICs podem auxiliar no processo educativo, ajudando na simulação de práticas experimentais por meio de recursos tecnológicos como *softwares*, jogos, recursos audiovisuais, laboratórios virtuais, entre outros (SILVA; SOARES, 2018; HUSSAIN *et al.*, 2017; LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). A realização de experimentos é fundamental para que haja um bom aproveitamento das disciplinas de ciências da natureza, o que torna o uso de laboratórios algo fundamental para melhorar a compreensão dos fenômenos científicos e, conseqüentemente, a qualidade do ensino (LIU *et al.*, 2015; NOJOSA *et al.*, 2019).

Nessa conjectura, os laboratórios virtuais emergem como uma alternativa eficaz que alinha o ensino de química com as tecnologias digitais, além de ser uma ferramenta facilitadora

para o acesso dos alunos às aulas práticas (ACHUTHAN; KOLIL; DIWAKAR, 2018; RATAMUN; OSMAN, 2018), tendo em vista que a estrutura física de muitos laboratórios escolares é precária e não dispõe de equipamentos e reagentes necessários para a execução de experimentos, o uso de laboratórios virtuais pode ser uma alternativa mais econômica e que supre as necessidades didáticas (HAWKINS; PHELPS, 2013). Desse modo, as instituições podem contar com o avanço tecnológico para inserir essa nova proposta de aulas experimentais no ensino de química. A seguir, explora-se de forma mais detalhada sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química.

3.2 Laboratórios Virtuais no Ensino de Química

O processo de aprendizagem no ensino de química pode ser mais significativo quando inseridos recursos tecnológicos (e.g. *softwares*, jogos, recursos audiovisuais, laboratórios virtuais, entre outros) nas estratégias de ensino (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Desse modo, compreende-se que o uso de tecnologias educacionais pode ser um canal para uma melhor compreensão do conteúdo estudado na disciplina de química (TAVARES; SOUZA; CORREIA, 2013). Dentre os recursos mencionados, destaca-se o uso de laboratórios virtuais, objeto estudado nesta pesquisa e pouco explorado na literatura brasileira.

De acordo com Guaita e Gonçalves (2014, p. 1465), “Os laboratórios virtuais simulam funções essenciais que estejam relacionadas em um determinado experimento, neste caso a condição física da atividade é substituída por um modelo computacional [...]”. Desse modo, compreende-se que os laboratórios virtuais simulam um ambiente real onde os alunos, por meio de computadores, celulares, e tablets, podem executar experimentos, quantas vezes quiserem. Assim, a utilização apropriada das tecnologias digitais permite a ampliação do conhecimento dos alunos facilitando o processo de ensino-aprendizagem (FARAUM JÚNIOR; CIRINO, 2016).

A disciplina de química é vista por muitos estudantes como de difícil compreensão, mas a introdução de atividades práticas, mediadas pelo uso de laboratórios, pode desenvolver um maior interesse dos estudantes, levando a uma aprendizagem mais efetiva e significativa (RATAMUN; OSMAN, 2018). A prática no ensino de química faz com que os alunos aumentem sua percepção sobre o fenômeno estudado e compreendam melhor as teorias e princípios químicos presentes na natureza, resultando em uma aprendizagem significativa (GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018).

No entanto, para que os estudantes possam ter contato com uma prática no ensino de química, faz-se necessário o uso de laboratórios, sejam eles físicos ou virtuais (LIU *et al.*, 2015). O uso de laboratórios virtuais tem ganhado maior destaque nos últimos tempos, apresentando-se como uma alternativa para explorar conteúdos práticos no ensino de disciplinas como a química (HAWKINS; PHELPS, 2013).

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) foi fundamental para o desenvolvimento dos laboratórios virtuais, e o letramento digital é uma habilidade necessária para um uso efetivo desse tipo de tecnologia educacional (ACHUTHAN; KOLIL; DIWAKAR, 2018; RATAMUN; OSMAN, 2018). Contudo, embora as TICs sejam fundamentais nesse processo, alguns países em desenvolvimento encontram dificuldades na implementação desses recursos em suas agendas educacionais (PEERAER; VAN PETEGEM, 2011).

Segundo Schimitt e Tarouco (2008) a literatura aponta três tipos de laboratórios geralmente usados no ensino das engenharias, que são os laboratórios presenciais, remotos e virtuais. O laboratório presencial é frequentemente utilizado nos cursos presenciais, onde o aluno tem contato direto com os materiais e equipamentos e os manipula para a execução dos experimentos com a ajuda do professor e dividindo o mesmo espaço físico que seus colegas. O laboratório remoto se encontra longe do aluno e sua utilização se dá através de uma interface onde há a mediação entre o estudante e os materiais utilizados, possibilitando o manuseio à distância dos instrumentos e materiais que estão localizados em um local diferente ao que o aluno se encontra. E por fim, o laboratório virtual que é baseado por simulações, onde o aluno não interage com os materiais de forma real. Nesse laboratório o aluno interage com representações computacionais da realidade.

Com base no que foi abordado, compreende-se a relevância do uso de laboratórios virtuais no ensino de química (RATAMUN; OSMAN, 2018; GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018; LIU *et al.*, 2015; HAWKINS; PHELPS, 2013). Entretanto, habilidades com os recursos digitais, acesso às tecnologias, contexto socioeconômico-cultural podem ser fatores capazes de interferir na intenção de adoção dos laboratórios virtuais. Assim, é relevante investigar a literatura existente sobre o tema a fim de identificar aspectos centrais sobre o assunto, temas relacionados, lacunas de pesquisa e direções para futuras investigações. Outros estudos foram desenvolvidos com o intuito de mapear o uso de laboratórios virtuais. A seguir, são apresentados alguns estudos de revisão sobre o tema.

Beraldo, Oliveira e Stringhini (2021) executaram uma revisão sistemática com o intuito de reunir estudos relacionados ao uso de laboratórios remotos e virtuais e sua aplicabilidade no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Neste trabalho, foram considerados 35 artigos

publicados no período de 2004 a 2020 utilizando as seguintes bases de dados: Periódicos CAPES, Revista Brasileira de Educação, Revista Novas Tecnologias na Educação, Revista Brasileira de Informática na Educação, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Workshop de Informática na Escola, Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Informática na Educação: teoria & prática, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia e Google Acadêmico. Os autores buscaram identificar a aplicabilidade, os pontos positivos e negativos e a importância do uso de laboratórios virtuais para o ensino. Ademais, os resultados constataram que a maioria do uso deste tipo de laboratório ocorre nas disciplinas de exatas e os artigos pouco mostraram a eficácia da implantação do projeto no aprendizado do estudante.

Tulha, Carvalho e Coluci (2019) executaram uma revisão sistemática com o objetivo de identificar o cenário de pesquisas relacionadas ao uso de laboratórios remotos no ensino brasileiro. Neste trabalho, foram considerados 23 artigos, onde os autores organizaram em três grupos considerando suas categorias, nas quais foram: (i) foco principal; (ii) disciplina STEM (acrônimo em inglês para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática); e (iii) nível de ensino. Os resultados revelaram que todos os experimentos remotos encontrados abordam a disciplina STEM, destacando conteúdos de física e concentram sua aplicabilidade para o nível superior.

Ramo (2019) desenvolveu uma revisão sistemática com o intuito de levantar e identificar as metodologias de ensino utilizadas na modalidade EJA no período de 2014 a 2018, realizada na Plataforma Sucupira – Qualis, onde foram analisadas 16 revistas científicas, revelando apenas oito artigos que abordavam a temática. Os resultados indicaram que a experimentação no ensino de química é utilizada para auxiliar no processo de aprendizagem dos educandos. Porém, a revisão sistemática não cita o uso de laboratórios virtuais no ensino de química na modalidade EJA, apresentando assim uma lacuna que essa pesquisa pretende preencher.

Com o intuito de analisar como o uso de laboratórios virtuais e remotos são utilizados no ensino de ciência, em diferentes séries e áreas de conhecimento, Santos, Fernandes e Silva (2017) produziram uma pesquisa na forma de revisão sistemática da literatura. Por meio de uma análise descritiva e bibliométrica em 43 artigos das bases SCOPUS, *Web of Science* e ProQuest, os autores verificaram que os laboratórios virtuais e remotos (LVR) são utilizados no ensino de química de maneira mais recorrente no nível superior de ensino. Também foi constatado que o uso LVR na educação básica apresentou resultados positivos, considerando um campo em potencial para ser mais explorado. Além disso, observou-se que mais pesquisas devem ser

realizadas no âmbito da educação básica, abrangendo também a formação de professores para o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs).

3.3 Tecnologias da Informação e Comunicação na Perspectiva de Aprendizagem Significativa

A presença de recursos tecnológicos promove um aumento e viabiliza o processo de aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Porém, o significado para cada aprendiz será de maneira particular já que suas estruturas cognitivas são singulares.

Utilizar as TDICs de forma relacionada com conteúdos já conhecidos dos estudantes aumenta a motivação e o interesse no processo de ensino aprendizagem. Uma vez que a internet tem se tornado um canal fundamental para a implementação da educação à distância, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) disseminaram-se como a principal ferramenta de suporte à aprendizagem (SCHMITT; TAROUÇO, 2008).

O educador pode diminuir a distância entre a teoria e a prática na escola, capacitando-se de uma linguagem que ao mesmo tempo desafie e leve o aluno a refletir, conhecendo a sua realidade e os seus anseios (GIANI, 2010). Tornar a linguagem acessível e escolher a melhor maneira de explanar conteúdos são algumas das estratégias usadas pelo professor para aumentar o potencial significativo para os alunos, e isso também é importante para a escolha das TDICs utilizadas em sala de aula, principalmente na utilização de *softwares* como os laboratórios virtuais.

De acordo com Nogueira (2000), os *softwares* educacionais disponíveis no mercado possuem uma característica comum de serem estáticos, no sentido que independem das concepções aluno-usuário, ou seja, são preconcebidos de forma a simular situações-problemas ou meramente na condição de verificar o acerto ou o erro do aluno diante de questões objetivas. Assim, os *softwares* apresentam as mesmas alternativas para alunos com graus de desenvolvimento cognitivo e concepções sobre o tema abordado diferentes. Com isso, o professor deve alinhar a linguagem e recursos utilizados de forma direcionados para as diferentes necessidades de cada aluno.

A linguagem é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta (AUSUBEL, 2003). As palavras podem tornar algumas explicações claras e precisas, levando ao entendimento de maneira rápida e aprofundada. Os conceitos abordados serão realmente assimilados pelos alunos, se eles forem apresentados numa linguagem que também faça sentido para o aprendiz (NOGUEIRA, 2000). Por tanto, a linguagem utilizada pelo *software*, para abordar os conceitos e se comunicar com o estudante, deve estar de acordo com seu nível de aprendizagem. Compreende-se que laboratórios virtuais apresentam o potencial de serem alternativas a laboratórios presenciais, mesmo que em caráter de complementaridade, e que seu uso e impactos no processo de ensino-aprendizagem necessitam investigação mais aprofundada (SCHMITT; TAROUÇO, 2008).

No ensino de química o uso de laboratórios, presenciais e virtuais, são necessários para a prática de experimentos onde são constatados de forma prática conteúdos estudados de forma teórica. Os computadores e a internet tornam-se aliados nesse processo, pois se tornaram uma alternativa viável nos casos em que não é possível trabalhar com o laboratório presencial. Sendo o computador um instrumento de ensino auxiliar no processo de construção de conhecimento dos alunos, o envolvimento dos professores tornar-se importante durante o processo de validação desta interface, pois, este *software* só será eficaz e atingirá os objetivos uma vez que tais profissionais se sentirem familiarizados com ele (NOGUEIRA, 2000).

Os experimentos são vistos no ensino de ciências como parte fundamental no processo de aprendizagem; porém, sua execução deve ser bem conduzida, para que a assimilação do aluno aconteça (GIANI, 2010). A experimentação só assume papel de aliada ao ensino de ciências quando traz algum significado para o aluno, ele tem que visualizar o sentido para aquele fato, mesmo ele provando ou não a veracidade do que ele já tinha em sua mente.

Para Schmitt e Tarouco (2008), a diferença entre dispositivos reais e virtuais não é, necessariamente, um problema no que concerne à efetividade da atividade laboratorial na aprendizagem. O que é determinante é o sentimento de presença na efetividade do experimento. Essa sensação de pertencimento é criada pela maneira que o aluno se envolve com o problema e conseqüentemente com a aula. O empenho dos alunos em tarefas que impliquem diversas fases de uma investigação científica, desde o planejamento, passando pelo levantamento de hipóteses e pela execução, incluindo a discussão, contribui para a construção do conhecimento (GIANI, 2010).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Tipologia da Pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva (GIL, 2008). Exploratória por buscar analisar o fenômeno em seu atual estado, buscando compreender as particularidades da aplicação de laboratórios virtuais no ensino de química; e descritiva por sua intenção de descrever o fenômeno e detalhar suas possibilidades de aplicação. Além disso, do ponto de vista epistemológico, a pesquisa emerge com base no paradigma fenomenológico (CAVALCANTI, 2014), e recorrerá a uma abordagem qualitativa para tratar o problema proposto. A pesquisa qualitativa busca retratar uma realidade complexa na perspectiva de seus participantes (YIN, 2016).

4.2 Etapas da Pesquisa

Será desenvolvida em três etapas: a primeira etapa consiste em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), na segunda etapa, será realizada uma pesquisa de campo com professores que atuam no ensino de química no nível médio e a terceira etapa será composta pela elaboração de um produto educacional.

4.2.1 Etapa 1: Revisão Sistemática da Literatura

O método utilizado para realização desta pesquisa foi a Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a qual, de acordo com Kitchenham (2009), busca identificar, avaliar e interpretar os estudos que estejam disponíveis e que sejam importantes no contexto de determinadas questões de pesquisa. Portanto, trata-se de uma metodologia válida de alta confiabilidade. Para iniciar o processo de revisão com a utilização do método, é fundamental definir algumas questões de pesquisa que serão respondidas após o levantamento, seleção e leitura dos artigos.

4.2.1.1 Questões de Pesquisa

A RSL objetiva realizar uma seleção de estudos relacionados ao uso de laboratórios virtuais no ensino de química, e apresenta como questão central de pesquisa a seguinte pergunta: Qual o cenário atual do uso de laboratórios virtuais no ensino de química? As questões de pesquisa baseadas na questão principal e no objetivo da revisão foram divididas em questões de pesquisa centrais e secundárias:

- **QC1:** Como está sendo a aplicabilidade dos laboratórios virtuais no ensino de química?
- **QC2:** Quais as principais vantagens e desvantagens do uso de laboratórios virtuais analisados pelos autores?
- **QC3:** Qual a percepção dos participantes (usuários) em relação ao uso de laboratórios virtuais no ensino de química?

A fim de obter um panorama das pesquisas envolvendo o tema, algumas questões secundárias também foram propostas:

- **QS1:** Quais os conteúdos estão sendo contemplados no uso dos laboratórios virtuais?
- **QS2:** Qual público-alvo está sendo direcionado nos trabalhos de pesquisa?
- **QS3:** Quais laboratórios virtuais estão sendo utilizados para trabalhar o ensino de química?

4.2.1.2 Fontes de Busca e Definição da String

Optou-se pela base de dados Google Acadêmico e pelos seguintes periódicos: Revista de Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ) Química Nova na Escola (QNEsc), Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC), Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista de Educação, Ciências e Matemática (RECM) e Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC).

Para o Google Acadêmico, a definição da *string* de busca foi feita utilizando os termos “laboratório remoto”, “laboratório virtual”, “laboratório online”, “química”, “ensino de química” e “disciplina de química”. E foram utilizados os operadores lógicos “OR” e “AND”,

ficando apresentada dessa maneira: (“laboratório remoto” OR “laboratório virtual” OR “laboratório online”) AND (“química” OR “ensino de química” OR “disciplina de química”). Para os periódicos, foram realizadas buscas com os termos “laboratório virtual” e “laboratórios virtuais”. A fim de identificar quais artigos foram desenvolvidos no contexto do ensino de química, os textos foram analisados individualmente.

4.2.1.3 Processo de Seleção e Critérios de Inclusão e Exclusão dos Artigos

A escolha dos artigos selecionados nessas bases foi realizada em duas partes: a primeira foi através da leitura do título e do resumo do artigo para certificar que se enquadravam na temática abordada. Em seguida, na segunda fase, foram analisados e a cada um deles foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão que são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão dos artigos.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
CI.1. Estar disponível em forma de artigo completo em uma biblioteca digital.	CE.1. Artigos que não atendam aos critérios de inclusão.
CI.2. Artigos escritos em língua portuguesa.	CE.2. Artigos duplicados.
CI.3. Artigos que abordem o uso de laboratório virtual ou softwares que simulem um laboratório utilizado no ensino de química.	CE.3. Artigos que abordem o uso de outra TDIC (protótipos, realidade virtual, aplicativos móveis, jogos virtuais, vídeos experimentais...) no ensino de química
CI.4. Artigos classificados como A1, A2, B1 e B2 no Qualis CAPES (Área: Ensino).	CE.4. Artigos apresentados em congressos e eventos científicos, trabalhos de conclusão de curso de graduação e especialização e dissertações de mestrado.

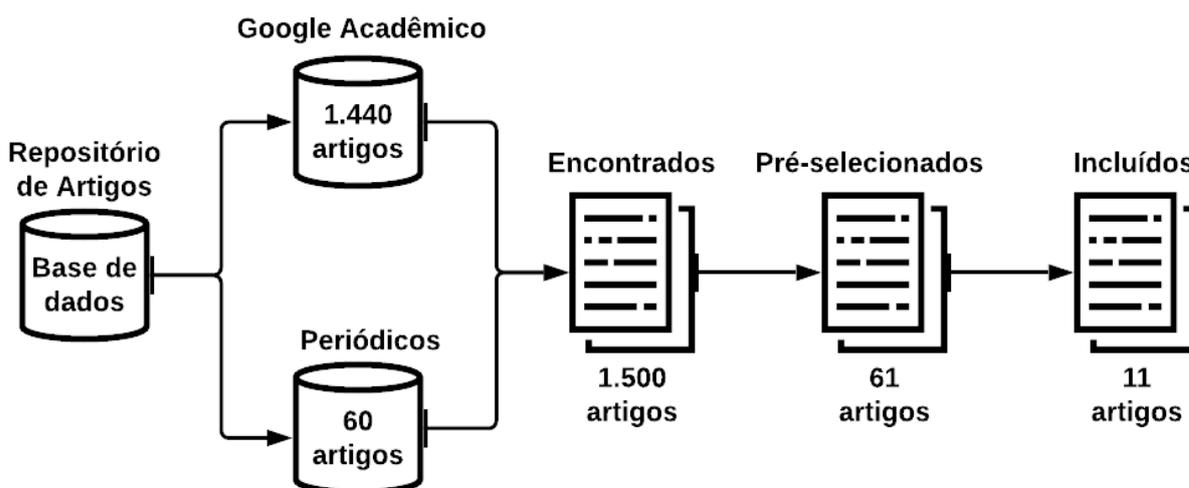
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observou-se que alguns softwares não simulam um laboratório de química. Desse modo, foram incluídos na análise apenas os estudos que utilizam os softwares para simulações de laboratório.

4.2.1.4 Condução da Revisão Sistemática da Literatura

Iniciou-se a seleção dos artigos nas bases de dados selecionadas aplicando as *strings* de busca, onde resultou em 1.440 resultados na base “Google Acadêmico”. Ao serem realizadas as buscas nos nove periódicos, foram registrados 60 resultados com os termos de busca. Após a realização das escolhas dos artigos, realizadas em duas partes, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, restaram 11 artigos para a análise.

Figura 1 – Seleção dos artigos



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Conforme apresentado no Quadro 2, a amostra de artigos provém de uma diversidade de meios de publicações, com 10 bases de dados diferentes, sendo as maiores presença no Google Acadêmico e em seguida na Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI).

Quadro 2 – Resultado geral da busca.

Base de dados	Artigos encontrados	Artigos pré-selecionados	Artigos incluídos
Google Acadêmico	1.440	48	4
RENTE	21	2	1
RBIE	3	1	1
ReBEQ	9	2	0
QNEsc	11	2	0
ENCITEC	0	0	0
EENCI	11	4	3
IENCI	1	0	0
RECM	4	2	2
EPEC	0	0	0
Total	1.500	61	11

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os artigos designados para este trabalho não possuíram critério de exclusão quanto a data de publicação, sendo publicados no período de 2003 a 2020. Para facilitar a localização

dos trabalhos selecionados foi atribuído para cada artigo um identificador [ID] como se mostra no Quadro 3.

Quadro 3 - Conjunto de artigos selecionado para revisão

ID	Título	Autores	Fonte	Qualis Quadriênio 2013-2016	Ano
A01	Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação	Gomes, Bilessimo e Silva.	Experiências em Ensino de Ciências	B1	2020
A02	Sequências didáticas como apoio ao ensino de densidade, polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais PhET	Rodrigues e Nascimento.	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	2020
A03	Simulações computacionais no ensino de química: estudando as micro-ondas	Brasileiro e Matias.	Experiências em Ensino de Ciências	B1	2019
A04	A utilização de laboratórios virtuais no ensino de química para a educação de jovens e adultos	Fehlberg, Varga e Andreatta-da-Costa.	Novas Tecnologias na Educação	B1	2016
A05	Caderno de sequências didáticas: uma construção dos licenciandos em química para a utilização do laboratório virtual	Souza <i>et al.</i>	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	2016
A06	O estudo da diferença de potencial (DDP) a partir de reação de oxirredução (pilha) e aplicação da modelagem e simulação computacional	Ferreira <i>et al.</i>	Google Acadêmico (Revista SUSTINERE)	A1	2016
A07	O uso do <i>Crocodile Chemistry</i> como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases	Costa, Silva e Dantas Filho.	Google Acadêmico (Revista Tecnologias na Educação)	B1	2016
A08	Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio	Lucena, Santos e Silva	Revista Brasileira de Informática na Educação	B2	2013
A09	Ambiente virtual: ainda uma proposta para o ensino	Rodrigues <i>et al.</i>	Google Acadêmico (Ciências & Cognição)	B2	2008
A10	Elaboração em grupo de roteiros de simulações de química: uma aproximação à aprendizagem significativa colaborativa	Infante-Malachias <i>et al.</i>	Experiências em Ensino de Ciências	B1	2007
A11	Uso do software DICEWIN na química geral	Santos, Greca e Serrano.	Google Acadêmico (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências)	A2	2003

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Assim, os 11 artigos foram analisados e lidos na íntegra, servindo de base para o desenvolvimento da análise e discussão dos resultados, que são apresentados na próxima seção.

4.2.2 Etapa 2: Pesquisa de Campo

4.2.2.1 Lócus de Pesquisa e Público-Alvo

O lócus de pesquisa compreende as escolas da rede estadual de ensino do Ceará. A fim de delimitar o universo investigado, foram entrevistados os professores de química de 6 escolas estaduais localizadas no Município de Sobral. A escolha de Sobral se dá pela relevância que o município tem tido no cenário nacional, tendo em vista seu bom desempenho educacional tanto em nível de ensino fundamental quanto ensino médio. O município de Sobral tem sido reconhecido e elogiado por suas conquistas educacionais, tornando-se uma referência em termos de qualidade de ensino.

4.2.2.2 Coleta de Dados

A coleta de dados foi feita por meio de entrevistas semiestruturadas e grupos focais com os professores que se disponibilizarem a participar da pesquisa. Na pesquisa qualitativa, a entrevista é desenvolvida a partir da interação entre pesquisador e participante, por meio de perguntas abertas, onde o pesquisador encoraja o entrevistado a expor seus pensamentos e cognições de forma livre, a fim de compreender o fenômeno investigado sob o olhar do participante (YIN, 2016). Desse modo, foi elaborado um roteiro semiestruturado de entrevista, a fim de acessar as percepções dos professores sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química. A entrevista contemplou perguntas sobre: conhecimento dos professores sobre o recurso (laboratórios virtuais); facilidade de uso dos recursos digitais e familiaridade com o uso de TDICs no ensino; interesse em utilizar o recurso em suas aulas; potenciais vantagens e desvantagens do uso do recurso; possível aceitação do recurso por parte dos alunos; fatores que podem limitar ou prejudicar o uso do recurso; entre outros.

Em relação aos grupos focais, trata-se de um método de coleta de dados em que o pesquisador reúne um grupo de participantes que contam com experiências e algumas visões em comum (YIN, 2016). Nesse método, faz-se necessária a presença de um moderador e de diferentes participantes convidados a dialogar sobre suas experiências, percepções, crenças e opiniões sobre determinado assunto (PÁTARO; CALSA, 2020). Sua principal finalidade é obter informações sobre um determinado assunto a partir da interação entre participantes de um grupo, mas que possuem alguma relação ou característica em comum (SILVA; SCHWERTNER; ZANELATTO, 2019). A importância da diversidade de perspectivas é propícia para enriquecer as discussões e garantir uma visão mais abrangente sobre o assunto em análise.

Destaca-se que emprego de grupos focais em uma pesquisa científica pode levar a obtenção de dados que, em uma entrevista individual, não seria possível obter, uma vez que as interações entre os participantes do grupo podem levar ao surgimento de *insights* sobre o assunto, ampliando o debate e, conseqüentemente, a compreensão do fenômeno (TULLIO *et al.*, 2019). Nesta pesquisa, pretende-se reunir grupos de professores de química que atuam na rede estadual de ensino, a fim de debater o uso de laboratórios virtuais no ensino de química. No grupo serão debatidas questões como: conteúdos que podem ser abordados com o auxílio de laboratórios virtuais; recursos tecnológicos necessários para a utilização dos laboratórios virtuais; o papel do professor na aplicação desse recurso em sala de aula; como estimular a autonomia de aprendizagem do aluno com o uso dos laboratórios virtuais; principais vantagens e desvantagens no emprego desse recurso; barreiras e limitações do recurso; entre outros tópicos.

As entrevistas foram efetivadas presencialmente nas escolas e pelo *Google Meet*, em horário combinado previamente pelos professores, de acordo com suas disponibilidades. Foram feitos dois roteiros de entrevistas, um para as entrevistas individuais, contendo 18 perguntas, e outro para os grupos focais, contendo 12 perguntas. As perguntas foram feitas seguindo a ordem do roteiro, pois uma pergunta ia dando sequência a próxima. Com o intuito de analisar posteriormente as respostas dos professores entrevistados, as entrevistas foram gravadas e depois passaram pelo processo de transcrição. Esse processo de transcrição é crucial para facilitar a análise dos dados, permitindo revisar e examinar as respostas dos professores de forma mais detalhada. Com essas etapas, foi possível a obtenção de dados confiáveis e realização de uma análise adequada.

O encerramento amostral se deu devido a saturação das respostas, por conta da semelhança nas respostas dos entrevistados. Segundo Fontanella *et al.* (2011) interrompe-se a

coleta de dados quando se percebe que elementos novos para subsidiar a teorização almejada (ou possível naquelas circunstâncias) não são mais apreendidos a partir do campo de observação.

4.2.2.3 Procedimentos de Análise dos Dados da Pesquisa de Campo

No que se refere aos dados obtidos nas entrevistas e grupos focais, esses foram analisados por meio de Análise de Conteúdo, com base na proposta metodológica de Bardin (2011). A autora sugere que a análise seja realizada em três etapas: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados obtidos e interpretação. A primeira etapa consiste na exploração do material, de modo que o pesquisador possa organizá-lo, selecionando aquilo que deverá ser analisado em maior profundidade. Na segunda etapa, foi feita uma análise mais detalhada do material, em que o pesquisador buscou codificar e extrair categorias e unidades de registro. Nesta etapa também ocorreu a imersão nos dados, a identificação de unidades de significado e a atribuição de categorias. Nessa fase, foram realizadas leituras repetidas e aprofundadas do material, buscando compreender as nuances e os diferentes elementos presentes nas respostas dos participantes. Na terceira etapa, foi trabalhado com os dados de modo a expor os resultados de forma sistematizada, fazendo interpretações e dando significado àquilo que foi obtido. A interpretação dos resultados busca ir além da descrição dos dados, buscando compreender os significados subjacentes e fazer inferências sobre o fenômeno estudado. Com base nos resultados obtidos, será possível articular as informações e discutir como os laboratórios virtuais podem integrar o ensino de química no ensino médio.

Nessa perspectiva, realizou-se a escuta e a leitura das transcrições das entrevistas individuais dos professores e dos grupos focais, para a criação das categorias de acordo com as perguntas que foram feitas no momento da entrevista. A análise das falas foi feita de forma metódica, dando atenção aos detalhes do que foi dito por cada entrevistado. Assim, foi possível identificar temas, categorias e padrões para o estudo. As identificações das unidades de análise foram realizadas através de segmentos de texto relevantes para sua pesquisa.

A codificação das categorias foi feita com base nos temas que deviam ser analisados, com o cuidado para que todas as unidades de análise se encaixassem em uma categoria. Segundo Bardin (2011), a categorização é o processo fundamental da análise de conteúdo, através do qual os dados brutos são agrupados em categorias com base em características

semelhantes. A criação de subcategorias pode ser criada para capturar nuances e detalhes dentro da categoria principal.

Após a codificação de todas as unidades de análise, foi realizada a análise das categorias e subcategorias para identificar padrões, tendências e insights. Foi considerado para busca nessa análise temas comuns, frequência de ocorrência de certas categorias e quaisquer relações entre elas. Com essas etapas concluídas, foi possível realizar a análise e interpretação dos resultados, onde foi possível obter uma compreensão aprofundada dos dados e fornecer uma base sólida para as conclusões da pesquisa.

4.2.3 Etapa 3: Elaboração do Produto Educacional: “Química na Prática: manual de experimentos com uso de laboratórios virtuais”

De acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2019), os mestrados profissionais na área de ensino têm se expandido nos últimos anos, tendo como principal público-alvo os profissionais da Educação Básica. De acordo com a CAPES (2019), os mestrados profissionais devem gerar, além das dissertações, um processo ou produto educacional, desenvolvido e aplicado no contexto da sala de aula.

Sobre o produto educacional, destaca-se que este “[...] pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-aulas, um equipamento, uma exposição, entre outros” (CAPES, 2019, p. 15). Destaca-se que o produto educacional constitui uma ferramenta didático-pedagógica que visa atender a uma demanda existente (PASQUALLI; VIEIRA; CASTAMAN, 2017; SILVA *et al.*, 2019). Assim, esse produto deve ser disponibilizado a todos os professores com o intuito de que esses profissionais possam utilizá-lo com a finalidade de diversificar suas práticas de ensino (SILVA; SUAREZ; UMPIERRE, 2017).

Nesse contexto, para esta pesquisa, elaborou-se um produto educacional em forma de sequência didática, em que são apresentadas alternativas de aplicação de laboratórios virtuais no ensino de química nas séries do ensino médio. Para tanto, realizou-se uma busca documental na *web*, a fim de identificar laboratórios virtuais disponíveis e gratuitos, que pudessem ser aplicados no ensino de química. Ao serem identificados esses laboratórios, suas características foram exploradas e catalogadas, de modo que foram evidenciados aspectos como: conteúdos que podem ser trabalhados; equipamento eletrônico necessário para o uso; acessibilidade; entre outros.

Desse modo, foram catalogados alguns laboratórios virtuais disponíveis e gratuitos que podem ser utilizados no contexto do ensino de química. Os laboratórios foram selecionados considerando sua disponibilidade para todos os usuários e pela fluidez em seu uso. Em seguida, foram identificados os conteúdos que podem ser trabalhados com o auxílio de cada um dos laboratórios disponíveis. Posteriormente, os conteúdos foram classificados e categorizados de acordo com a série em que são abordados, com base no atual currículo do componente curricular Química. Ainda, o tempo médio necessário para trabalhar cada conteúdo com o auxílio dos laboratórios e o equipamento necessário para utilizá-los foram levados em consideração para a elaboração do Produto Educacional.

O PE desenvolvido conta com um plano de aula completo para cada LV utilizado, iniciando com uma parte introdutório sobre o conteúdo que será abordado na aula, sempre com o intuito de engajar os alunos, conectando o conteúdo a situações reais e motivando-os a explorar os laboratórios virtuais. Na organização, são abordados os conhecimentos necessários para a execução da aula, garantindo uma compreensão sólida do tema central. E, finalmente, na aplicação do conhecimento, os alunos têm a oportunidade de utilizar o laboratório virtual, seguindo um roteiro detalhado que os conduzirá através da experiência prática. Além dos planos de aula, o manual também oferece uma apresentação detalhada de cada laboratório virtual recomendado, com imagens e dicas para o seu uso efetivo em sala de aula.

O **“Química na Prática: manual de experimentos com uso de laboratórios virtuais”** conta com cinco planos de aula, conforme o quadro a seguir:

Quadro 4 – LV e conteúdos abordados no Produto Educacional

Plano de Aula	Laboratório Virtual Utilizado	Conteúdo(s):
1	ChemCollective Virtual Lab	Ácido e Bases
2	PhET Interactive Simulations	Leis Ponderais – Balanceamento
3	YENKA	Química Ambiental – Chuva ácida
4	Krismar	Métodos de separação de misturas
5	PhET Interactive Simulations	Funções Inorgânicas: Ácidos

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

5 RESULTADOS

5.1 Resultados da Revisão Sistemática da Literatura¹

Após aplicados os critérios de exclusão nos artigos inicialmente encontrados e pré-selecionados, destacam-se 11 que abordam o uso de Laboratórios Virtuais no ensino de química. Na sequência, segue a análise dos trabalhos citados anteriormente de acordo com seus identificadores:

- **A01-** Gomes, Bilessimo e Silva (2020) aborda o uso de laboratórios online nas aulas práticas sobre o conteúdo “densidade” nas aulas práticas de Química no Ensino Médio, onde foi utilizado um ambiente virtual de aprendizagem para integrar sequência didática investigativa (SDI) aos laboratórios online.
- **A02-** Rodrigues e Nascimento (2020) apresenta Sequências Didáticas (SD) produzidas no campo de um Mestrado Profissional cujo objetivo foi criar materiais que auxiliassem os professores no uso dos simuladores virtuais PhET no ensino de densidade, pH e polaridade.
- **A03-** Brasileiro e Matias (2019) expõe sobre a utilização de uma simulação computacional em aulas de Química com estudantes do ensino médio em uma atividade para discutir as interações entre radiações eletromagnéticas e matéria utilizando o exemplo do aquecimento de alimentos no micro-ondas.
- **A04-** Fehlberg, Varga e Andreatta-da-Costa (2016) utilizou um laboratório virtual para devolver uma atividade sobre o conteúdo de destilação na aula de química em uma turma de EJA, com o intuito de relacionar questões relevantes para a vida diária dos alunos.
- **A05-** Souza *et al.* (2016) retrata a inserção de futuros professores da Educação Básica, licenciandos em química, no universo das atividades experimentais virtuais. Com base nisso, buscou-se entender a visão dos licenciandos sobre o uso de laboratórios virtuais e simuladores e com isso elaborar o “Caderno de Sequências Didáticas: Uso do Virtual Lab de Química como Recurso Instrucional”.

¹ Estes resultados foram formatados como artigo científico e publicados na Revista Conexões - Ciência e Tecnologia, Qualis A2 (2017-2022), volume 16, ano 2022. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v16i0.2278>.

- **A06-** Ferreira *et al.* (2016) apresenta a utilização do software educacional Modellus por um grupo de alunos do ensino médio no processo de simulação de uma reação de oxirredução em meio de ácido cítrico com eletrodos de ferro e cobre (pilha) na intenção de analisar o comportamento do sistema através dos valores da energia potencial (DDP).
- **A07-** Costa, Silva e Filho (2016) traz uma pesquisa de natureza quali-quantitativa feita com 39 alunos do Ensino médio de uma escola da rede pública, onde foi elaborado e aplicado uma proposta de ensino com a aplicação da TIC Crocodile Chemistry como ferramenta auxílio do ensino e aprendizagem dos conceitos científicos de ácidos e bases na perspectiva do enfoque CTSA.
- **A08-** Lucena, Santos e Silva (2013) mostra a utilização do software educacional Crocodile Chemistry usado como recurso didático-pedagógico para auxiliar o professor no processo de ensino na disciplina de química por meio da realização de atividades experimentais no ensino médio.
- **A09-** Rodrigue *et al.* (2008) aponta a utilização e estruturação dos ambientes virtuais no Ensino de química e ainda traz uma análise do perfil computacional de 15 escolas e 16 professores que lecionam para um público infanto-juvenil de 3.253 estudantes no estado do Rio de Janeiro.
- **A10-** Infante-Malachias *et al.* (2007) aborda um estudo de caso onde analisa o desenvolvimento do trabalho pedagógico realizado por uma professora de uma escola que aderiu ao Projeto Laboratório Didático Virtual de Química (LabVirtQ), onde alunos das escolas públicas de Ensino Médio do estado de São Paulo foram convidadas a elaborar, em grupos, roteiros de simulações virtuais a partir de situações do cotidiano.
- **A11-** Santos, Greca e Serrano (2003) aborda a experiência de utilização do software de simulação *DICEWIN*, na disciplina de Química Geral do curso de Química da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, com o intuito de mostrar aos alunos a modelização e a visualização do comportamento microscópico de soluções, para a construção dos conceitos envolvidos no conteúdo de Forças Intermoleculares.

5.1.1 Discussão das Questões Centrais (Qualitativas)

QC1: Como está sendo a aplicabilidade dos laboratórios virtuais no ensino de química?

De acordo com os trabalhos analisados, pode-se observar que os laboratórios virtuais estão sendo utilizados como ferramenta de ensino para aproximar os conteúdos abordados em química com o cotidiano dos alunos, aumentando o engajamento nas aulas. Nos trabalhos A01, A02 e A05 foram aplicadas sequências didáticas (SD) que, de acordo com Rodrigues e Nascimento (2020), lembra um plano de aula, porém é mais amplo que este por abordar várias estratégias de ensino e aprendizagem e por seguir por vários dias.

No A04, Fehlberg, Varga e Andreatta-da-Costa (2016) trouxeram um trabalho textual onde os alunos puderam revisar alguns conceitos que seriam abordados no uso do LV. Além disso, como instrumentos de coleta foram utilizadas entrevistas, questionários presenciais e online, rubricas e observações para conseguir uma análise do uso dos laboratórios virtuais.

Durante o processo de inclusão e exclusão dos artigos, também foi observado que existem dúvidas e incertezas em relação aos conceitos de laboratórios virtuais e simuladores. Foi observado que muitos autores, ao definirem laboratórios virtuais, incluíam erroneamente jogos ou sites com textos explicativos sobre conteúdos de química. Essa confusão no entendimento e aplicação dos termos revela a necessidade de esclarecer e delimitar de forma precisa o que constitui um laboratório virtual ou simulador.

QC2: Quais as principais vantagens e desvantagens do uso de laboratórios virtuais analisados pelos autores?

De forma geral, a análise dos autores aponta um número bem maior de vantagens sobre o uso do LV no ensino de química. O uso dos recursos se mostrou produtivo referente ao ensino promovendo observações do cotidiano sob um olhar científico, pois possibilitou ao estudante relacionar os conteúdos estudados na disciplina aos fenômenos do dia a dia e às suas experiências pessoais, permitindo assim uma melhor significação dos conhecimentos adquiridos (A01; A04; A07). O uso de simuladores complementa o ensino em situações em que o aluno não tem contato com a experimentação de forma física.

Os resultados expressam que o uso das TDICs, aumentam o interesse dos discentes, pois são ferramentas atrativas e eficientes quando usadas com base em um bom planejamento e objetivos bem estruturados, aumentando as oportunidades educativas e permitindo a criação de novos métodos de ensino-aprendizagem (A08; A09). Destaca-se também o aprimoramento do pensamento computacional e de desenvolvimento de outras estratégias de aprendizagem (A10; A11).

De forma geral, os trabalhos associaram as desvantagens do uso dos LV relacionadas à falta de formação dos professores para trabalhar esse instrumento nas aulas e também à falta de

recursos computacionais em algumas escolas. Evidencia-se também a falta de interação e o consequente isolamento social dos estudantes, principalmente os mais jovens por não terem maturidade para o aprendizado eletrônico.

QC3: Qual a percepção dos participantes (usuários) em relação ao uso de laboratórios virtuais no ensino de química?

Os alunos indicaram que o que mais chamou atenção no uso de laboratório remoto e/ou virtual foi o controle de equipamentos em locais diferentes através de uma TIC (desktop, notebook, smartphone etc.), a facilidade de uso e a agregação com os fatos do cotidiano, ludicidade, a interatividade com aparelhos e medidas permitindo assim uma boa participação na aula (A01).

No trabalho A03, ao serem questionados sobre o uso de simuladores, 89% dos participantes da pesquisa destacaram de forma positiva a atividade realizada, pontuando que o recurso facilitou o entendimento de um fenômeno que não consegue ser observado a olho nu. O artigo A04 apresentou a percepção dos usuários, em que se pode observar que a maioria dos alunos mostrou satisfação em trabalhar com o laboratório de aprendizagem virtual, e que gostariam de utilizá-lo mais vezes, porém não acreditam que a atividade experimental virtual possa substituir totalmente a atividade experimental. O questionário respondido pelo grupo de participantes do trabalho A06 revelou que o software utilizado teve uma boa aceitação, estimulando o aprendizado e ajudando na compreensão do conteúdo abordado, tornando assim a aula mais interessante.

A proposta didática desenvolvida no artigo A07 foi avaliada através de questionário, onde 97,43% relataram que a estratégia de ensino utilizando a TIC tornou o conteúdo mais fácil e compreensível, mas somente 28,20% dos alunos relataram que a estratégia de ensino despertou interesse para o estudo da química. No trabalho A08, foi apurado, por meio de questionário, que 90% dos discentes que utilizaram o laboratório virtual aprovaram a sua utilização e 82% julgaram o uso do software educacional como fácil. Os docentes deste trabalho falaram que anteriormente não tinham conhecimento do *software* e o julgaram como interessante e motivador. O trabalho A11 demonstra que a maioria dos estudantes que utilizaram o *software* melhoraram a representação de seus modelos fazendo isso de forma mais apropriada depois do uso da ferramenta de simulação.

5.1.2 Discussão das Questões Secundárias (Quantitativas)

QS1: Quais os conteúdos estão sendo contemplados no uso dos laboratórios virtuais?

No Quadro 5, apresenta-se uma síntese dos conteúdos abordados com o auxílio de laboratórios virtuais nos artigos analisados.

Quadro 5 - Conteúdos abordados com o auxílio de laboratórios virtuais

Artigo	Conteúdos
A01	Ligações químicas; propriedade dos materiais – densidade, impenetrabilidade, fluutuabilidade, empuxo, forças, volume, massa e peso.
A02	Densidade; pH; polaridade.
A03	Interações moleculares.
A04	Métodos de separação de misturas – destilação.
A05	Reações químicas inorgânicas
A06	Eletroquímica.
A07	Ácidos e bases.
A08	Estrutura atômica; processos de separação de misturas; reações ácido-base; e efeito da concentração nas reações químicas.
A09	Normas e equipamentos de segurança do laboratório.
A10	Estrutura atômica.
A11	Forças intermoleculares.

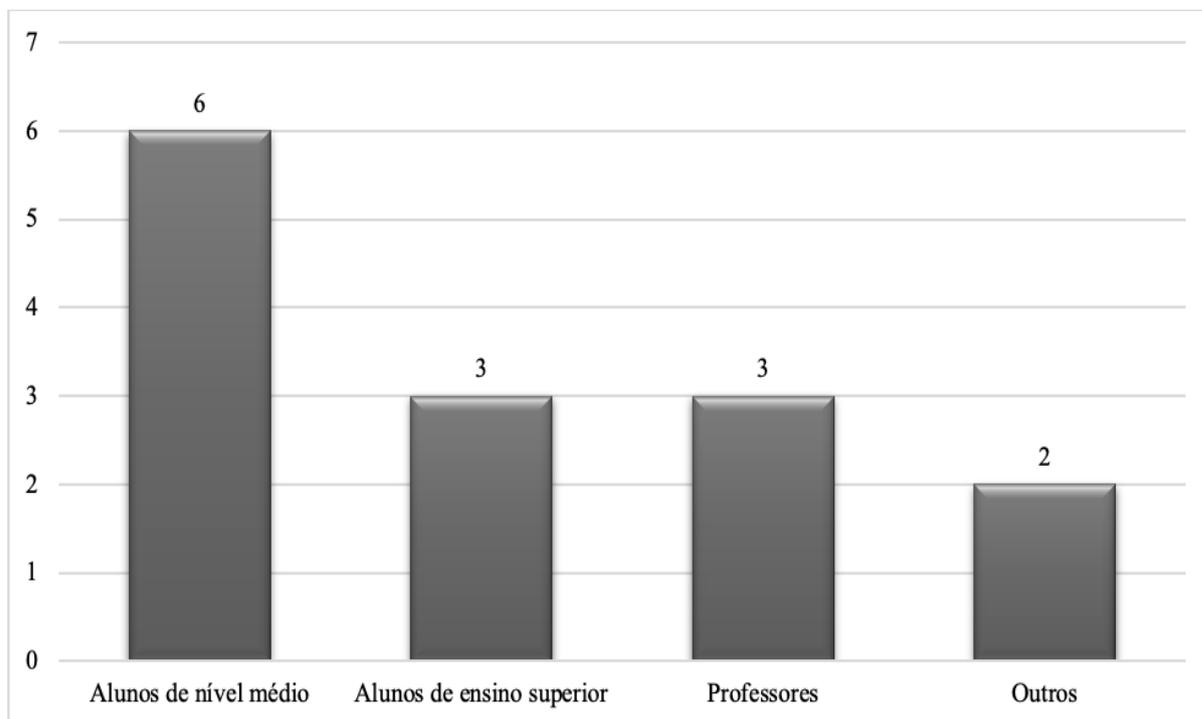
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com base nos resultados apresentados, observa-se que há uma variedade de temas explorados com o auxílio dos laboratórios virtuais. Este achado sugere uma alta abrangência desse recurso didático, que pode ser incorporado ao ensino de química em diferentes contextos e séries.

QS2: Qual público-alvo está sendo direcionado nos trabalhos de pesquisa?

No que se refere ao público-alvo contemplado nos artigos, elaborou-se um gráfico a fim de auxiliar o processo de análise. Na Figura 2, apresenta-se o quantitativo de artigos e os diferentes públicos-alvo identificados nas pesquisas.

Figura 2 – Público-alvo dos artigos analisados



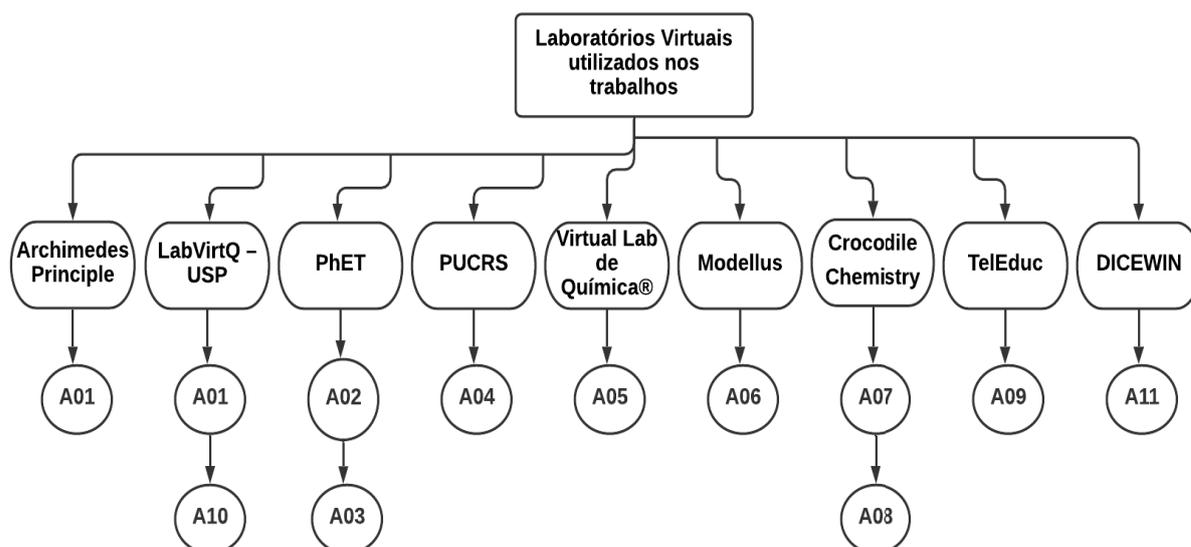
Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na Figura 2, observa-se que, dos onze artigos analisados, seis tiveram alunos do ensino médio como público-alvo, sugerindo um maior interesse por parte dos pesquisadores em explorar as percepções e experiências dos estudantes de nível médio em relação ao uso dos laboratórios virtuais. Além disso, evidenciou-se outros públicos-alvo, como é o caso dos alunos do ensino superior e de professores. Destaca-se que compreender o fenômeno em outros níveis de ensino e a partir de outras lentes é fundamental para o avanço das práticas pedagógicas envolvendo este recurso. De forma especial, investigar a percepção dos professores parece ser de grande relevância, uma vez que o docente é o agente responsável por aplicar esse recurso em sala de aula.

QS3: Quais laboratórios virtuais estão sendo utilizados para trabalhar o ensino de química?

Em relação aos laboratórios virtuais utilizados no ensino de química, observou-se que há variedade de *softwares/simuladores/aplicativos* utilizados. A Figura 3 apresenta os nomes dos laboratórios virtuais e o código dos artigos em que cada laboratório foi utilizado.

Figura 3 – Laboratórios virtuais utilizados nos trabalhos



Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na Figura 3, observa-se que os laboratórios “LabVirtQ – USP”, PhET e “Crocodile Chemistry” foram os únicos utilizados em mais de um artigo, sendo eles A01, A10, A02, A03, A07 e A08. Além disso, observa-se que o artigo A01 utilizou mais de laboratório em sua pesquisa, são eles: “Archimedes Principle” e “LabVirtQ – USP”. De modo geral, observa-se que há diferentes laboratórios virtuais sendo utilizados/investigados nas pesquisas, sugerindo que há uma ampla gama desse recurso a ser implementado em sala de aula, o que parece ser algo positivo.

5.1.3 Breves Considerações Sobre a Revisão Sistemática da Literatura

Por meio da RSL, foi possível analisar como o uso dos laboratórios virtuais no ensino de química tem sido desenvolvido no decorrer dos anos, suas limitações e melhorias e como os usuários dessa ferramenta se manifestam em relação ao seu uso. Foi possível observar também que o uso desta TDIC se iniciou com o intuito de fazer uma conexão entre os conteúdos estudados e o cotidiano dos alunos, e da carência de laboratórios físicos e de materiais (equipamentos, vidrarias, reagentes etc.) em algumas unidades de ensino.

Inicialmente, as dificuldades encontradas se tornavam mais expressivas devido à falta de recursos e conhecimentos tecnológicos dos alunos e professores, dificultando o uso dos LV durante as aulas. Atualmente, o uso dessa ferramenta passa a ser mais viável em todas as

escolas, devido ao grande avanço tecnológico. Porém, cursos de formação ainda são necessários para que esses ambientes sejam utilizados com eficiência e seus recursos sejam corretamente sugeridos para o processo educativo.

Nesse panorama, é explícito o aumento da quantidade de LV de química disponíveis para uso, porém a quantidade de estudos sobre a temática nessa área de conhecimento carece quando comparada com a disponibilidade desse recurso. Apesar disso, é perceptível o aumento do uso dessa ferramenta não apenas na educação básica, como também no ensino superior, o que contribui para o preparo e a formação de docentes que farão uso futuramente em suas aulas, seja no ensino fundamental ou no ensino médio.

De acordo com os trabalhos investigados, as instruções e a vivência com os LV aumentaram o envolvimento dos usuários com os conteúdos estudados, aumentando a curiosidade para os fenômenos que foram explorados. Isso evidencia que essa nova proposta de aula prática, que deve ser desenvolvida em paralelo com as aulas teóricas, cumpre o papel de despertar no aluno o interesse na disciplina estudada.

Portanto, estes estudos sinalizam que ainda há bastante espaço para o aprofundamento dessa temática, tanto na educação básica como no ensino superior. Existem diversos LV na área de química que têm potencial de serem explorados, tanto pela facilidade de seu uso como pela abrangência nos conteúdos abordados. Com isso, o uso dessa e de outras TDICs mostram que o preparo de professores para seu uso ainda deve ser considerado, pois trata-se de um campo que evolui de maneira rápida e abrangente, levando muitos professores a não fazerem uso por conta dessa falta de formação.

5.2 Resultados da Pesquisa de Campo

5.2.1 Participantes da Pesquisa

Com o propósito de captar a percepção dos professores acerca da temática, foram selecionados 12 professores, de ambos os sexos, com idade entre 24 e 46 anos, licenciados em Química, ou com outra formação que o habilitasse para ensinar a disciplina de Química, com atuação no Ensino Médio, nas escolas públicas do Governo do estado do Ceará, na cidade de Sobral, localizada na zona norte do estado do Ceará. Segue o perfil dos entrevistados evidenciado no Quadro 6:

Quadro 6 - Perfil dos Professores Participantes da Pesquisa de Campo

Código	Sexo	Formação	Tipo de Escola	Tempo de atuação	Vínculo
Professor 1	M	Licenciado em Química e Mestrado	Escola Profissionalizante	9 anos	Efetivo
Professor 2	M	Licenciado em Química	Colégio da Polícia Militar	2 anos	Efetivo
Professor 3	M	Licenciado em Química e Mestrado	Colégio da Polícia Militar	2 anos	Efetivo
Professora 4	F	Licenciada em Química e Pedagogia	Escola Profissionalizante	8 anos	Temporário
Professora 5	F	Licenciado em Química	Ensino Médio Integral	10 anos	Temporário
Professor 6	M	Licenciado em Química	Ensino Médio Integral	3 anos	Temporário
Professora 7	F	Licenciada em Química e Especialista	Escola Profissionalizante	7 anos	Temporário
Professora 8	F	Licenciada em Química e Especialista	Ensino Médio Regular	12 anos	Efetivo
Professor 9	M	Licenciado em Química e	Ensino Médio Integral	Não Informado	Efetivo
Professor 10	M	Licenciado em Química e Mestrado	Ensino Médio Regular	Não Informado	Efetivo
Professor 11	M	Licenciado em Química e Especialista	Ensino Médio Regular	Não Informado	Efetivo
Professora 12	F	Licenciada em Química	Escola Profissionalizante	Não Informado	Efetivo

Fonte: Dados da pesquisa.

As entrevistas ocorreram de forma individual e em grupos focais, a fim de que fosse possível compreender e interpretar a experiência e as percepções dos participantes. A entrevista com de grupos focais foi utilizada pois permite explorar diferentes perspectivas, gerar discussões e obter *insights* aprofundados sobre as questões em estudo. Os grupos focais foram divididos da maneira como está apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Divisão dos Grupos Focais

Grupo Focal 1	Grupo Focal 2	Grupo Focal 3
Professor 1 Professor 2 Professor 3 Professora 4	Professora 5 Professor 6 Professora 7 Professora 8	Professor 9 Professor 10 Professor 11 Professora 12

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Backes *et. al* (2011), o grupo focal representa uma fonte que aumenta o acesso às informações acerca de um fenômeno, seja pela possibilidade de gerar novas concepções ou pela análise e problematização de uma ideia em profundidade. Isso acontece pois permitem a coleta de dados qualitativos detalhados, concedendo espaço para que os

participantes expressem suas opiniões e compartilhem suas experiências. Essa interação abre espaço para a construção coletiva de significados, onde as discussões estimulam a expressão de diferentes pontos de vista, confrontação de ideias e debates, o que leva a enriquecer a compreensão do fenômeno em análise.

Analisando o perfil dos entrevistados percebe-se que mais de 60% são professores efetivos da rede estadual de ensino do Ceará e que atuam em diferentes tipos de ensino como: Ensino médio Regular, Ensino Médio Integral, Ensino Médio profissionalizante e Colégio da Polícia Militar. Todos os entrevistados possuem licenciatura em química e 25% possuem título de mestre. Os tempos de atuação na rede de ensino variam entre 2 e 12 anos. Todos atuam nas três séries do ensino médio. A maioria dos professores entrevistados são de escolas diferentes, totalizando dez escolas distintas. Apenas em duas escolas foram entrevistados dois professores pertencentes ao quadro de docentes da mesma instituição, somando 12 professores entrevistados.

5.2.2 Categorias de Análise

A partir da análise das entrevistas, que foi feita na íntegra e de forma detalhada, foram elaboradas categorias seguindo o mesmo tema. Essas categorias foram norteadas pelas perguntas das entrevistas, tanto individuais como dos grupos focais. Essas categorias são: (i) frequência de utilização de práticas laboratoriais nas aulas de química; (ii) conhecimento e uso de TDICs na educação; (iii) formação continuada sobre uso de recursos digitais em sala de aula; e (iv) aplicação de novos recursos tecnológicos e motivação dos alunos. Nessas categorias são evidenciadas as seguintes abordagens:

- a) **Categoria (i)** - Frequência de utilização de práticas laboratoriais nas aulas de química: Essa categoria visa investigar a frequência com que os professores utilizam práticas laboratoriais em suas aulas de química. Isso envolve o uso de experimentos práticos, atividades de laboratório e demonstrações para promover a compreensão dos conceitos químicos pelos alunos;
- b) **Categoria (ii)** - Conhecimento e uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na educação: Nessa categoria, o foco está no conhecimento e na utilização de recursos tecnológicos, como computadores, tablets, aplicativos e softwares educacionais, no ensino de química. Os trabalhos podem explorar como os professores

incorporam as TDICs em suas práticas pedagógicas para enriquecer o processo de aprendizagem dos alunos;

- c) **Categoria (iii)** - Formação continuada sobre uso de recursos digitais em sala de aula: Essa categoria envolve a investigação da formação e capacitação dos professores em relação ao uso de recursos digitais em sala de aula. Os trabalhos podem explorar programas de formação continuada, cursos e treinamentos oferecidos aos professores para aprimorar suas habilidades no uso de recursos digitais e promover uma educação mais tecnológica e atualizada e
- d) **Categoria (iv)** - Aplicação de novos recursos tecnológicos e motivação dos alunos: Nessa categoria, o foco está na aplicação de recursos tecnológicos inovadores e no impacto que eles têm na motivação e engajamento dos alunos no processo de aprendizagem da química.

Para essa categorização foi considerada as perguntas das entrevistas individuais e dos grupos focais, como podem ser vistas nos Quadros 8 e 9:

Quadro 8 – Categorias e Perguntas das Entrevistas Individuais

Categorias	Perguntas - Entrevista "Individual"
Frequência de utilização de práticas laboratoriais nas aulas de química	Utiliza com que frequência práticas laboratoriais em suas aulas? 2 Como ficou o uso de práticas laboratoriais em suas aulas durante o ensino remoto?
	Como ficou o uso de práticas laboratoriais em suas aulas durante o ensino remoto?
	Que forma encontrou para trabalhar conteúdos práticos durante o ensino remoto?
	Quais conteúdos de química sentiu maior dificuldade de trabalhar no ensino remoto? Acredita que a falta de aulas práticas dificultou o processo de ensino aprendizagem?
Conhecimento e uso de TDICs na educação	Conhece alguma Tecnologia da Informação e Comunicação utilizadas na educação? Já utilizou alguma(s)? Qual(is)?
	Você sabe o que laboratório virtual?
	Você conhece algum laboratório virtual que possa ser utilizado no ensino de química? Qual o nome?
	Já utilizou ou utilizaria os Laboratórios Virtuais de Química nas suas aulas?
Formação continuada sobre uso de recursos digitais em sala de aula	Já participou de alguma formação ou curso sobre o uso de recursos digitais em sala de aula? Acha importante participar?
	Você utiliza computador e/ou tablet e/ou celular no cotidiano da sala de aula? De que forma você utiliza ou utilizaria?
	Acredita que o conhecimento mediado pela tecnologia ganhou evidência por conta da pandemia causada pelo COVID-19?
	Apresenta alguma dificuldade para utilizar os Laboratórios Virtuais de Química em suas aulas? Qual(is)?
Aplicação de novos recursos tecnológicos e motivação dos alunos	Teria alguma objeção por parte dos gestores da sua escola caso utilizasse esse laboratório em suas aulas? 17 18
	Acredita que teria uma boa aceitação por parte dos alunos na utilização de laboratórios virtuais de química?
	A escola que você trabalha conta com computador e/ou tablet e/ou celular e acesso a internet para alunos e professores?

Fonte: Elaborado pela autora.

Essas categorias refletem as diferentes áreas de pesquisa e investigação no campo do ensino de química com o uso de recursos digitais, abordando aspectos relacionados à prática pedagógica, formação docente, uso de tecnologia e impacto no processo de aprendizagem dos alunos.

Quadro 9 – Categorias e Perguntas das Entrevistas com os Grupos Focais

Categorias	Perguntas - Entrevista "Grupo focal"
Frequência de utilização de práticas laboratoriais nas aulas de química	Os laboratórios virtuais devem ser usados apenas como complemento dos laboratórios físicos?
Conhecimento e uso de TDICs na educação	Quais conteúdos de química podem ser abordados com o auxílio de laboratórios virtuais?
	Quais recursos tecnológicos necessários para a utilização dos laboratórios virtuais?
	As escolas estão equipadas com os recursos tecnológicos necessários para a utilização dos laboratórios virtuais?
Formação continuada sobre uso de recursos digitais em sala de aula	Os professores têm formação continuada adequada que auxiliem na utilização de recursos tecnológicos?
	Teria interesse de participar de formação continuada sobre a utilização de TDIC's?
Aplicação de novos recursos tecnológicos e motivação dos alunos	Vocês acreditam que tem como estimular a autonomia de aprendizagem do aluno com o uso dos laboratórios virtuais?
	Qual a vantagem da utilização desse recurso no processo de ensino?
	Qual a desvantagem da utilização desse recurso?
	Teria alguma(s) barreira(s) e/ou limitações no uso desse recurso nas aulas?
	Acreditam que os laboratórios virtuais serão bem aceitos por parte dos discentes?
	Acredita que os laboratórios virtuais serão uma realidade palpável no cotidiano das escolas?

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, são apresentadas as análises referentes às categorias identificadas.

5.2.2.1 *Frequência de Utilização de Práticas Laboratoriais nas Aulas de Química*

No que se refere à frequência de utilização de práticas laboratoriais nas aulas de química, foram observadas diferentes realidades entre os entrevistados. Há professores que possuem um cronograma bem estruturados das aulas práticas que devem ser desenvolvidas, uns por planejamento próprio e outros por exigência da instituição, e outros que não executam aulas práticas com frequência, como podem ser constatadas nas falas abaixo:

“Periodicamente a gente tem aqui na escola a obrigação de fazer pelo menos uma aula bimestral de laboratório. Então, pela demanda da escola, a gente precisa fazer essa aula de laboratório uma vez por bimestre para todas as salas. Então, acaba tendo uma abrangência bem legal do laboratório.” (Professor 2)

“Faço experimentos 2 vezes ao mês. A gente faz as práticas no laboratório e sempre que o assunto demanda uma demonstração até em sala de aula mesmo, eu monto um laboratório improvisado na sala de aula.” (Professor 4)

“Eu utilizo esporadicamente. Mas é por conta de razões da comunidade escolar mesmo.” (Professor 6)

A fala do Professor 2 menciona que na escola há uma obrigatoriedade de realizar pelo menos uma aula bimestral de laboratório. Essa abordagem evidencia uma preocupação da instituição de ensino em ofertar práticas de experimentação aos estudantes, mostrando que há um reconhecimento da escola sobre a importância das práticas experimentais no ensino de química. Segundo Pereira et.al (2021), as aulas práticas são necessárias, pois, são fundamentais para o ensino de Química, onde esse método vai auxiliar no processo de ensino-aprendizagem relacionando a teoria com a prática, de modo a contextualizar o conteúdo visto em sala de aula com o cotidiano, obtendo assim, uma aprendizagem mais eficaz.

Ao estabelecer a obrigatoriedade de aulas de laboratório para todas as salas, busca-se garantir que todos os alunos tenham acesso às práticas experimentais, evitando a exclusão de alguns grupos. Percebe-se na fala da Professora 4 que ela planeja uma quantidade de aulas práticas mensais, e coloca o aluno em contato com a experimentação até fora do ambiente do laboratório, buscando fazer a experimentação na sala de aula convencional. Isso contribui para uma ampla abrangência das experimentações, promovendo igualdade de oportunidades de aprendizagem. O professor pode encurtar a distância entre a teoria e a prática na escola, utilizando uma linguagem que desafie os alunos e os encoraje a refletir, levando em consideração suas realidades e expectativas individuais (GIANI, 2010). Já o Professor 6 não estabelece uma quantidade mínima de aulas experimentais em suas aulas, utilizando essa metodologia poucas vezes no ensino de sua disciplina.

O Professor 6 usa como justificativa o ambiente escolar para o impedimento das aulas práticas. Como afirma Silva e Zanon (2000), a maioria das escolas não possuem estrutura adequada para o desenvolvimento de tais atividades, além da inexistência ou precariedade de laboratórios, falta de equipamentos e reagentes e carga horária reduzida. Essa realidade encontrada em diversas escolas dificulta o acontecimento e a adesão de alguns professores sobre aulas experimentais de química.

Os professores também foram questionados sobre o uso dos laboratórios virtuais como complemento dos laboratórios físicos. Essa pergunta foi relevante e pode gerar diferentes perspectivas. Alguns professores argumentaram que os laboratórios virtuais devem ser utilizados apenas como uma forma complementar aos laboratórios físicos, ou seja, como uma

ferramenta adicional que pode enriquecer a experiência dos estudantes. Este achado é evidenciado nas falas dos professores a seguir:

“Eu acho que assim vai depender muito da estrutura da escola, né? Quando a escola não tem um laboratório, um laboratório físico, o laboratório virtual ele pode suprir essa demanda.” (Professor 3 – Grupo focal 1)

“Eu acho que a escola que tem as duas possibilidades, tanto o virtual quanto o físico, o laboratório virtual pode como um apoio, sendo que o professor pode fazer inicialmente uma demonstração com os alunos no virtual, pra quando chegar na hora da prática eles já saberem o que irão fazer.” (Professor 6 – Grupo focal 2)

“Acredito que a utilização dos laboratórios virtuais pode evitar o desperdício de alguns materiais e evitar acidentes.” (Professor 11 – Grupo focal 3)

Considerando as respostas dos professores, verifica-se que a opinião dos professores sobre a utilização de laboratórios virtuais como complemento de laboratórios físicos pode variar de acordo com diferentes perspectivas e necessidades.

O Professor 3 destaca a importância do laboratório virtual em escolas que não possuem a estrutura de um laboratório físico. Nesses casos, os laboratórios virtuais podem suprir essa demanda, proporcionando aos alunos a oportunidade de realizar experimentos e explorar conceitos científicos, mesmo sem acesso a um espaço físico adequado. Isso demonstra como os laboratórios virtuais podem ser uma solução viável para escolas com recursos limitados.

Por sua vez, o Professor 6 vê o laboratório virtual como um apoio aos laboratórios físicos em escolas que possuem ambas as possibilidades. Ele sugere que o professor pode iniciar o aprendizado no ambiente virtual, fazendo demonstrações e preparando os alunos para as práticas reais. Dessa forma, os alunos chegam aos laboratórios físicos já familiarizados com os procedimentos, o que pode otimizar o tempo e promover um melhor aproveitamento das atividades práticas.

O Professor 11 destaca os benefícios dos laboratórios virtuais em termos de economia de materiais e prevenção de acidentes. Essa perspectiva ressalta a importância de considerar a segurança dos alunos e a sustentabilidade na realização de experimentos. Os laboratórios virtuais oferecem a oportunidade de os alunos praticarem sem o risco de danos ou desperdícios, o que pode ser especialmente relevante quando se trabalha com substâncias perigosas ou custosas.

Um outro fator relevante e que impactou diretamente no uso dos laboratórios virtuais foi o contexto da pandemia. O uso de aulas experimentais durante o ensino remoto, transição ocorrida devido à pandemia da COVID-19, foi um desafio para os professores de química. Porém, alguns professores utilizaram abordagens tecnológicas para suprir a limitação ao acesso

aos laboratórios físicos de química, como evidenciado na fala de alguns professores quando questionados sobre as aulas práticas durante o ensino remoto. Além disso, os participantes foram perguntados sobre os conteúdos de química que tiveram maior dificuldade de trabalhar no ensino remoto. Os achados são apresentados a seguir:

“Quando tinha alguma coisa de prática era só o comentário mostrando como é que era feito, mas assim a prática mesmo de mostrar acontecendo mesmo que virtualmente não foi feito.” (Professor 1)

“Ela praticamente não existiu. A gente tentava colocar alguns simuladores, como é o PhET, que é um simulador de experimentos usando a internet. O conteúdo de físico-química, preparo de soluções e titulação, onde a gente tem por obrigação fazer uma aula de laboratório para que o aluno entenda melhor, ficou muito perdido no ensino remoto.” (Professor 2)

“Eu explanava o assunto mostrava algumas vídeo aulas, como por exemplo, no canal do Química em Ação no YouTube e pedia que eles tentassem fazer em casa e filmasse para que fosse mostrado na aula seguinte.” (Professora 4)

“Nesse período aí a gente não fazia, a gente mandava era vídeo de experimentos pra eles verem no YouTube.” (Professora 5)

“Utilizei laboratórios virtuais. O PhET que é aquela ferramenta da Universidade do Colorado onde tem vários experimentos de química, física e biologia. Inclusive eu tenho até o aplicativo no meu tablet.” (Professor 9)

Ao analisar as falas dos professores sobre o uso de laboratórios virtuais durante o ensino remoto causado pela COVID-19, observa-se diferentes maneiras utilizadas pelos docentes durante esse período.

O Professor 1 indica que, durante o ensino remoto, as práticas virtuais não foram realizadas de forma efetiva. Embora tenha havido comentários sobre como as práticas seriam realizadas, a oportunidade de mostrar o experimento não foi aproveitada, nem mesmo virtualmente. Isso sugere que as experiências práticas não foram bem adaptadas para o ambiente virtual. Como afirma Saraiva, Traversini e Lockmann (2020), nem escolas, nem redes de ensino, conseguiram desenvolver planejamentos abrangentes e produzir orientações claras sobre como os docentes deveriam proceder, porém, as escolas devem orientar seus professores a inventarem essas estratégias, tendo em vista que a maior parte da responsabilidade em lidar com a questão do ensino remoto foi delegada aos docentes de modo individualizado.

O Professor 2 menciona que as práticas laboratoriais praticamente não existiram durante o ensino remoto. Para compensar essa falta, foram utilizados simuladores virtuais, como o PhET, que permitem que os alunos desenvolvam experimentos com o auxílio da internet. Segundo afirma Bento e Belchior (2016), é preciso estudar a mídia-educacional, buscar

entender que esta pode contribuir nos processos de ensino. Com isso, fica evidente a importância da inserção e discussão das tecnologias no currículo escolar.

No entanto, o professor ressalta que alguns conteúdos específicos de físico-química, como preparo de soluções e titulação, foram prejudicados no ensino remoto. Isso indica que, embora os simuladores tenham sido utilizados, pode ter havido dificuldades em abordar certos conceitos práticos de forma efetiva. Isso mostra que a utilização de recurso digitais não suprem em sua totalidade as aulas experimentais desenvolvidas em um laboratório físico, porém, torna-se uma alternativa quando não existe possibilidades da aula no ambiente físico.

Acredita-se que a utilização criteriosa das tecnologias de informação e comunicação pelo professor, aliada ao seu conhecimento em informática, pode efetivamente proporcionar melhorias na aprendizagem dos alunos (SANTOS, 2022). Quando os educadores dominam as ferramentas tecnológicas e as incorporam de forma estratégica em suas práticas pedagógicas, é possível abrir um mundo de possibilidades para o aprendizado dos alunos.

A Professora 4 relata que ela explicava o assunto e mostrava algumas vídeo aulas para os alunos, utilizando o canal "Química em Ação" no YouTube. Em seguida, ela pedia aos alunos que tentassem realizar os experimentos em suas residências e registrassem através de filmagem para que os vídeos fossem compartilhados na aula seguinte. Segundo Souza *et. al* (2021), os avanços que aconteceram nas últimas décadas fizeram com que o ambiente escolar apresente cada vez mais recursos que podem ser usados para complementar o chamado modelo tradicional de educação, que antes se resumia ao uso do quadro, giz, voz do professor e do livro didático.

Essa estratégia adotada pela Professora 4 visa proporcionar aos alunos uma experiência prática mesmo em um contexto de ensino remoto. Porém, é importante considerar que essa estratégia depende do acesso dos alunos aos recursos necessários para realizar os experimentos em casa, bem como da disponibilidade de equipamentos de filmagem. Quando se trata do uso de recursos tecnológicos, é crucial que o professor realize uma reflexão crítica sobre a realidade dos alunos, seu conhecimento prévio e a relação entre as tecnologias digitais e os objetivos de aprendizagem (RONDINI; PEDRO; DUARTE, 2020).

A Professora 5 afirma que, durante o período de ensino remoto, as práticas laboratoriais não eram realizadas, mas em vez disso, eram enviados vídeos de experimentos para os alunos assistirem no YouTube. Isso sugere que a professora buscou recursos externos para suprir a falta de práticas presenciais ou virtuais, fornecendo aos alunos a oportunidade de visualizar experimentos sendo realizados por meio de vídeos online. Como afirma Gonçalves *et al.* (2021) o surgimento da internet trouxe inúmeras possibilidades e aplicações do seu uso, umas delas é

como ferramenta de ensino, pois pode levar o aluno para um contexto mais amplo e enriquecedor, não limitado pelos muros da escola.

O Professor 9 relata o uso de laboratórios virtuais, especificamente o PhET, como uma ferramenta para realizar experimentos de química, física e biologia durante o ensino remoto. Ele até menciona ter o aplicativo do PhET em seu tablet, indicando seu uso de forma frequente a esse recurso educacional. Com isso, nota-se que o professor buscou ativamente recursos digitais para proporcionar experiências práticas aos alunos, adaptando-se ao ensino remoto durante o período pandêmico. É importante destacar que a tecnologia digital empregada por algumas instituições, professores e alunos antes da pandemia nem sempre era voltada para o ambiente virtual. Por isso, surge o desafio de buscar ferramentas que auxiliem efetivamente o processo de ensino e aprendizagem à distância (RAY; SRIVASTAVA, 2020).

Essas falas mostram diferentes abordagens adotadas pelos professores em relação ao uso de práticas experimentais durante o ensino remoto. Enquanto alguns professores não conseguiram realizar práticas virtuais de forma efetiva, outros buscaram alternativas, como simuladores e vídeos de experimentos online. Tendo em vista que a adoção de tecnologia na escola está diretamente relacionada ao fenômeno da comunicação social, é essencial que a instituição de ensino se mantenha atualizada de maneira abrangente diante das demandas hodiernas (BENTO; BELCHIOR, 2016).

A utilização de laboratórios virtuais, como o PhET, também foi mencionada como uma estratégia para fornecer experiências práticas aos alunos. No entanto, é importante considerar que a efetividade dessas abordagens pode variar dependendo do contexto, dos recursos disponíveis e das habilidades dos professores em adaptar as práticas laboratoriais para o ambiente virtual.

5.2.2.2 Conhecimento e Uso de TDICs na Educação

No que tange ao conhecimento dos professores sobre o uso de TDICs nas aulas, esse fato se tornou um aspecto essencial no contexto educacional contemporâneo. A sociedade se encontra cada vez mais digitalizada, e as tecnologias digitais têm um papel fundamental na transformação da forma como ensinamos e aprendemos. Com isso, o conhecimento dos professores em relação às TDICs é crucial para aproveitar todo o potencial dessas ferramentas. Pode ser analisado na fala dos professores que eles tentam inserir as TDICs em suas aulas, porém algumas limitações, como falta de manejo com as tecnologias e limitações das

instituições acabam dificultando o uso das TDICs de forma eficaz, como podemos analisar nas falas de alguns entrevistados:

“Eu já utilizei várias, já utilizei o Phet que acredito ser a mais conhecida. Já utilizei um de química orgânica pra fazer prova e pra elaborar material. E no no celular eu já tive um, eu já tive uns dois aplicativos da tabela periódica.” (Professor 6)

“Tecnologia da Informação e Comunicação, tem essas simulações, né? De laboratório. Eu já falei essas simulações do PhET. Tem também os jogos online né, qu eu gosto de utilizar. Jogos tipo Kahoot que é uma ferramenta de Quiz que os alunos respondem em tempo real e pontuam. Gosto muito de utilizar. No momento agora não estou usando porque a internet da escola ainda está em manutenção, né? Então eles estão ampliando o sinal, vai pegar em todas as salas e aí quando estiver aí com certeza a gente vai usar. Uso bastante slides que se encaixa como uma tecnologia em sala de aula. (Professor 9)

O Professor 6 menciona ter utilizado diferentes tecnologias da informação e comunicação em suas aulas. Ele menciona especificamente o PhET, uma plataforma conhecida por suas simulações interativas, e um que utiliza na elaboração de material de química orgânica. Além disso, ele menciona ter utilizado aplicativos da tabela periódica em seu celular. Essa variedade de recursos demonstra sua disposição em explorar diferentes ferramentas tecnológicas para enriquecer o ensino. Tanto as simulações computacionais quanto os laboratórios virtuais desempenham um papel importante, pois não apenas permitem a recriação de fenômenos complexos para os quais seria difícil ter acesso em sala de aula, mas também possibilitam a visualização de eventos em escala submicroscópica, que demandam um alto grau de abstração (BRASILEIRO; MATIAS, 2019). Com isso, a compreensão de muitos conteúdos de química pode ser facilitada por essa abordagem pedagógica.

Por outro lado, o Professor 9 destaca o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação, como simulações de laboratório (citando o PhET) e jogos online, como o Kahoot. Ele menciona que gosta de utilizar essas ferramentas, pois permitem interatividade e engajamento dos alunos. Dessa forma, ao fazer uso apropriado das TDIC, como os recursos da internet, é possível explorar os conteúdos químicos de maneira didática, contribuindo para a aprendizagem dos estudantes e facilitando a mediação desses conteúdos pelo professor (DELAMUTA; ASSAI; JÚNIOR, 2020). No entanto, ele também menciona que, no momento, não está usando essas tecnologias devido a problemas de conexão de internet na escola. Isso indica que, embora haja interesse em utilizar essas ferramentas, a infraestrutura e recursos tecnológicos da escola podem ser limitados.

Os educadores precisam estar familiarizados com as tecnologias disponíveis e saber como aplicá-las de forma pedagogicamente eficaz. Isso inclui conhecer diferentes tipos de software, aplicativos, plataformas online e recursos digitais que possam enriquecer as aulas e

envolver os alunos de maneira mais relevante. Como afirma Kenski (2003), as novas possibilidades de acesso à informação, interação e de comunicação, proporcionadas pelos, promovem novas formas de aprendizagem onde a sociedade requer novos comportamentos, valores e atitudes neste novo estágio de desenvolvimento da sociedade. Ao dominar essas tecnologias, os professores possuirão arcabouço para promover aulas mais dinâmicas, interativas e envolventes. As tecnologias podem facilitar a apresentação de conteúdos de forma visual e atrativa, proporcionar acesso a recursos educacionais diversificados, estimular a colaboração entre os alunos e permitir a personalização do processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, é importante ressaltar que o uso das TDICs não deve ser visto como um fim em si mesmo, mas como uma ferramenta a serviço da educação. O conhecimento pedagógico dos professores continua sendo fundamental para planejar e desenvolver atividades que promovam uma aprendizagem mais aprofundada. Considerando o exposto, destaca-se a fala de um professor entrevistado:

“Utilizava algumas plataformas, como o PhET e algumas animações de vídeo. Eu gosto de mostrar essas animações, por exemplo, quando estou falando sobre “Átomo”, pois aproxima o aluno da realidade e faz com que ele entenda melhor o conteúdo explicado”. (Professor 7)

As TDICs devem ser integradas de forma intencional e adequada ao currículo, considerando os objetivos de aprendizagem e as necessidades dos alunos. Além disso, é importante que os professores estejam dispostos a aprender e se adaptar às novas tecnologias em constante evolução. Participar de formações e atualizações sobre o uso das TDICs na educação pode contribuir para ampliar o repertório dos professores e promover práticas pedagógicas inovadoras. A Internet, os dispositivos digitais diversos e os softwares educacionais proporcionam uma gama de recursos que abrem novas possibilidades para os professores, permitindo-lhes adotar novas abordagens de ensino e superar paradigmas antigos. Além disso, oferecem aos alunos condições mais favoráveis para construir seu conhecimento de maneira mais eficaz (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015).

Em resumo, o conhecimento dos professores em relação às TDICs e o seu uso adequado nas aulas são fundamentais para potencializar a aprendizagem dos alunos. As tecnologias podem enriquecer o processo educacional, desde que sejam integradas de forma intencional, alinhadas aos objetivos pedagógicos e acompanhadas pelo conhecimento pedagógico dos docentes. O equilíbrio entre o uso das TDICs e as práticas pedagógicas tradicionais pode promover uma educação mais efetiva, atualizada e relevante para os estudantes.

A fim de ampliar a discussão sobre o uso de TDICs no ensino de química, os participantes foram perguntados sobre o uso de laboratórios virtuais. A utilização de laboratórios virtuais nas aulas de química tem se mostrado uma ferramenta valiosa para o ensino e a aprendizagem nessa disciplina. Os laboratórios virtuais são ambientes digitais nos quais os estudantes podem simular experimentos e manipular substâncias e equipamentos de forma virtual. Essa abordagem traz diversas vantagens para o ensino de química. Iremos analisar a fala de alguns professores entrevistados quando foram perguntados se conheciam algum Laboratório Virtual de Química e se utilizam ou utilizariam essa ferramenta em suas aulas. Também foi perguntado aos professores quais conteúdos de química podem ser abordados com o auxílio de laboratórios virtuais. Segue a transcrição das respostas de alguns professores:

“Conheço, só não estou lembrando o nome. [...] Com certeza eu utilizaria. Depois do período do ensino remoto os alunos ficaram muito abertos para aprender através das tecnologias.” (Professor 2)

“Não conheço nenhuma Laboratório Virtual. Não, nunca utilizei.” (Professor 4)

“Eu já vi um algum aplicativo, que ele mostra uns reagentes, e aí ele mostrava a mistura dos reagentes e se se essa mistura ia ser exotérmica ou endotérmica. [...] O laboratório virtual eu não utilizei, mas eu já eu já conheci né? Não sei se é o mesmo, mas eu já vi um modelo de laboratório onde tem os reagentes, a fórmula química deles, o que acontece quando mistura se é uma isotérmica ou isotérmica. Eu utilizaria com certeza nas minhas aulas.” (Professor 6)

“Conheço o PhET, que eu já citei anteriormente e conheço o VirtualLab que é uma realidade virtual, dá pra ver até as mãozinhas manuseando as vidrarias. Eu nunca o utilizei, mas já explorei para ver as possibilidades.” (Professor 9)

“Eu acho que dá para abordar vários. Por exemplo, o de modelos atômicos. Se tiver algum demonstrativo, tipo alguma animação virtual, eu acredito que seria algo que agregaria bastante.” (Professor 11 - Grupo focal 3)

A resposta do Professor 2 indica que ele tem algum conhecimento prévio sobre laboratórios virtuais de química, embora não tenha lembrado do nome específico no momento da entrevista. Isso sugere que ele pode ter tido contato com essa tecnologia em algum momento, o que é positivo, pois indica uma familiaridade com o conceito e a possibilidade de explorar recursos virtuais em suas aulas de química.

Além disso, o Professor 2 demonstra entusiasmo em utilizar laboratórios virtuais de química em suas aulas, mencionando que, após o período de ensino remoto, os alunos mostraram-se receptivos e abertos a aprender por meio das tecnologias. Essa resposta reflete uma compreensão do potencial das ferramentas tecnológicas para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, bem como um reconhecimento da motivação dos alunos para utilizar esses recursos. A disposição do professor em utilizar laboratórios virtuais de química indica

uma abertura para explorar novas abordagens pedagógicas e integrar tecnologias em suas aulas. Isso pode contribuir para uma maior interatividade, engajamento dos alunos e uma compreensão mais aprofundada dos conceitos químicos, proporcionando uma aprendizagem mais lúdica e envolvente.

No entanto, é importante que o professor também se atualize sobre os laboratórios virtuais disponíveis e seus recursos específicos, para que possa fazer escolhas adequadas em relação às ferramentas que melhor atendam aos objetivos de ensino e aprendizagem da disciplina de química. Dessa forma, ele estará mais preparado para aproveitar ao máximo as vantagens oferecidas por essas soluções inovadoras e proporcionar uma experiência enriquecedora aos seus alunos. Além disso, ao conhecer as atualizações e avanços na área de laboratórios virtuais, o professor estará apto a orientar e auxiliar os estudantes de forma mais efetiva, promovendo uma maior compreensão dos conceitos e teorias químicas de maneira prática e interativa.

Na fala do Professor 4, ele afirma não conhecer nenhum laboratório virtual de Química e nunca ter utilizado um. Isso sugere que o professor não teve experiência prévia com essa ferramenta e pode não estar familiarizado com os recursos e possibilidades oferecidas pelos laboratórios virtuais. Essa falta de experiência com as ferramentas tecnológicas específicas, como é o caso dos laboratórios virtuais, chega a limitar a compreensão do professor diante da vasta oferta de recursos disponibilizados por essas ferramentas, afetando assim a eficácia na incorporação dessas tecnologias em sala de aula.

No que concerne a essa abordagem, Kenski (2003) fala que as tecnologias existentes em cada época, disponíveis para utilização por determinado grupo social, transformaram radicalmente as suas formas de organização social, a comunicação, a cultura e a própria aprendizagem. Isso mostra que as tecnologias têm um impacto profundo na sociedade, moldando a maneira como as pessoas se organizam, se comunicam, constroem sua identidade cultural e adquirem conhecimento.

O Professor 6 menciona que já viu algum aplicativo que mostra reagentes e suas misturas, indicando que teve um contato superficial com um modelo de laboratório virtual. Ele menciona a possibilidade de utilizar laboratórios virtuais em suas aulas. A incorporação de novas tecnologias na educação tem aprimorado o processo de aprendizagem, assumindo o papel de um objeto didático auxiliar no ensino. Essas tecnologias têm a capacidade de gerar e proporcionar aos usuários a transmissão de conhecimentos científicos de maneira lúdica (GARCEZ; MACIEL; CARDOSO, 2012). Sendo assim, destaca que a introdução de novas tecnologias na educação pode aprimorar o conhecimento dos alunos, oferecendo recursos

didáticos auxiliares que promovem a transmissão de conhecimentos científicos de maneira lúdica.

Já o Professor 9 demonstra ter conhecimento sobre dois laboratórios virtuais: o PhET e o VirtualLab. Ele menciona ter explorado as ferramentas do VirtualLab para entender suas possibilidades, mas afirma não ter utilizado o LV em suas aulas. O Professor 9 também destaca a imersão proporcionada pelo VirtualLab, mencionando a capacidade de ver as mãos manipulando as vidrarias, o que indica um interesse em recursos mais realistas e interativos. Percebe-se que o simulador PhET é citado mais uma vez entre os professores durante a entrevista. Isso se dá devido às suas características e benefícios que o tornam uma ferramenta popular e valorizada, como o acesso gratuito, a aprendizagem interativa e o suporte a diferentes níveis de ensino.

De acordo com Souza et.al (2020), o Software de Simulação PhET pode servir de auxílio para o professor em suas aulas e permitir a inclusão de seus alunos na era digital, servindo de suporte nas escolas que não possuem laboratórios de ciências para realizar e/ou reproduzir experimentos para fundamentação e aperfeiçoamento das metodologias de ensino.

No que tange as respostas dos professores, sobre o conhecimento e uso dos laboratórios virtuais de química, essas respostas revelam diferentes níveis de familiaridade e experiência dos professores com laboratórios virtuais de Química. Alguns professores não têm conhecimento ou experiência prévia com essas ferramentas, enquanto outros demonstram um interesse em utilizá-las em suas aulas. Essa variedade de perspectivas pode refletir diferenças na formação, acesso a recursos tecnológicos e disponibilidade de capacitação para o uso das TDICs e conseqüentemente de laboratórios virtuais. Sobre a formação continuada dos professores, faremos a análise das respostas dos professores quanto a esse assunto no próximo tópico.

5.2.2.3 Formação Continuada sobre Uso de Recursos Digitais em Sala de Aula

Os professores entrevistados responderam perguntas sobre a participação em formação continuada sobre o conteúdo de tecnologias digitais. Para agregar essa informação, também foram questionados sobre a importância dessas formações. Essas perguntas foram inseridas no questionário de pesquisa devido as diversas importâncias atribuídas á formação continuada dos professores. Uma delas se trata do acompanhamento das mudanças educacionais, pois o cenário

educacional está em constante evolução, com abordagens pedagógicas atualizadas com novas metodologias de ensino oriundas dos avanços tecnológicos.

De acordo com Nóvoa (1992), a formação de professores pode desempenhar um papel importante na formação de uma nova identidade docente, estimulando a criação de uma cultura profissional no seio do professorado e de uma cultura organizacional no centro das escolas. Ao investir em formação, os professores são incentivados a refletir sobre sua prática, a se atualizarem em relação às demandas educacionais contemporâneas e a desenvolverem habilidades e competências necessárias para o exercício de sua profissão.

Nas entrevistas com os grupos focais também foi abordado sobre a formação continuada dos professores, foi questionado se os professores têm formação continuada adequada que auxiliem na utilização de recursos tecnológicos. Pode-se observar os relatos dos profissionais em seguida:

“Acho importante participar, mas não tive oportunidade de participar. Para não dizer que não tive nenhum contato, na última formação que teve da área de Ciências da Natureza que é a CREDE realizou, que foi no mês passado, os formadores apresentaram algumas possibilidades de tecnologias pra ser usada em sala de aula. Mas foi apenas apresentando no slide. A gente não teve a oportunidade de colocar a mão na massa, de usar ferramenta. Foi só mostrando na apresentação pra gente conhecer”. (Professor 1)

“Tivemos alguns cursos para aprender a utilizar algumas ferramentas da internet, como o jamboard, google drive, google Meet, que eu nem conhecia antes da pandemia. Então eu considero bem interessante participar, pois temos que nos adaptar a modernidade.” (Professora 4)

“Para a parte da química não tem formação continuada, mas os professores que atuam na parte de laboratórios de informática eles possuem sim, constantemente aparecem cursos.

Eu sou lotado em laboratório de química, e esse ano eu já fiz um curso, só que foi na área de informática.

Mas para os professores de química, que estão atuando em sala de aula, como professores de química, as formações continuadas que aparecem são apenas as do foco na aprendizagem, e dos programas da rede estadual de ensino, que funcionam como apoio pedagógico. Não é focado em Tecnologias Digitais para o Ensino.” (Professor 6 - Grupo focal 2)

Considerando que a demanda da sociedade nem sempre é a mesma da educação, o papel que as mídias têm desempenhado na sociedade atual está cada vez mais presente na formação de professores (FANTIN, 2012). A análise das respostas das entrevistas dos professores sobre a formação continuada permite acompanhar e avaliar se os docentes estão se atualizando e se adaptando às mudanças, garantindo que estejam preparados para lidar com as demandas e desafios contemporâneos da educação.

No depoimento do Professor 1, fica evidente a percepção da importância da participação em formações continuadas, porém, ele ressalta que não teve oportunidade de participar de nenhuma formação direcionada as tecnologias digitais. Ele menciona que a única vivência em formações sobre a abordagem do conteúdo foi uma feita no mês anterior, onde os formadores apenas mostraram, em slides, algumas tecnologias que poderiam ser utilizadas em sala de aula, não tendo nenhuma formação prática de como utilizá-las. Isso evidencia uma lacuna na formação, pois a falta de vivência prática pode limitar a incorporação efetiva dessas tecnologias no ensino de Química, pois não proporciona ao professor segurança para que possa utilizá-las.

A necessidade de formar os professores em novas tecnologias se dá principalmente pela significação que estes meios têm na atualidade (MERCADO, 1999). Vivemos em uma era em que a tecnologia está presente em diversos aspectos de nossas vidas, incluindo na educação. As novas tecnologias têm o potencial de transformar a forma como ensinamos e aprendemos, proporcionando recursos e possibilidades que antes não estavam disponíveis. Elas oferecem oportunidades de engajamento, interatividade, personalização e acesso a uma ampla gama de informações e recursos educacionais

Já a Professora 4 destaca a realização de alguns cursos durante a pandemia para aprender a utilizar ferramentas da internet, como o *jamboard*, Google Drive e Google Meet. Martins e Santos (2021), colocam que durante o período pandêmico ficou evidente que o país não possuía um planejamento que abarcasse situações atípicas como a vivenciada nesse período, o que fez com que muitas reestruturações fossem colocadas em prática em tempo recorde. Uma dessas reestruturações foi ofertar formação sobre o uso de recursos educacionais que dessem oportunidade para que os professores ministrassem as aulas de forma remota, com o subsídio das tecnologias digitais disponíveis. Após ter vivenciado essa experiência, ocasionada pela pandemia, a Professora 4 demonstra interesse em participar de formações continuadas, reconhecendo a necessidade de se adaptar às tecnologias modernas. Isso sugere uma postura mais receptiva em relação à formação continuada e à utilização de tecnologias digitais como recursos didáticos.

Na entrevista do Grupo Focal 2, pode-se observar a percepção de que os professores de Química enfrentam uma omissão em relação à formação continuada específica nessa área. O relato destaca que, para a parte da Química, não são oferecidas formações continuadas, enquanto os professores que atuam nos laboratórios de informática têm acesso constante a cursos nessa área.

O entrevistado menciona ter participado de um curso na área de informática, mesmo sendo lotado em um laboratório de Química. Isso pode indicar que, embora haja oportunidades

de formação, estas podem não estar alinhadas com as necessidades específicas dos professores de Química em sala de aula. Os recursos tecnológicos, em particular a informática, têm desempenhado um papel significativo no ensino de Química. Através das simulações, por exemplo, esses recursos podem contribuir para reverter a situação em que os alunos se afastam do monólogo do professor, que muitas vezes se concentra em estratégias de memorização de fórmulas e nomes de substâncias (GABINI; DINIZ, 2009).

Em concordância com o autor supracitado, verifica-se que, ao utilizar recursos tecnológicos, como simulações, os professores têm a oportunidade de tornar as aulas mais interativas, estimulando a participação ativa dos alunos e incentivando o desenvolvimento de habilidades práticas e críticas. As simulações permitem que os estudantes explorem fenômenos químicos de forma visual e experimental, o que facilita a compreensão dos conceitos e promove um aprendizado mais significativo.

Ainda analisando o relato dos professores do Grupo Focal 2, aponta-se que as formações continuadas disponíveis para os professores de Química estão mais focadas na aprendizagem em geral e nos programas da rede estadual de ensino, que funcionam como apoio pedagógico. Não são direcionadas especificamente para o uso das tecnologias digitais no ensino de Química.

Essa análise evidencia a falta de formações continuadas que abordem de maneira adequada as tecnologias digitais no contexto do ensino de Química. Os professores de Química podem estar sendo privados de oportunidades de desenvolver habilidades e conhecimentos específicos para incorporar as tecnologias digitais de forma relevante e eficaz em suas práticas de ensino.

Diante dessa constatação, é importante promover ações que preencham esse vácuo, oferecendo formações continuadas que abordem o uso de tecnologias digitais de maneira direcionada e contextualizada para o ensino de Química. Dessa forma, os professores poderão atualizar suas competências e explorar o potencial dessas ferramentas como recursos pedagógicos, aprimorando o processo de ensino-aprendizagem nessa disciplina.

É fundamental ressaltar a importância do papel dos professores na promoção de uma construção de conhecimento efetiva e embasada. Nesse sentido, a formação continuada se apresenta como um elemento essencial para a reflexão sobre a prática educativa cotidiana, bem como para a incorporação das contribuições provenientes de pesquisas na área do Ensino de Ciências. Além disso, a formação continuada também permite a discussão sobre as possibilidades trazidas pela integração das novas tecnologias de informação e comunicação no contexto escolar (GABINI; DINIZ, 2009).

Essas análises destacam a importância de uma formação continuada que vá além da mera apresentação de tecnologias em slides, proporcionando oportunidades práticas e efetivas para os professores experimentarem e incorporarem essas ferramentas em seu trabalho. Além disso, ressaltam a necessidade de formações específicas para os professores de Química, visando explorar o potencial das tecnologias digitais no ensino dessa disciplina.

A formação continuada dos professores, também contribui diretamente para a melhoria da qualidade do ensino. Ao participar de programas de atualização, cursos, workshops e outras atividades de desenvolvimento profissional, os professores têm a oportunidade de aprimorar suas habilidades pedagógicas, adquirir novos conhecimentos e aprofundar sua compreensão sobre os conteúdos que ensinam. Isso se reflete positivamente na prática educacional e, conseqüentemente, no aprendizado dos alunos.

Também foi perguntado aos professores se eles apresentam alguma dificuldade para utilizar os Laboratórios Virtuais de Química em suas aulas. Vamos analisar em seguida as respostas de alguns docentes sobre esse questionamento:

“Eu acredito que a dificuldade são os materiais disponíveis nas escolas. Por exemplo, às vezes eu preciso levar um Datashow para a sala de aula, mas a escola não dispõe de Datashow para todas as salas. Também tem o uso da internet que é limitado em algumas salas.” (Professor 2)

“Não, a dificuldade que pode existir é uma dificuldade técnica de não ter internet ou de não ter computadores pra todos os alunos utilizarem. É uma questão mais de logística. Acredito que planejando a quantidade certa de alunos para a aula daria certo.” (Professor 8)

Eu acredito que daria certo eu utilizar. Mas, se eu participasse de alguma formação seria um incentivo pra buscar o uso dessas tecnologias. Sei que tenho que fazer minha parte, mas se o Governo disponibilizasse seria melhor.” (Professor 11)

A partir das respostas dos professores, podemos identificar algumas dificuldades apontadas em relação à utilização dos laboratórios virtuais de química.

O Professor 2 menciona a falta de materiais disponíveis nas escolas como uma dificuldade. Ele cita a falta de Datashow em algumas salas de aula, o que dificulta a utilização dos recursos tecnológicos. Além disso, ele menciona que o uso da internet é limitado em algumas salas, o que também pode ser uma barreira para o acesso aos laboratórios virtuais.

O Professor 8 aponta uma dificuldade mais relacionada à logística. Ele menciona que a dificuldade técnica pode estar relacionada à falta de internet ou de computadores para todos os alunos utilizarem. Ele sugere que, com um planejamento adequado da quantidade de alunos para a aula, seria possível superar essa dificuldade.

Já o Professor 11 menciona a falta de incentivo e a necessidade de formação como uma dificuldade. Ele afirma que, mesmo acreditando que seria capaz de utilizar os laboratórios virtuais, a participação em uma formação seria um incentivo para buscar o uso dessas tecnologias. Ele também ressalta que, se o governo disponibilizasse recursos e suporte, seria ainda melhor.

Essas respostas indicam algumas dificuldades enfrentadas pelos professores no uso dos laboratórios virtuais de química. Segundo Schmitt e Tarouco (2008), uma vez que alunos e instituições de ensino não contam computadores de última geração e a velocidade da internet depende dos diversos enlaces por onde os pacotes trafegam. Também é apontada a falta de infraestrutura e a questão do preparo dos professores para a utilização de ambientes cada vez mais complexos.

A falta de materiais adequados, a limitação no acesso à internet e a disponibilidade limitada de computadores são fatores que podem dificultar a utilização dessas tecnologias. Além disso, a falta de incentivo e de formação específica também são apontadas como obstáculos para o uso efetivo dos laboratórios virtuais.

Essas dificuldades destacam a importância de investimentos em infraestrutura tecnológica nas escolas, garantindo que os recursos necessários estejam disponíveis para os professores e alunos. Além disso, programas de formação continuada voltados para o uso de tecnologias no ensino de química podem auxiliar os professores a superarem essas dificuldades e explorar o potencial dos laboratórios virtuais de forma mais eficaz.

5.2.2.4 Aplicação de Novos Recursos Tecnológicos e Motivação dos Alunos

A utilização de recursos tecnológicos avançados no ensino de química tem se revelado uma ferramenta promissora na promoção do aprendizado e na motivação dos estudantes. Nesse contexto, as TDICs desempenham um papel fundamental ao permitir a realização de tarefas, como solução de problemas e desenvolvimento de projetos, empoderando o aluno como autor ativo do seu próprio conhecimento, rompendo com o papel passivo de receptor de informações (VALENTE, 2014). Com o avanço das tecnologias digitais, surgem inúmeras possibilidades de uso de recursos interativos e dinâmicos, que vão além dos tradicionais métodos de ensino.

A química, sendo uma disciplina complexa e abstrata, muitas vezes desafia os estudantes a compreenderem conceitos e fenômenos que estão além da sua experiência cotidiana. No entanto, ao incorporar recursos tecnológicos, é possível criar um ambiente de

aprendizagem mais acessível, envolvente e estimulante. Nas entrevistas, os professores foram indagados se consideravam que a aplicação de novos recursos tecnológicos importantes para aumentar o interesse e a motivação dos alunos nas aulas de química. Também foi questionado aos entrevistados se eles acreditam que tem como estimular a autonomia de aprendizagem do aluno com o uso dos laboratórios virtuais e se o uso dessa ferramenta seria bem aceita por parte do discentes. A seguir, apresentam-se algumas falas dos participantes da pesquisa:

“Atualmente isso aí é fundamental. É primordial. Porque com o avanço da tecnologia tudo é celular, tudo é tablet. Eu tenho uma aluna em outra escola que utiliza na sala de aula um tablet como caderno. Ela escreve no tablet e guarda como se fosse o caderno. Então como o mundo está muito digital, o uso de novos recursos, de novas tecnologias são hoje praticamente primordiais.” (Professor 3)

“Eu acredito que com certeza iria atrair a atenção deles. Talvez selecionando assim uma turma né, para uma visita, porque o laboratório não suportaria uma turma inteira. Nenhum dos laboratórios lá da escola, nem o de informática e nem o de ciências suportam uma turma inteira.” (Professor 6)

“Acredito que se o aluno ele já tiver tido o interesse prévio o conteúdo que ele tá vendo fica mais fácil dele conseguir ter o interesse de ir pros laboratórios virtuais. Agora os que não tiveram esse conhecimento prévio ou pelo menos descobriram sobre a finalidade do que está sendo tratado ou sobre qual o objetivo da aula eu acho mais difícil eles terem autonomia para buscar aprendizado. Em nosso contexto escolar eu acho mais difícil que eles tenham interesse em buscar conhecimento. Bom desempenho vai ser aquele aluno que já demonstrou interesse até porque público de alunos da escola onde trabalho é um público que se distrai muito facilmente, às vezes o computador é uma fonte distração.” (Grupo focal 2)

O Professor 3 ressalta a importância dos recursos tecnológicos no ensino, afirmando que são fundamentais e primordiais devido ao avanço da tecnologia na sociedade. A combinação de recursos que considerem a realidade e os conhecimentos prévios dos alunos, juntamente com as novas formas de acesso à informação, quando mediadas pelo professor, será benéfica para a construção de um processo de ensino-aprendizagem mais significativo e dinâmico, possibilitando diversas formas inovadoras de adquirir conhecimento (LEAL *et al.*, 2020). A presença das novas formas de acesso à informação, como a internet, possibilita que os alunos tenham acesso a uma variedade de recursos e fontes de conhecimento. No entanto, é importante que o professor assuma um papel mediador nesse processo, ajudando os alunos a selecionar, interpretar e avaliar as informações disponíveis, desenvolvendo assim habilidades de pensamento crítico e discernimento.

A incorporação das tecnologias no ambiente escolar é um desafio que os professores devem estar dispostos a encarar, uma vez que isso pode facilitar uma conexão com a realidade vivencial dos alunos, estimulando sua participação e motivando seu engajamento no processo de construção de novos conhecimentos (PEREIRA; ARAÚJO, 2020). O participante menciona

um exemplo de uma aluna que utiliza um tablet como caderno, ilustrando como os dispositivos digitais estão presentes na vida dos alunos. Essa visão do professor demonstra o reconhecimento da necessidade de atualização dos recursos educacionais para acompanhar o mundo digital em que os alunos estão imersos.

O Professor 6 expressa a opinião de que os laboratórios virtuais seriam capazes de atrair a atenção dos alunos. Aquino *et al.* (2017) defendem o uso de laboratórios virtuais pelos professores como complemento de aulas ministradas, e afirma que o maior dos desafios é propor atividades dinamizadas e que estimule a participação do discente dentro e fora dos muros da escola. No entanto, ele destaca uma limitação do laboratório de informática e de ciências existentes na escola onde atua, afirmando que o espaço físico não suporta uma turma inteira. Esse comentário ressalta a importância de considerar a capacidade física dos laboratórios ao planejar atividades envolvendo laboratórios virtuais, buscando alternativas para garantir que todos os alunos tenham acesso a esses recursos.

Quando o professor prepara adequadamente a sua aula e apresenta domínio pedagógico do conteúdo a ser abordado pode empregar os meios tecnológicos como elemento de motivação e de atração dos estudantes (PEREIRA; ARAÚJO, 2020). Sobre os comentários do Grupo Focal 2, um participante destacou a importância do interesse prévio do aluno no conteúdo para que ele possa utilizar os laboratórios virtuais de forma autônoma. Ele sugere que alunos que já têm interesse prévio terão mais facilidade em buscar conhecimento nesses ambientes virtuais. No entanto, o participante observa que despertar o interesse e a autonomia nos alunos que não possuem conhecimento introdutório ou que não compreenderam os objetivos da aula pode ser mais desafiador.

Kenski (2003) destaca que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) contemporâneas promovem novas formas de aprendizagem, caracterizadas por construções criativas, flexíveis e em constante evolução. Essas tecnologias desempenham um papel fundamental ao permitir que indivíduos e a sociedade como um todo experimentem pensamentos, comportamentos e ações criativas e inovadoras. Essa é uma questão importante no campo da educação, pois cada aluno possui um nível de conhecimento e compreensão diferente, e é necessário encontrar maneiras de envolvê-los e motivá-los para garantir uma aprendizagem sólida. Despertar o interesse dos alunos é fundamental para promover a motivação individual, ou seja, a motivação que vem de dentro do próprio aluno. Isso pode ser alcançado através de estratégias pedagógicas que estimulem a curiosidade, a exploração e a conexão com a vida cotidiana dos alunos.

Além disso, ele menciona que o público de alunos da escola onde trabalha se distrai facilmente, o que pode interferir no uso adequado dos laboratórios virtuais. Esses comentários destacam a importância de despertar o interesse e engajamento dos alunos, bem como a necessidade de estratégias para lidar com possíveis distrações e garantir a efetiva utilização dos recursos virtuais.

Em geral, os comentários dos entrevistados indicam o reconhecimento da relevância dos laboratórios virtuais no ensino de química e no contexto educacional atual. No entanto, também são apontadas limitações relacionadas à infraestrutura e ao interesse e autonomia dos alunos. Esses aspectos podem direcionar ações para superar obstáculos e promover uma efetiva utilização dos laboratórios virtuais, buscando envolver os alunos e proporcionar um ambiente propício para a aprendizagem autônoma e motivação da aprendizagem.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Considerando o material levantado na pesquisa documental, os resultados da RSL, as percepções individuais dos professores e o conteúdo que emergiu a partir dos grupos focais, desenvolveu-se um Produto Educacional, em forma de sequência didática, intitulado “Química na Prática: manual de experimentos com uso de laboratórios virtuais”, em que são descritos detalhadamente os processos para a utilização dos laboratórios virtuais no ensino de diferentes assuntos na disciplina de química no ensino médio.

O manual traz, ainda, planos de aulas a serem aplicados com turmas do ensino médio, na disciplina de química. Os planos de aulas contam os seguintes componentes: tema/contéudo; duração (número de aulas); objetivos da aula; laboratório virtual utilizado; síntese do conteúdo; e metodologia. De forma específica, no componente “laboratório virtual utilizado”, evidencia-se uma breve apresentação do LV que será indicado para a realização da aula prática, com algumas imagens e dicas necessárias para seu uso. O componente “metodologia” foi dividido em três partes: (i) problematização inicial; (ii) organização; e (iii) aplicação do conhecimento.

No que se refere à metodologia, na parte da problematização inicial, são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos sobre o conteúdo abordado e a utilização do laboratório proposto. Esse momento dará espaço para os professores motivarem os alunos para o estudo do conteúdo específico e da escolha do LV. Esse primeiro momento visa a conexão do conteúdo com situações reais que os alunos vivenciam, assim como busca aumentar o vínculo entre professores e alunos no contexto do uso dos LV.

Na parte de organização, os conhecimentos necessários para a execução da aula, compreensão do tema central e da problematização inicial serão significativamente abordados. É preciso deixar claro que a escolha das estratégias didáticas e dos recursos mais adequados para apresentar o novo conhecimento ao aluno seja coerente com a realidade que ele está inserido. E, por fim, na parte de aplicação do conhecimento, a utilização do LV é apresentada aos alunos. Esse momento pode ser subdividido em quantas partes forem necessárias, já que consiste na etapa em que a aula é detalhada. O Produto Educacional produzido a partir desta dissertação é apresentado em um volume separado e está estruturado da seguinte forma:

Quadro 10 – Informação sobre o PE

Plano de Aula	Laboratório Virtual	Conteúdo(s):
1	CHEMCOLLECTIVE VIRTUAL LAB	Ácido e Bases
2	PHET INTERACTIVE SIMULATIONS	Leis Ponderais – Balanceamento

3	YENKA	Química Ambiental – Chuva ácida
4	KRISMAR	Métodos de separação de misturas
5	PHET INTERACTIVE SIMULATIONS	Funções Inorgânicas: Ácidos

Fonte: Elaborado pela autora.

Cada aula está relacionada a um laboratório virtual específico e aborda conteúdos relevantes da química abordada no Ensino Médio. Essa estrutura do produto educacional oferece um suporte para a utilização do LV em um contexto de aulas laboratoriais. Cada aula aborda um conteúdo específico, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades práticas, entendam conceitos químicos importantes e apliquem seus conhecimentos de forma contextualizada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral investigar como os laboratórios virtuais podem contribuir para uma aprendizagem mais efetiva de química no ensino médio.

A RSL realizada permitiu evidenciar o estado da arte sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química, revelando como o uso dos laboratórios virtuais no ensino de química tem sido desenvolvido no decorrer dos anos, suas limitações e melhorias e como os usuários dessa ferramenta se manifestam em relação ao seu uso. Ainda, foi possível observar que o uso desta TDIC se iniciou com o intuito de fazer uma conexão entre os conteúdos estudados e o cotidiano dos alunos, e da carência de laboratórios físicos e de materiais (i.e., equipamentos, vidrarias, reagentes etc.) em algumas unidades de ensino. Destaca-se que o aumento dos Laboratórios Virtuais de química é evidente, mas a quantidade de estudos nessa área ainda é insuficiente em comparação com a disponibilidade desses recursos. Apesar dessa lacuna, nota-se um aumento no uso dessas ferramentas não apenas na educação básica, mas também no ensino superior. Isso é positivo, pois contribui para o preparo e a formação de professores que poderão utilizá-los em suas aulas no ensino fundamental e médio.

Durante a busca pelos artigos para a revisão sistemática da literatura, foi observado que muitos artigos foram excluídos por não atenderem ao terceiro critério de inclusão, que especificava a necessidade de abordar o uso de laboratório virtual ou softwares que simulassem um laboratório no ensino de química. Embora muitos desses artigos apresentassem no título ou na introdução a utilização de um laboratório virtual, ao ler o conteúdo, ficou evidente que se tratava de jogos, protótipos ou sites com textos de química, sendo assim excluídos do estudo. Essa investigação revelou uma clara ambiguidade e falta de clareza em relação ao conceito de laboratórios virtuais e simuladores de química, mostrando existir dúvidas sobre o que exatamente esses termos englobam. A distinção entre um laboratório virtual, um jogo, um protótipo ou um simples site com informações de química é crucial, uma vez que cada um possui propósitos e características distintas. Enquanto os laboratórios virtuais e simuladores visam recriar ambientes laboratoriais reais para fins de ensino e aprendizagem, os jogos podem ter abordagens mais lúdicas e foco em entretenimento. Por outro lado, protótipos e sites com informações de química podem fornecer recursos complementares, mas não necessariamente simulações interativas.

A RSL também contribuiu para a consecução do segundo objetivo específico desta pesquisa, que buscou identificar *softwares*, aplicativos e *websites* que simulam laboratórios

virtuais para o ensino de química. Assim, foi possível mapear quais os laboratórios virtuais mais citados em artigos científicos e, conseqüentemente, seu uso. Essa identificação foi de extrema importância para enriquecer esta pesquisa e compreensão da experiência de aprendizagem dos estudantes de química com o uso deste recurso. Além disso, esta etapa da pesquisa contribuiu sobremaneira com a elaboração do Produto Educacional. Com o mapeamento dos LVs, pode-se perceber um destaque para alguns mais utilizados e apresentados nos artigos científicos. Um exemplo notável é o *PhET Interactive Simulations*, que oferece uma ampla gama de simulações interativas em várias áreas da ciência, incluindo a química. O PhET permite que os alunos manipulem variáveis, observem resultados e compreendam os princípios subjacentes dos experimentos. Essa plataforma é gratuita e pode ser acessada on-line, facilitando o uso em sala de aula. Outro exemplo é o LabVirtQ-USP, desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP), que oferece experimentos virtuais para o ensino de química. Essa plataforma permite que os alunos realizem simulações de experimentos e manipulem diferentes substâncias químicas em um ambiente virtual controlado.

Por meio pesquisa de campo, foi possível compreender a percepção de professores da rede estadual de ensino do Ceará sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química, possibilitando a consecução do terceiro objetivo específico. Com base nos resultados da pesquisa de campo, pode-se concluir que a utilização de laboratórios virtuais como complemento de laboratórios físicos pode ser vista como uma estratégia vantajosa em diferentes contextos. Tanto em escolas sem recursos laboratoriais adequados, quanto em instituições com ambas as opções, os laboratórios virtuais podem enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, preparando os alunos, proporcionando experiências práticas e promovendo a segurança e a eficiência nas atividades laboratoriais.

No entanto, é fundamental considerar que o uso dos laboratórios virtuais não deve substituir completamente a experiência prática em laboratórios físicos. A interação direta com os equipamentos, substâncias e processos reais é de extrema importância para a compreensão dos conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades técnicas. Os laboratórios virtuais devem ser vistos como uma ferramenta complementar, capaz de ampliar e enriquecer as oportunidades de aprendizagem. Portanto, é necessário que os professores tenham conhecimento sobre as tecnologias disponíveis e sejam capazes de utilizá-las de forma eficaz, integrando-as aos objetivos pedagógicos e considerando as necessidades e características de seus alunos. A formação continuada dos professores no uso de recursos digitais e laboratórios virtuais é essencial para garantir o aproveitamento máximo dessas ferramentas e proporcionar uma educação atualizada e relevante. Assim, a combinação equilibrada entre as práticas

tradicionais e as inovações tecnológicas pode resultar em uma educação mais efetiva, engajadora e enriquecedora para os estudantes.

A partir dos achados da pesquisa de campo, pode-se concluir que a formação continuada dos professores é fundamental para o aprimoramento do ensino, especialmente no que diz respeito à incorporação das novas tecnologias de informação e comunicação. Essa formação vai além da simples apresentação de ferramentas tecnológicas, buscando proporcionar oportunidades práticas e efetivas para que os professores possam experimentar e integrar essas ferramentas em sua prática educativa. A formação continuada contribui diretamente para a melhoria da qualidade do ensino, permitindo que os professores aprimorem suas habilidades pedagógicas, adquiram novos conhecimentos e aprofundem sua compreensão dos conteúdos que ensinam. Isso reflete positivamente na prática educacional e no aprendizado dos alunos. No que diz respeito ao despertar do interesse dos alunos, fica evidente a importância de estratégias pedagógicas que estimulem a curiosidade, a exploração e a conexão com a vida cotidiana dos estudantes. É necessário considerar que os alunos podem se distrair facilmente, o que pode interferir no uso adequado dos recursos virtuais, como os laboratórios virtuais.

Nessa perspectiva, é crucial buscar estratégias para envolver os alunos, superar possíveis distrações e garantir a efetiva utilização desses recursos, promovendo uma aprendizagem autônoma e motivadora. Apesar de reconhecerem a relevância dos laboratórios virtuais no ensino de química e no contexto educacional atual, os comentários dos professores também apontam limitações, como a infraestrutura inadequada e o nível de interesse e autonomia dos alunos. Essas limitações devem ser enfrentadas por meio de ações que busquem superar obstáculos, envolver os alunos e criar um ambiente propício para a aprendizagem motivadora e autônoma. Em suma, a formação continuada dos professores, aliada ao despertar do interesse dos alunos e à superação de limitações, são elementos essenciais para promover uma efetiva utilização dos recursos tecnológicos, como os laboratórios virtuais, e proporcionar um ensino de qualidade, atualizado e engajador.

O produto educacional proposto, é um instrumental para que docentes do ensino médio possam integrar experimentos de química às suas aulas, com o auxílio de recursos digitais. Isso pode trazer maior dinamicidade às aulas, ao passo que pode suprir a escassez de laboratórios físicos em algumas escolas, ou mesmo remediar a falta de reagentes químicos, que muitas vezes demandam elevado custo às escolas. Além disso, a disponibilidade de materiais digitais para experimentos de química amplia o acesso à educação de qualidade, especialmente em escolas com recursos limitados. Os laboratórios virtuais abordados no PE podem ser acessados por

meio de dispositivos eletrônicos com conexão à internet, tornando-os uma opção viável mesmo em contextos com restrições físicas.

Adicionalmente, a elaboração desse estudo tem potencial de contribuir para o campo das políticas públicas de educação, em especial para o campo das políticas focadas na inclusão digital. Esses laboratórios virtuais proporcionam aos alunos uma experiência próxima à realização de experimentos reais, permitindo-lhes explorar conceitos e desenvolver habilidades práticas no campo da química. Ainda, com o uso dos laboratórios virtuais, os professores e gestores educacionais podem promover e expandir a prática laboratorial e experimental no ensino de química por meio do uso de tecnologias, proporcionando uma educação mais democrática e equalizando as oportunidades de acesso a um ensino dinâmico e de qualidade.

Em linhas gerais, esta pesquisa contribui para discussão sobre o uso das TDICs no ensino de ciências, especificamente no ensino de química, destacando-se o uso dos laboratórios virtuais como uma valiosa ferramenta educacional, com potencial para melhorar o ensino e a efetiva aprendizagem da disciplina. Para pesquisas futuras, sugere-se a investigação do uso de laboratórios virtuais em outras disciplinas, como física e biologia. Além disso, por meio desta pesquisa, encoraja-se a criação de novos laboratórios virtuais, a fim de ampliar o uso desse recurso nos diversos contextos escolares.

Referências

- ACHUTHAN, K.; KOLIL, V. K.; DIWAKAR, S. Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. **Education and Information Technologies**, v. 23, n. 6, p. 2499-2515, 2018.
- AQUINO, C. D.; TEIXEIRA, M. M.; SILVA, J. R.; MEDEIROS, E. S.; SANTOS, A. C.; GOMES, A. A. Laboratórios virtuais: o desenvolvimento de um protótipo para o ensino da química. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, n. 13, p. 279-283, 2017.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- BACKES, D. S.; COLOMÉ, J. S.; ERDMANN, R. H.; LUNARDI, V. L. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. **O Mundo da Saúde**, v. 35, n. 4, p. 438-442, 2011.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Reto, L. A.; Pinheiro, A. (trad). São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENTO, L.; BELCHIOR, G. Mídia e educação: o uso das tecnologias em sala de aula. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 1, Edição Especial, p. 334-343, 2016.
- BERALDO, A. L. S.; OLIVEIRA, T.; STRINGHINI, D. Laboratórios remotos e virtuais no Brasil com foco no ensino: uma revisão sistemática da literatura. **RENOTE**, v. 19, n. 1, p. 330-340, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASILEIRO, L. B.; MATIAS, J. C. Simulações computacionais no ensino de química: estudando as microondas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 217-228, 2019.
- BRASILEIRO, L. B.; MATIAS, J. C. Simulações computacionais no ensino de química: estudando as microondas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 217-228, 2019.
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de Área – Área 46: Ensino**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- CAVALCANTI, A. S. Olhares epistemológicos e a pesquisa educacional na formação de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 4, n. 4, p. 983-998, 2014.
- CEARÁ. **Decreto nº 33.510, de 16 de março de 2020**. 2020. Disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20200316/do20200316p01.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- COSTA NETO, D. J.; COSTA, E. S. S. Desafios do professor presencial para o trabalho em ambientes virtuais em épocas de pandemia. **Revista Científica Educ@ção**, v. 4, n. 8, p. 1061-1070, 2020.

COSTA, A. S.; SILVA, G. N.; DANTAS FILHO, F. F. O uso do *Crocodile Chemistry* como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 14, p. 1-11, 2016.

CRUCHO, C. I. C.; AVÓ, J.; DINIZ, A. M.; GOMES, M. J. S. Challenges in teaching organic chemistry remotely. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 3211-3216, 2020.

NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 517-522, 2000.

DELAMUTA, B. H.; ASSAI, N. D. S.; SANCHEZ JÚNIOR, S. L. Chemistry teaching and ICT: A systematic literature review and a webquest proposal for the teaching of Chemical Bonds. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e149996839, 2020.

FANTIN, M. Mídia-educação no ensino e o currículo como prática cultural. **Currículo sem fronteiras**, v. 12, n. 2, p. 437-452, 2012.

FARAUM JÚNIOR, D. P.; CIRINO, M. M. A utilização das TIC no ensino de química durante a formação inicial. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 102-113, 2016.

FEHLBERG, E.; VARGA, G.; ANDREATTA-DA-COSTA, L. A utilização de laboratórios virtuais no ensino de química para a educação de jovens e adultos. **RENOTE**, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2016.

FERREIRA, Y. P. U. M.; MACHADO, A. F.; MOURA, D. B.; SILVA, C. E. O estudo da diferença de potencial (DDP) a partir de reação de oxirredução (pilha) e aplicação da modelagem e simulação computacional. **Revista Sustinere**, v. 4, n. 1, p. 61-81, 2016.

FIRMINO, E.; SAMPAIO, C.G.; NOJOSA, A.C.B.; GUERRA, M.H. F.S.; SALDANHA, G.C.B.; VASCONCELOS, A.K.P.; BARROSO, M.C.S. Uso do software Avogadro no ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 10, n. 2, p. 67-77, 2020.

FONTANELLA, B. J. B.; LUCHESI, B. M.; SAIDEL, M. G. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R.; MELO, D. G. Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 388-394, 2011.

GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. Formação continuada de professores de química: uma proposta envolvendo a inserção da informática nas práticas de sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, 2009.

GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 343-358, 2009.

GAMBARI, A. I.; KAWU, H.; FALODE, O. C. Impact of virtual laboratory on the achievement of secondary school chemistry students in homogeneous and heterogeneous collaborative environments. **Contemporary Educational Technology**, v. 9, n. 3, p. 246-263, 2018.

GARCEZ, J. L. A. F.; MACIEL, F. R.; CARDOSO, V. M. B. Considerações ergonômicas para aplicação de mídia em ambientes educacionais para crianças do ensino fundamental.

Production, v. 22, p. 284-295, 2012.

GIANI, Kellen. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6a. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, A. L.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, J. B. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.1, p. 499-519, 2020.

GONÇALVES, A. C. S.; TAMIASSO-MARTINHON, P. ROCHA, A. S.; AGOSTINHO, S. M. L.; SOUSA, C. Estudo de caso: reflexões sobre a importância da experimentação no ensino básico de química. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7896-7910, 2021.

GUAITA, R. I.; GONÇALVES, F. P. A experimentação na educação a distância: reflexões para a formação de professores de ciências da natureza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA. **Anais...** 2014. p. 1461-1475.

HAWKINS, I.; PHELPS, A. J. Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? **Chemistry Education Research Practice**, v. 14, n. 4, p. 516-523, 2013.

HERNÁNDEZ, M. R.; RODRÍGUEZ, V. M.; PARRA, F. J.; VELÁZQUEZ, P. Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en la enseñanza aprendizaje de la química orgánica a través de imágenes, juegos y vídeos. **Formación Universitaria**, v. 7, n. 1, p. 31-40, 2014.

HUSSAIN, I.; SULEMAN, Q.; DIN, M. N.; SHAFIQUE, F. Effects of information and communication technology (ICT) on students' academic achievement and retention in chemistry at secondary level. **Journal of Education and Educational Development**, v. 4, n. 1, p. 73-93, 2017.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.; NAVAS, A. M.; NUNES, C. A. A.; SANTOS-GOUW, A. M. P.; FEJES, M. E. Elaboração em grupo de roteiros de simulações de química: uma aproximação à aprendizagem significativa colaborativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 49-61, 2007.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003.

KITCHENHAM, B.; BRERETON, P.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; BAILEY, J.; LINKMAN, S. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, p. 7-15, 2009.

LEAL, G. M.; SILVA, J. A.; SILVA, D.; DAMACENA, D. H. L. As TICs no ensino de química e suas contribuições na visão dos alunos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3733-3741, 2020.

LIMA, C. M. R.; BARROSO, M. C. S. As TIC como apoio pedagógico no ensino de química: possibilidades formativas de professores e inclusão de alunos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. 1-14, 2020.

LIU, D.; VALDIVIEZO-DÍAZ, P.; RIOFRIO, G.; SUN, Y. M.; BARBA, R. Integration of virtual labs into science e-learning. **Procedia Computer Science**, v. 75, p. 95-102, 2015.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2015.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 7, p. 1-12, 2015.

LUCENA, G. L.; SANTOS, V. D.; SILVA, A. G. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 2, p. 27-36, 2013.

MARTINS, S. P.; SANTOS, M. J. A profissão docente durante a pandemia: contribuições de um curso de formação continuada sobre as TDICs na educação. **ForScience**, v. 9, n. 2, e00943, 2021.

MERCADO, L. P. L. **Formação continuada de professores e novas tecnologias**. Maceió: EdUFAL, 1999.

NASCIMENTO, Juciene Moura de; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. O papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos químicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, p. 575-592, 2012.

NIEZER, N. T. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência Tecnologia-Sociedade (CTS)**. 2012. 139 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

NOJOSA, A. C. B.; SAMPAIO, C.G.; FIRMINO, E.; GUERRA, M.H. F.S.; SALDANHA, G.C.B.; VASCONCELOS, A.K.P. Utilização de controle estatístico de processo em uma atividade experimental no Instituto Federal do Ceará. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 1-25, 2019.

NÓVOA, A. **Formação de professores e profissão docente**. Lisboa : Ed. Dom Quixote, 1992.

PASQUALLI, R.; VIEIRA, J. A.; CASTAMAN, A. S. Produtos educacionais na formação do mestre em educação profissional e tecnológica. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 4, n. 7, p. 106-120, 2018.

PÁTARO, R. F.; CALSA, G. C. Reflexões sobre a pesquisa com grupos focais nas ciências sociais e humanas: a questão da quantidade de participantes, proveniência e local de organização. **Ciências Sociais Unisinos**, v. 56, n. 1, p. 1-12, 2020.

PEERAER, J.; VAN PETEGEM, P. ICT in teacher education in an emerging developing country: Vietnam’s baseline situation at the start of ‘The Year of ICT’. **Computers & Education**, v. 56, n. 4, p. 974-982, 2011.

PEREIRA, N. V.; ARAÚJO, M. S. T. Utilização de recursos tecnológicos na educação: caminhos e perspectivas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e447985421, 2020.

PEREIRA, W. M.; SANTOS, D. D. J.; QUEIROZ NETO, J. A.; VALASQUES, G. S.; BARROS, J. M. A importância das aulas práticas para o ensino de química no ensino médio.

Scientia Naturalis, v. 3, n. 4, p. 1805-1813, 2021.

POTKONJAK, V.; GARDNER, M.; CALLAGHAN, V.; MATTILA, P.; GUETL, C.; PETROVIĆ, V. M.; JOVANOVIĆ, K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: a review. **Computers & Education**, v. 95, p. 309-327, 2016.

RAMO, L. B. Metodologias para o Ensino de Química na modalidade EJA: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 2, p. 109-125, 2019.

RATAMUN, M. M.; OSMAN, K. The effectiveness of virtual lab compared to physical lab in the mastery of science process skills for chemistry experimente. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 76, n. 4, p. 544-560, 2018.

RAY, S.; SRIVASTAVA, S. Virtualization of science education: a lesson from the COVID-19 pandemic. **Journal of Proteins and Proteomics**, v. 11, p. 77-80, 2020.

RODRIGUES, G. C.; NASCIMENTO, E. Q. Sequências didáticas como apoio ao ensino de densidade, polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais PhET. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. 188-197, 2020.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia do COVID-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na práxis docente. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 10, n. 1, p. 41-57, 2020.

SANTOS, A. C.; FERNANDES, F. S.; SILVA, J. B. O uso de laboratórios online no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura. **ScientiaTec**, v. 4, n. 1, p. 143-159, 2017.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M.; SERRANO, A. Uso do software DICEWIN na química geral. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2003.

SANTOS, W. J. M. **Utilização do simulador PhET como estratégia para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de modelos atômicos**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SARAIVA, K.; TRAVERSINI, C.; LOCKMANN, K.. A educação em tempos de COVID-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis educativa**, v. 15, e2016289, 2020.

SCHMITT, M. A. R.; TAROUÇO, L. M. R. Metaversos e laboratórios virtuais—possibilidades e dificuldades. **RENOTE**, v. 6, n. 2, 2008.

SILVA, C. A.; SCHWERTNER, S. F.; ZANELATTO, E. M. Grupos focais: desafios e possibilidades na pesquisa qualitativa em educação. **Debates em Educação**, v. 11, n. 24, p. 1-13, 2019.

SILVA, L. H.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/INIMED, 2000.

SILVA, R. O.; NASCIMENTO-E-SILVA, D.; FERREIRA, J. A. O. A.; SOUZA, S. S. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. **REPPE - Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 3, n. 2, p. 105-119, 2019.

SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de química e os aspectos semióticos envolvidos na interpretação de informações acessadas via web. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 3, p. 639-657, 2018.

SOUZA, F. G.; MARTINS, H. G.; RODRIGUES, C. K.; RODRIGUES, G. C. Caderno de seqüências didáticas: uma construção dos licenciandos em química para a utilização do laboratório virtual. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, p. 164-172, 2016.

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 - Revista Interdisciplinar da Unemat Barra do Bugres**, v. 1, n. 1, p. 19–35, 2020.

SOUZA, L. D. Tecnologias digitais no ensino de química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 713-746, 2021.

SUN, K. T.; LIN, Y. C.; YU, C. J. A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science for elementary school students. **Computers & Education**, v. 50, p. 1411-1422, 2008.

TAVARES, R.; SOUZA, R. O. O.; CORREIA, A. O. Um estudo sobre a “TIC” e o ensino de química. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 5, p.155-167, 2013.

TULHA, C. N.; CARVALHO, M. A. G.; COLUCI, V. R. Uso de Laboratórios Remotos no Brasil: uma revisão sistemática. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 22, n. 2, 2019.

TULLIO, A. D.; HOFSTATTER, L. J. V.; SANTOS, S. A. M.; OLIVEIRA, H. T. O potencial formativo dos grupos focais na constituição de educadoras/es ambientais. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 2, p. 411-429, 2019.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **UNIFESO-Humanas e Sociais**, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. 2a. ed. New York: The Guilford Press, 2016.

Anexo A – Artigo publicado Na Revista Conexões



LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA, FRANCISCO HERBERT LIMA VASCONCELOS,
MARIA GORETTI DE VASCONCELOS SILVA

Universidade Federal do Ceará - UFC

<claudiarosanems@gmail.com>, <herbert@virtual.ufc.br> <mgvsilva@ufc.br>
10.21439/conexoes.v16i0.2278

Resumo. Este trabalho trata de uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de laboratórios virtuais (LV) no ensino da química, abordando sua utilização para o desenvolvimento de aulas experimentais em momentos que o uso do laboratório físico não for possível de ser utilizado. Para a sua execução foi desenvolvida uma análise de 11 artigos selecionados a partir de 1500 trabalhos que abordaram essa temática, com o intuito de investigar o uso dos LV no ensino de química no Brasil apontando suas vantagens e desvantagens, e identificando também as possíveis limitações para seu uso. Contudo, os trabalhos analisados constataram o aumento do uso e da disponibilidade de LV nos últimos anos, considerados pelos usuários como ferramenta atrativa para o ensino de química pois contribui para a melhor compreensão dos conteúdos estudados.

Palavras-chaves: Laboratório Virtual. Ensino. Química.

VIRTUAL LABORATORIES IN CHEMISTRY TEACHING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Abstract. This work is a systematic review of the literature on the use of virtual laboratories (VL) in teaching chemistry, addressing their use for the development of experimental classes in times when the use of the physical laboratory is not possible. For its execution, an analysis was developed in 11 articles selected from 1500 manuscripts that addressed this theme, in order to investigate the use of VL in chemistry teaching in Brazil, its advantages and disadvantages, and also identifying possible limitations for its use. However, the effective work found an increase in the use and availability of VL over the years, which users have evaluated as an effective tool for teaching chemistry as it contributes to a better understanding of the contents studied.

Keywords: Virtual Laboratory. Teaching. Chemistry.

1 INTRODUÇÃO

No atual contexto educacional, a utilização de laboratórios para o desenvolvimento de práticas experimentais no ensino de química favorece o processo de assimilação dos conteúdos pelos alunos (LIU et al., 2015), uma vez que muitos estudantes consideram a disciplina de química abstrata e difícil de associar com questões do dia a dia (SILVEIRA et al., 2019b). Nessa perspectiva, é essencial que os estudantes tenham acesso a laboratórios para execução de tarefas propostas em seus cursos. No último ano, com o avanço da pandemia cau-

sada pela COVID-19, pode-se perceber um aumento na aplicação de tecnologias digitais nas práticas de ensino (RAY; SRIVASTAVA, 2020).

Assim, com a suspensão das atividades presenciais nos estabelecimentos de ensino em todo o mundo, o uso de laboratórios virtuais apresentou-se como uma alternativa para que os estudantes pudessem ter acesso aos conteúdos práticos em disciplinas como a química. Na educação, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) passaram a exercer a função de instrumento de mediação como recurso didático. Consequentemente, coube à escola, instituição responsável