



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília - IFB
campus Gama
Licenciatura Plena em Química

WELLITTON LIMA DA SILVA

TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO:
o uso de Laboratórios Virtuais e seus impactos no ensino de química.

Brasília
2026

WELLITTON LIMA DA SILVA

TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO:

o uso de Laboratórios Virtuais e seus impactos no ensino de química.

Monografia apresentada ao curso de licenciatura em química do *campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Licenciado em Química.

Orientador: Dr. Cláudio Nei Nascimento da Silva.

Brasília
2026

Silva, Welliton Lima da .

TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO: o uso de laboratórios virtuais e seus impactos no ensino de química. / Welliton Lima da Silva ; orientação Cláudio Nei Nascimento da Silva. — Gama, DF: 2026.

44 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Campus Gama, Instituto Federal de Brasília, Gama, DF, 2026.

Orientador(a): Cláudio Nei Nascimento da Silva.

1. Laboratórios virtuais. 2. Ensino de química. 3. Tecnologias digitais. 4. formação docente. I. Silva, Cláudio Nei Nascimento da, orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela sabedoria e perseverança concedida ao longo desta trajetória acadêmica. Aos meus pais e à minha família, pelo apoio, compreensão e por acreditarem no meu potencial. Sem vocês esta conquista não seria possível.

Ao meu orientador, pela paciência e valiosas contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho, auxiliando-me em minha formação acadêmica e profissional.

Aos professores do curso de licenciatura em química do *campus* Gama, pelos conhecimentos transmitidos, experiências proporcionadas e contribuição na minha formação como futuro docente.

Aos meus amigos e colegas que estiveram presentes durante esta caminhada acadêmica, pelo companheirismo, auxílio e apoio nos momentos mais desafiadores.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho e para a minha trajetória até aqui.

RESUMO

Este trabalho analisou o uso de laboratórios virtuais no ensino de Química, tendo como objetivos identificar quais são as principais ferramentas utilizadas e os impactos da aplicação dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, além de analisar de que forma elas contribuem para a compreensão de conceitos químicos abstratos. Em termos teóricos a pesquisa baseou-se em uma revisão geral do uso de tecnologias na educação e suas transformações, abordando suas potencialidades, desafios e aplicações no ensino de Química, especialmente no que se refere à mediação de conceitos abstratos e às limitações relacionadas aos laboratórios presenciais. Metodologicamente, realizou-se questionários e entrevistas semiestruturadas com discentes do curso de licenciatura em química do Instituto Federal de Brasília *campus* Gama para compreender as percepções dos futuros docentes sobre o uso destas tecnologias e seus impactos. Os resultados obtidos permitiram concluir que o uso de tecnologias no processo de ensino de Química pode ser benéfico quando utilizado de forma planejada pedagogicamente, favorecendo a visualização de conceitos abstratos e o engajamento dos estudantes. Entretanto, observou-se que o conhecimento acerca de laboratórios virtuais ainda é escasso. Quanto à substituição dos laboratórios presenciais pelos virtuais foi possível concluir que a visão dos discentes sobre esta mudança é negativa e que esta ferramenta deve servir apenas como apoio às atividades experimentais presenciais. Evidencia-se, portanto, a necessidade de ampliação das discussões sobre o uso de laboratórios virtuais em diferentes contextos de formação docente.

Palavras-chave: ensino de Química; laboratórios virtuais; tecnologias digitais; formação docente.

RESUMEN

Este estudio analizó el uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de Química, con el objetivo de identificar las principales herramientas utilizadas, los impactos de la aplicación de estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje y analizar cómo contribuyen a la comprensión de conceptos químicos abstractos. Teóricamente, la investigación se basó en una revisión general del uso de tecnologías en la educación y sus transformaciones, abordando su potencial, desafíos y aplicaciones en la enseñanza de Química, especialmente en lo que respecta a la mediación de conceptos abstractos y las limitaciones relacionadas con los laboratorios presenciales. Metodológicamente, se realizaron cuestionarios y entrevistas semiestructuradas con estudiantes de pregrado de Química del Instituto Federal de Brasília, *campus* Gama, para comprender las percepciones de los futuros docentes sobre el uso de estas tecnologías y sus impactos. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el uso de tecnologías en el proceso de enseñanza de Química puede ser beneficioso cuando se utiliza de manera pedagógicamente planificada, favoreciendo la visualización de conceptos abstractos y la participación estudiantil. Sin embargo, se observó que el conocimiento sobre laboratorios virtuales aún es escaso. Respecto a la sustitución de laboratorios presenciales por virtuales, se concluyó que la percepción del alumnado sobre este cambio es negativa y que esta herramienta debería servir únicamente como apoyo a las actividades experimentales presenciales. Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de ampliar el debate sobre el uso de laboratorios virtuales en diferentes contextos de formación docente.

Palabras clave: Enseñanza de la química; laboratorios virtuales; tecnologías digitales; formación docente.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

- Figura 1 - Página inicial do PhET
- Figura 2 - Simuladores de química PhET
- Figura 3 - Página inicial do ChemCollective
- Figura 4 - Laboratórios virtuais do ChemCollective
- Figura 5 - Simulador do ChemCollective
- Figura 6 - Página inicial do LabXchange
- Figura 7 - Aba dos simuladores de química
- Figura 8 - Simulador do LabXchange
- Figura 9 - Quantitativo de resposta da questão 1
- Figura 10 - Quantitativo de resposta da questão 2
- Figura 11 - Quantitativo de resposta da questão 3
- Figura 12 - Quantitativo de resposta da questão 4
- Figura 13 - Quantitativo de resposta da questão 5
- Figura 14 - Quantitativo de resposta da questão 6

Quadros

- Quadro 1 - Respostas da pergunta 1 da entrevista
- Quadro 2 - Respostas da pergunta 2 da entrevista
- Quadro 3 - Respostas da pergunta 3 da entrevista
- Quadro 4 - Respostas da pergunta 4 da entrevista
- Quadro 5 - Respostas da pergunta 5 da entrevista
- Quadro 6 - Respostas da pergunta 6 da entrevista

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC Base Nacional Curricular Comum

IFB Instituto Federal de Brasília

PIBID Programa de Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

TDIC Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

UNICEP Centro Universitário Central Paulista

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3. TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: FUNDAMENTOS GERAIS.....	11
4. DESAFIOS E POSSIBILIDADES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA ESCOLA.....	12
5. O ENSINO DE QUÍMICA: CARACTERÍSTICAS E DIFICULDADES.....	13
6. TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS AO ENSINO DE QUÍMICA E SEUS IMPACTOS.....	14
7. LABORATÓRIOS VIRTUAIS E SUAS APLICAÇÕES NAS ESCOLAS.....	15
8. LABORATÓRIOS VIRTUAIS.....	17
8.1 PhET.....	17
8.2 ChemCollective.....	19
8.3 LabXchange.....	20
9. METODOLOGIA.....	22
9.1 Questionário.....	23
9.2 Entrevistas.....	23
10. RESULTADOS.....	24
10.1 Questionário.....	24
10.2 Entrevista.....	29
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31

REFERÊNCIAS.....	34
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO.....	38
APÊNDICE B - PERGUNTAS DA ENTREVISTA.....	39
APÊNDICE C - RESPOSTAS NA ÍNTEGRA DAS ENTREVISTAS.....	39
APÊNDICE D - QUADRO DE REFERÊNCIA.....	44

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da educação acompanha a própria trajetória da humanidade, integrando progressivamente as tecnologias disponíveis em cada época. Desde a Grécia na tradição oral até o advento das tecnologias digitais contemporâneas observa-se que novos instrumentos de registro e transmissão do conhecimento ampliaram as formas de ensinar e aprender (Chassot, 2003). Nos séculos XX e XXI, tecnologias como rádio, televisão, computadores e internet revolucionaram o acesso à informação, tornando-a mais rápida, global e descentralizada (Jornalista, 2013; Nogueira 2024).

O ensino de química foi impactado, pois a partir de uma certa democratização do conhecimento global graças à internet, houve uma ampliação no acesso a informações e novas técnicas que auxiliam tanto o corpo docente como o discente. Contudo, a falta de uma formação docente continuada e o uso excessivo destes dispositivos pelos alunos pode acabar impactando negativamente na perspectiva de formação de pensamento crítico (UNICEF, 2024).

Pela natureza abstrata de alguns conceitos ou dificuldade em “enxergar” o mundo microscópico da química, ou como resposta à metodologia tradicional de memorização descontextualizada da evolução científica (Moran e Bacich, 2017), que algumas novas tentativas de melhorar o ensino e ludicidade foram propostas e aplicadas, a fim de que o ensino desta área das ciências da natureza pudesse ser mais efetivo, através de jogos, laboratórios virtuais etc., mesmo que haja falhas e não seja um sistema perfeito (Silva *et al*, 2020).

Contudo, evidencia-se que mesmo com esta suposta melhora ainda assim há uma certa dificuldade no acesso ou uso destas novas tecnologias. Diante dessas questões, o presente projeto busca investigar de que forma as tecnologias têm impactado, positiva e negativamente, o ensino de química e sua implementação no cotidiano escolar, em especial os laboratórios virtuais.

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivo Geral:

Compreender os impactos do uso de laboratórios virtuais no ensino e aprendizagem de Química no Ensino Médio.

2.2 Objetivos Específicos:

- i) Identificar as principais ferramentas de laboratório virtual aplicadas ao ensino de Química;
- ii) Identificar benefícios e desafios na utilização destas ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem;
- iii) Analisar de que forma a tecnologia contribui para a compreensão de conceitos químicos abstratos.

3. TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: FUNDAMENTOS GERAIS

Inegavelmente a educação se desenvolveu junto com a humanidade, ora de forma restrita a certos grupos, ora de forma mais ampla. E também as tecnologias evoluíram, não de forma explícita com foco na educação, mas de forma que essas fossem absorvidas e utilizadas para proporcionar melhores formas de ensino-aprendizagem.

No compêndio de Chassot (2003) sobre a ciência através dos tempos, observa-se que, na Grécia Antiga, a tradição oral ensinava por meio dos poemas épicos de Homero e Hesíodo sobre a religião e técnicas de agricultura. Posteriormente, advém-se o surgimento da ciência a partir das observações da natureza e das escolas que buscavam explicar como o mundo e as coisas funcionam em pequenas academias com as particularidades de cada filósofo e sua visão de pensamento, até que então se firmasse ideias que se perpetuam até hoje como a dialética, filosofia e os primeiros passos da química. O processo de desenvolvimento da educação formal e tecnologias não foi restrito somente aos pensadores gregos, mas sim por todo o decorrer da história humana, cada qual com suas particularidades como aponta Chassot em seu livro.

Para síntese das principais tecnologias pode-se citar o processo do desenvolvimento da escrita por diversos povos, como os sumérios, gregos, egípcios etc. (UFMG, 2020). Séculos depois parte do conhecimento era registrado pelos monges copistas e que posteriormente foram substituídos graças a invenção da Prensa de Gutenberg por volta de 1440. Quase 500 anos depois, na década de 1920, surge uma tecnologia capaz de transmitir informação, e de certa forma conhecimento, através da oralidade a grandes distâncias, o rádio (Jornalista, 2013). Nesta mesma época um novo passo é tomado na direção da informação: a invenção da televisão, que possibilitou não só a transmissão da mensagem oral como também a visualização em tempo real para uma grande população (Sousa, 2024). Por fim, na segunda metade do século XX houve o desenvolvimento e aprimoramento dos computadores, que eram do tamanho de salas inteiras e que, agora, cabem dentro do bolso de uma calça, e o surgimento da internet (Nogueira, 2024). Estas duas tecnologias representaram um marco, pois através delas os indivíduos que utilizassem deste serviço poderiam se comunicar com o mundo inteiro. Assim, o conteúdo não ficava mais restrito ao que era transmitido nas emissoras de rádios locais, nos programas educacionais da televisão aberta ou nos livros didáticos.

Vê-se, como dito no primeiro parágrafo, que a educação de certa forma toma para si estas novas tecnologias e aplica de forma a melhorar ou ampliar as formas de ensino. Assim, por mais que tudo pareça simples e perfeito, há desafios nesta implementação?

4. DESAFIOS E POSSIBILIDADES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA ESCOLA

Olhando apenas para a educação do século XXI, nota-se que é praticamente impossível desvincular as tecnologias da educação ou dos educandos. Celulares cada vez mais avançados, crianças e adolescentes praticamente nascidos fluentes no digital, o advento das inteligências artificiais e também o uso excessivo destas tecnologias podem desencadear uma dependência desmedida e acabar com o pensamento crítico (UNICEF, 2024), podendo ser apresentados como pontos a serem observados no que diz respeito às dificuldades no ensino. Além disso, a desigualdade no acesso às novas tecnologias para as classes menos favorecidas e a falta de uma formação docente continuada com foco nestas inovações

tecnológicas são pontos a serem abordados no que diz respeito aos desafios tecnológicos no ensino.

O autor destaca, ainda, que as tecnologias ampliaram o acesso a conteúdos produzidos em diferentes partes do mundo, além de favorecerem o desenvolvimento de metodologias inovadoras voltadas para uma aprendizagem mais adaptada às necessidades dos estudantes. Neste contexto, a integração entre educação e tecnologia contribui para a construção de processos de ensino-aprendizagem mais dinâmicos, inclusivos e alinhados às demandas da sociedade contemporânea.

Segundo Bacich (2017), a implementação das tecnologias digitais no ambiente escolar está relacionada à adoção de metodologias que buscam tornar o estudante protagonista do próprio processo de aprendizagem. Assim, a utilização dessas ferramentas não se restringe à simples inserção de equipamentos tecnológicos em sala de aula, mas exige mudanças na organização das práticas pedagógicas e relações entre professores e alunos.

Além disso, como ainda destaca a autora, a integração das tecnologias digitais favorece a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos, estimulando a troca de conhecimentos e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Entretanto, para que haja a efetividade nisto é necessário repensar aspectos como o processo de avaliação, organização dos espaços escolares e formação continuada dos professores.

5. O ENSINO DE QUÍMICA: CARACTERÍSTICAS E DIFICULDADES.

Uma característica marcante no ensino de química são conceitos e ideias que permeiam o mundo microscópico. Desta forma, além de toda uma bagagem que é carregada por fórmulas e símbolos, alguns conceitos ficam presos ao mundo das ideias ou são transmitidas como uma espécie de “dogma”. Trata-se então de uma concepção errônea de que a ciência, de um modo geral, é uma disciplina isolada da realidade, aplicada de forma sequencial e que se desconsidera toda a evolução histórica e contextual (Moran e Bacich, 2017). Assim, buscar incorporar o ensino de química ao dia a dia pode ser uma das formas de driblar este receio ou afastamento da química, por ser temida desde o ensino fundamental.

Outro ponto levado em consideração no trabalho de Vieira, Meirelles e Rodrigues [2010?], é que o currículo de química tem uma ênfase na memorização e

é muito conteudista, visto que a forma de ensino-aprendizagem mais comum é a “repetição até a exaustão” de um mesmo conteúdo em listas de exercícios, provas, testes etc. e que, mesmo com laboratórios disponíveis, não há garantia de uma abordagem prática em laboratórios. Nunes (2021), defende que a experiência é, de fato, melhor para a assimilação e eficiência dos conteúdos, mas inviável por vezes no que diz respeito à estrutura da instituição de ensino, material e falta de manutenção dos equipamentos dos laboratórios, quando eles são existentes.

O estudo de Fiad e Galarza (2015), apresenta como um dos desafios do êxito estudantil durante o processo de ensino-aprendizagem não só suas capacidades intelectuais como também os processos e estratégias envolvidas para alcançar os objetivos de aprendizagem.

6. TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS AO ENSINO DE QUÍMICA E SEUS IMPACTOS.

Utilizar estas tecnologias, ainda mais no ensino médio, é algo previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que põe em foco reconhecer o potencial destas tecnologias e como aplicá-las nas diversas áreas do conhecimento (Brasil, 2018).

Para as escolas que não possuem um laboratório formado, por exemplo, existem algumas alternativas para driblar a dificuldade de demonstrar na prática um conceito ou reação química. Opções como pequenas reações realizadas em local controlado, mas que custam um valor do próprio bolso do docente, podem ser substituídas por apresentações em laboratórios virtuais que já tornam o ensino de química menos rígido e mais lúdico. Outras alternativas são apresentar vídeos na internet de experimentos sendo realizados, como os do Manual do Mundo e sua playlist de vídeos de experimentos de ciências da natureza, [Mundo, entre 2010 e 2026] ou tentar explicar reação com modelos de maquete, como a feita pelo Projeto Maker (Maker, 2024), que ainda custam para o professor, mas que ocasionam risco zero de acidentes ou resíduos a serem tratados posteriormente. Estas são apenas algumas das tecnologias que podem ser utilizadas no ensino de química.

Com base em tudo o que foi dito, é inegável dizer que a Química e a tecnologia não estão separadas, e principalmente no ensino. Como defende Kenski em seu livro (2012), na era digital o saber está disponível nas redes e, assim, o

aluno pode aprender de onde ele estiver. Logo, pelo saber não estar mais preso às paredes de uma escola houve uma ampliação conhecimento e nas formas como o ensino pode chegar a todos.

7. LABORATÓRIOS VIRTUAIS E SUAS APLICAÇÕES NAS ESCOLAS.

Segundo a reportagem do G1 (Tenente, 2025), cerca de 20% das escolas públicas de ensino fundamental têm laboratórios e no ensino médio essa cobertura não chega nem a 50%. Em estados do Norte e Nordeste vê-se que esta porcentagem é bem menor. De acordo com Rafaela Lima, docente de uma escola do Rio de Janeiro e entrevistada nesta reportagem, mesmo nas escolas que já têm este laboratório é necessário que haja um investimento maior. No caso do ensino de química, este investimento deve ser com ênfase na compra de reagentes para os experimentos, visto que todos têm uma data de validade e que quando estão fora do prazo perdem significativamente sua eficácia. Uma medida que pode ser utilizada para suprir esta necessidade é utilizando de vídeos da internet ou uso de laboratórios virtuais.

A lei 15.100/2025 regula o uso de celulares em ambiente escolar, visto que o uso excessivo e descontextualizado destes aparelhos dentro do ambiente escolar acaba por atrapalhar na eficácia do ensino. Contudo, ela permite que estes aparelhos sejam utilizados de forma pedagógica (Brasil, 2025). Assim, não é ilegal abordar e aplicar os laboratórios virtuais no ensino de química, visto que é necessário que os alunos tenham acesso a estes aparelhos e internet, ou que esta prática seja feita nos laboratórios de informática. Porém, caso a escola ou os alunos não tenham estas ferramentas cabe ao professor tentar utilizar esta ferramenta de alguma forma.

Uma das competências específicas da BNCC (2018) na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio é justamente o uso de mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), no qual se encaixa o uso dos laboratórios virtuais.

Flach (2022) e Mazzali (2018) abordaram como o uso destes laboratórios virtuais podem impactar diretamente no ensino de química em tópicos específicos, como volumetria de neutralização e estequiometria, respectivamente. Nos resultados de Mazzali, ela observou que foi muito bem aproveitada essa oportunidade de

realizar o experimento com o laboratório virtual e que aumentou a motivação em aprender química. Para Flach, o uso dos laboratórios em aulas práticas teve como resultado uma resposta positiva dos alunos, pois conseguiram correlacionar o que aprenderam com a teoria. Algumas das plataformas que podem ser utilizadas e suas particularidades foram abordadas na tese de Urban (2023) que são o PhET, NOAS Virtual Lab, Cloudlabs etc. Tais ferramentas simulam o comportamento dos laboratórios, podendo controlar as variáveis de um experimento além das possibilidades da repetição do mesmo experimento sem que haja um custo de material descartado, ou seja, sem resíduos.

Fiad e Galarza (2015) ressaltam que utilizar os laboratórios virtuais são uma das estratégias válidas para alcançar os objetivos esperados, visto que é por meio do ambiente virtual que os alunos têm a possibilidade de desenvolver a atividade proposta pelo docente de forma controlada e segura quantas vezes forem necessárias até o êxito, tanto de forma individual como em grupo.

Para Pascoin e Carvalho (2021), um dos pontos a ser levado em conta no uso destes laboratórios é o da efetividade, pois eles defendem que a simulação não garante o entendimento conceitual pleno, visto que ela depende de fatores como planejamento pedagógico, infraestrutura e adequação da ferramenta aos objetivos educacionais. Zimmer e Flach (2023) dizem que estas ferramentas são bons recursos complementares, visto que, ao realizar uma pesquisa com uma turma de ensino médio, houve um aumento significativo na compreensão do conteúdo ministrado e, segundo os alunos, se tornou mais fácil de compreender e interpretar os resultados podendo repeti-los conforme necessário.

Como defende Silva (2020), há linhas de pensamento que divergem na efetividade da substituição dos laboratórios presenciais por virtuais, dado que alguns pensadores sustentam que a efetividade e qualidade desses laboratórios são insuficientes. Porém, baseado no estudo do mesmo artigo, identifica-se que mesmo os laboratórios virtuais podem ser tão eficientes quanto os presenciais, principalmente nos casos onde o curso ou disciplina é ofertada na modalidade de Ensino à Distância.

Maruyama (2022) apresenta uma crítica no que diz respeito às TDICs, uma vez que alguns dos recursos estão fora da realidade de algumas escolas ou não são visadas nas faculdades formadoras de novos docentes. Porém, uma solução que pode combater tal situação é a colaboração entre professores visando uma melhor

democratização do ensino em escolas, onde, talvez, somente o professor tenha acesso a estas tecnologias e possa aplicar, mesmo que com dificuldades, em suas aulas. Outro ponto a ser observado pelo próprio autor é que ainda há muitos professores com metodologias tradicionalistas, sem muitas vezes contextualizar os assuntos com o cotidiano, visto que ainda seguem uma lógica industrial para que os alunos decorem, sem questionamentos, os conteúdos apenas para aprovação em provas e vestibulares. Desta forma, uma formação continuada e os laboratórios virtuais podem ser utilizados para simulações de experimentos e utilizadas como complemento da aprendizagem, além de instigar os alunos a resolução de experimentos práticos, mesmo que apenas virtualmente.

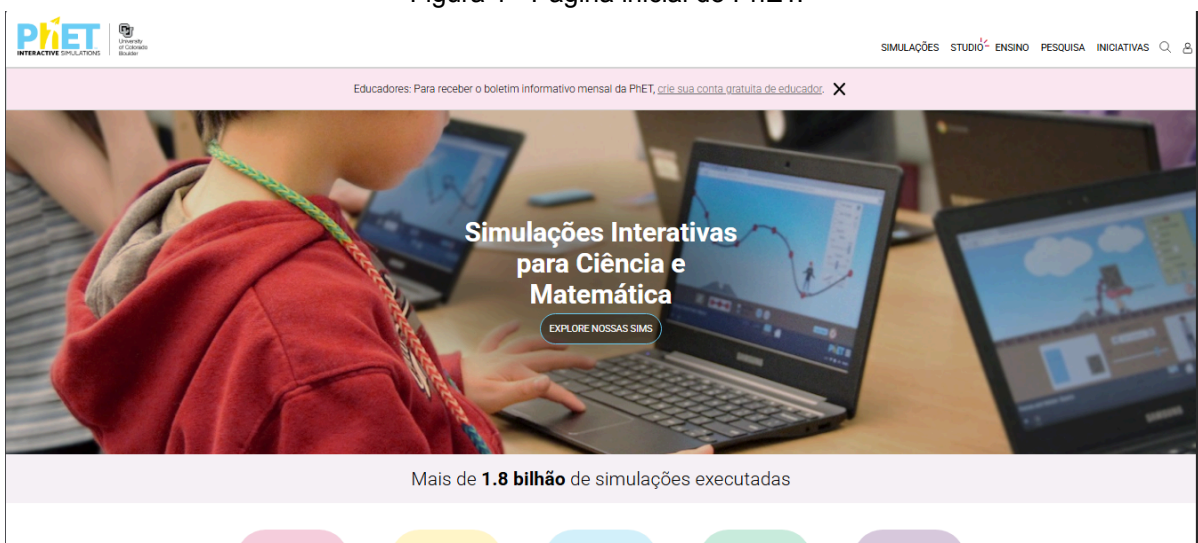
8. LABORATÓRIOS VIRTUAIS.

Alguns dos exemplos de laboratórios virtuais podem ser encontrados com simples pesquisa em navegadores. Neste trabalho serão abordadas as plataformas PhET, ChemCollective e LabXchange, que podem ser utilizadas tanto em computadores como em celulares. Estes sites online e gratuitos possibilitam que experimentos diversos possam ser testados por alunos durante as aulas ou em casa. Mesmo as plataformas estando em domínio em inglês há a possibilidade da tradução automática realizada pelo próprio navegador. Estes foram escolhidos visto que não há a necessidade de instalar programas no computador para utilizá-los.

8.1 PhET

PhET é um site disponibilizado pela Universidade do Colorado dos Estados Unidos da América (EUA). É um domínio que possibilita simular experimentos interativos de ciências e matemática gratuitamente sem necessidade de registro prévio como demonstrado pela imagem abaixo.

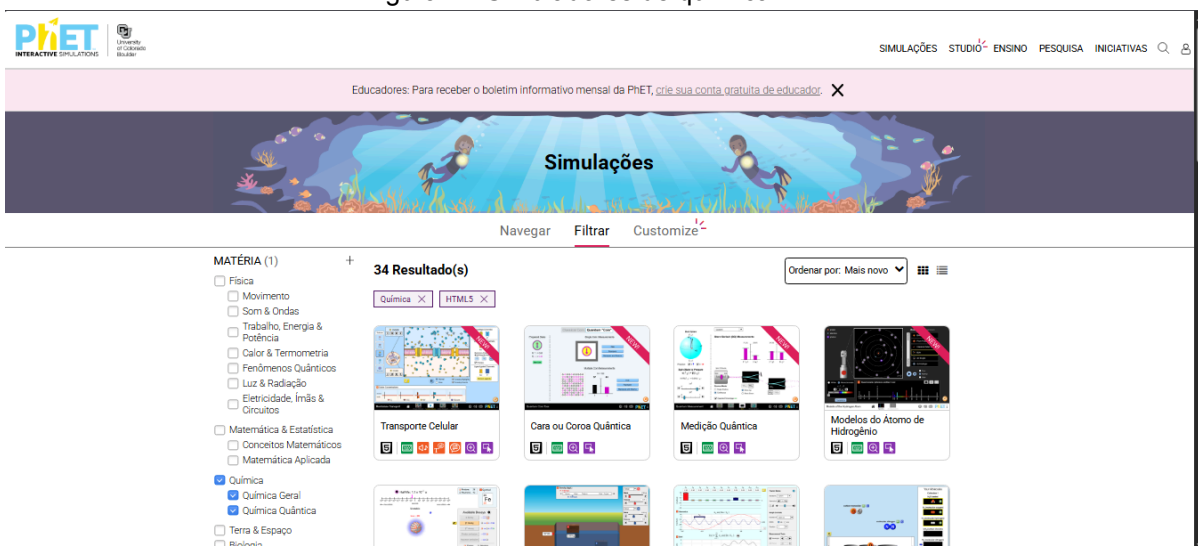
Figura 1 - Página inicial do PhET.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Explorando o site e buscando pelas simulações de química encontram-se alguns simuladores de assuntos amplos, como balanceamento de equações químicas, além de assuntos mais específicos, como o simulador do espectro de corpo negro. Todos disponibilizados de forma gratuita e que garantem uma interatividade com quase todos os elementos da simulação

Figura 2 - Simuladores de química PhET.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Estes simuladores podem ser utilizados em conjunto com as aulas teóricas a fim de exemplificar melhor conceitos, além de trazer ludicidade às aulas. Contudo, não há tantos simuladores disponíveis para todos os assuntos abordados nas aulas de química do ensino médio.

8.2 ChemCollective

O ChemCollective surgiu por volta dos anos 2000 como uma forma de auxiliar o corpo docente nas diversas atividades estudantis baseadas em cenários interativos que tentam contextualizar a química ao cotidiano. Os simuladores foram desenvolvidos por professores da Universidade Carnegie Mellon, EUA, e por outros colaboradores de outras universidades. Na página inicial pode-se observar no canto superior o atalho que direciona ao laboratório virtual, como visto na imagem abaixo:

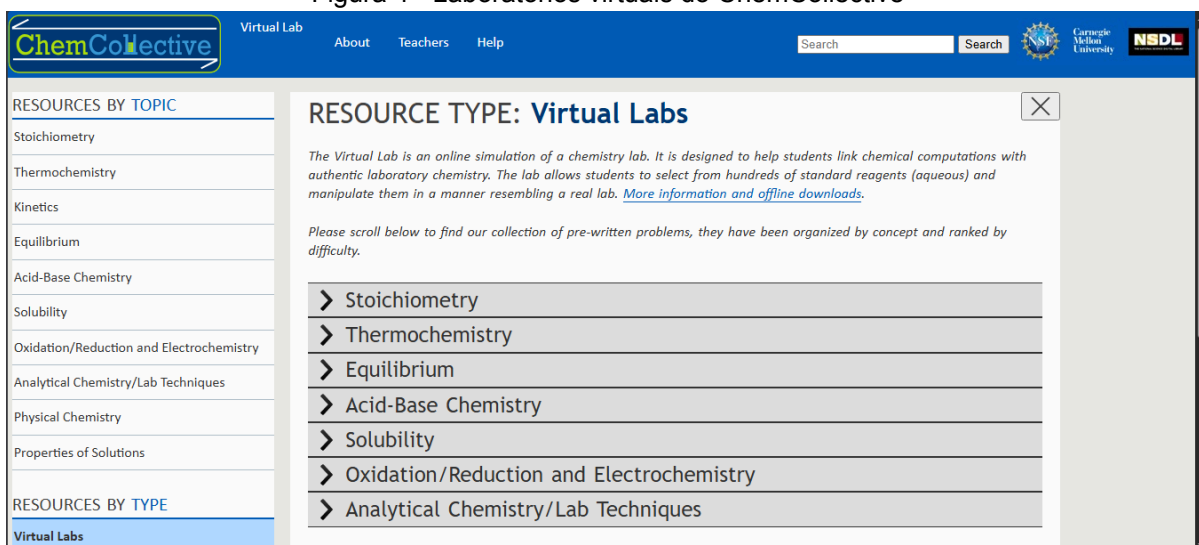
Figura 3 - Página inicial do ChemCollective.

The screenshot shows the ChemCollective website homepage. At the top, there is a blue navigation bar with the ChemCollective logo on the left, navigation links for 'Virtual Lab', 'About', 'Teachers', and 'Help' in the center, and a search bar on the right. Logos for Carnegie Mellon University and NSDL are also present in the top right corner. The main content area is titled 'Resources to Teach and Learn Chemistry'. On the left, there is a sidebar titled 'RESOURCES BY TOPIC' with a list of categories: Stoichiometry, Thermochemistry, Kinetics, Equilibrium, Acid-Base Chemistry, Solubility, Oxidation/Reduction and Electrochemistry, Analytical Chemistry/Lab Techniques, Physical Chemistry, and Properties of Solutions. The main content area contains a paragraph describing the site's resources, a 'Virtual Labs' section with a green callout box about touch support, and a 'Quick Links' sidebar with links to 'Virtual Lab', 'What's New', and 'Kinetics of the Persulfate-Iodide Clock Reaction'.

Fonte: Autoria própria, 2026.

Acessando a aba Laboratório Virtual, observa-se que os simuladores são separados conforme o assunto abordado, facilitando na hora de escolher o simulador adequado para cada conteúdo ministrado, que já é um diferencial se comparado ao PhET.

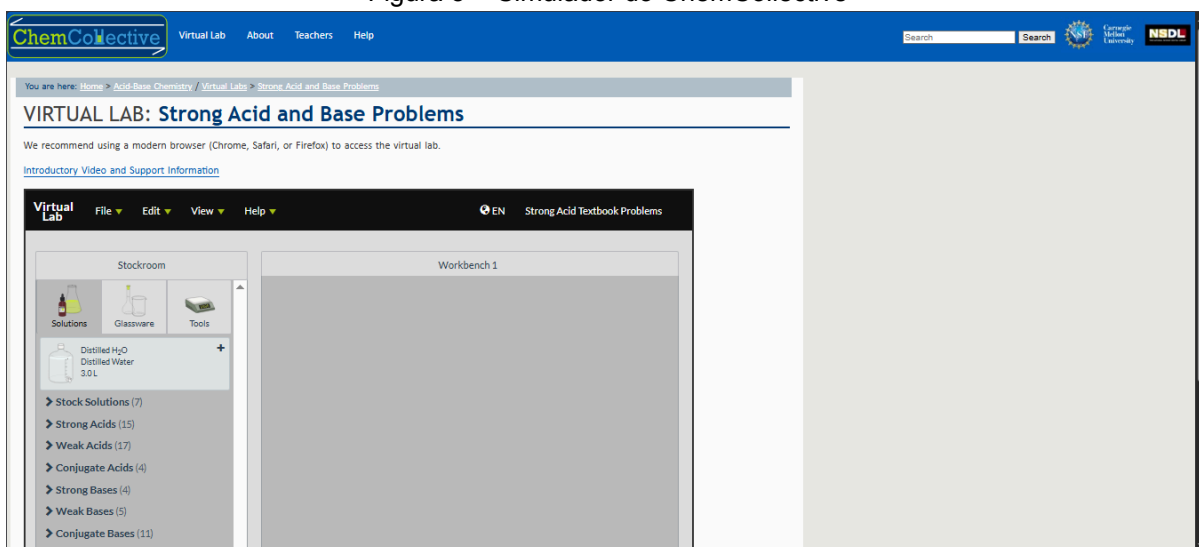
Figura 4 - Laboratórios virtuais do ChemCollective



Fonte: Autoria própria, 2026.

Nesta aba podemos escolher entre os diversos assuntos que podem ser abordados nas aulas de química.

Figura 5 - Simulador do ChemCollective



Fonte: Autoria própria, 2026.

Esta imagem mostra um dos exemplos de laboratórios virtuais encontrados na plataforma do ChemCollective.

8.3 LabXchange

O LabXchange é um repositório de simuladores de ciência criado pela Universidade Harvard, EUA, com o objetivo de proporcionar educação científica a todos em todos os lugares sem os riscos associados aos acidentes que podem

acontecer nos laboratórios caso ocorra algum erro no procedimento. Na página inicial há a aba disciplinas e nela pode-se escolher a disciplina desejada para o simulador, dividida também em níveis de ensino e tópicos, como reações químicas, química orgânica e química nuclear, observado nas imagens abaixo.

Figura 6 - Página inicial do LabXchange



Fonte: Autoria própria, 2026.

Figura 7 - Aba dos simuladores de química.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Na aba educadores há uma escolha maior de simuladores, vídeos, imagens etc sem a necessidade de registro. Como exemplo, a imagem abaixo mostra um dos simuladores possíveis de se encontrar na aba Educadores.

Figura 8 - Simulador do LabXchange



Fonte: Autoria própria, 2026.

Com este simulador, por exemplo, é possível estudar o processo de cromatografia em coluna. Ele contém as vidrarias e reagentes necessários para tal experimento. Desta forma os alunos podem seguir o passo a passo, no lado direito da imagem, e realizar a cromatografia sem que haja riscos de quebrar material ou gerar resíduos.

Estes foram 3 exemplos de plataformas possíveis de se encontrar nos navegadores de internet. Porém, como o intuito deste trabalho é avaliar a percepção dos alunos de licenciatura sobre o uso de laboratórios virtuais no ensino de química foi necessário realizar uma pesquisa com este público alvo.

9. METODOLOGIA:

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa e exploratória, visando compreender a visão de estudantes do curso de licenciatura em química sobre o uso de laboratório virtual no ensino de Química.

A fim de explorar o primeiro objetivo específico, isto é, identificar as principais ferramentas de laboratório virtual aplicados nas aulas de Química, foi realizada uma revisão bibliográfica por meio de buscadores acadêmicos, tais como SciELO, Google Acadêmico etc. sobre a temática do uso dos laboratórios virtuais no ensino de química no período entre 2020 e 2025. O período em questão trata do início da pandemia do Covid-19, onde professores precisaram adaptar práticas laboratoriais presenciais para ambientes virtuais ou utilizaram estas ferramentas para deixar o

ensino mais interativo e dinâmico, e da atualidade, se ainda estas ferramentas são utilizadas e como elas têm impactado no processo de ensino-aprendizagem.

Para atender ao segundo e terceiro objetivos específicos, que são analisar os impactos e contribuições na compreensão de conceitos abstratos de química através destas tecnologias, foram aplicados questionários e entrevistas aos discentes do curso.

O questionário abordou sobre o conhecimento prévio de laboratórios virtuais, se foi utilizado durante a formação no ensino médio e, se sabendo sobre como eles funcionam, bem como o interesse em utilizar essas TDICs em sua futura atuação docente. Após compiladas todas as respostas, foi realizada entrevista semiestruturada permitindo aprofundar em aspectos relacionados às potencialidades, desafios e limitações do uso dessas ferramentas. Participaram da pesquisa alunos que já tiveram contato com práticas pedagógicas durante a formação do curso de licenciatura em química.

Por ter um número pequeno de entrevistados, os resultados apresentados não possuem pretensão de generalizar, mas sim contribuir para a compreensão exploratória do tema deste trabalho.

9.1 Questionário

Tendo por base toda a fundamentação teórica e objetivos definidos neste trabalho, foi conduzido um questionário com as perguntas contidas no apêndice A. Os dados obtidos no questionário foram organizados e apresentados em gráficos para melhor visualização das respostas. O questionário foi realizado entre os dias 12 e 15 de março de 2026 com alunos e ex-alunos do curso de licenciatura em química do IFB *campus* Gama.

9.2 Entrevistas

As entrevistas tiveram como objetivo aprofundar os objetivos 2 e 3, que são:

- ii) Identificar os benefícios e desafios na utilização destas ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem;
- iii) Analisar de que forma a tecnologia contribui para a compreensão de conceitos químicos abstratos.

Desta forma, cada entrevistado foi convidado a responder as perguntas contidas no apêndice B deste documento. Cada entrevistado era discente do curso de licenciatura em química. A entrevista foi realizada para aprofundar a visão docente sobre o uso destas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem de Química.

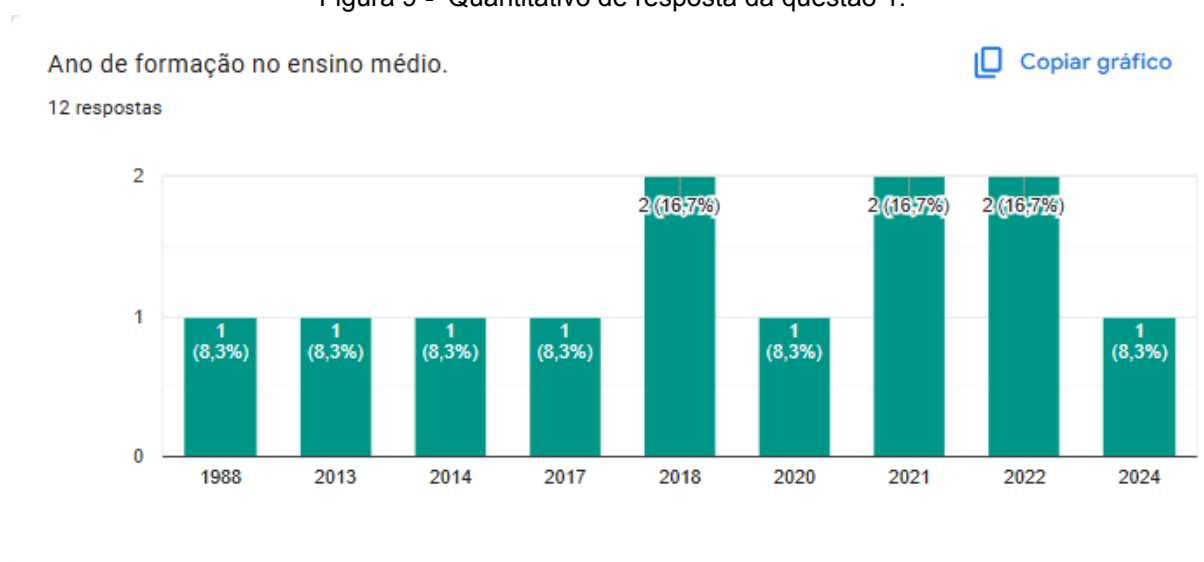
As entrevistas foram analisadas por meio da análise de conteúdo, proposta por Laurence Bardin (2016), desenvolvida em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento/interpretação dos dados. Esta é uma metodologia de pesquisa qualitativa que permite organizar e interpretar informações presentes em entrevistas e textos. Ela foi utilizada neste trabalho para identificar padrões e categorias temáticas nas respostas dos entrevistados, possibilitando compreender suas percepções sobre o uso dos laboratórios virtuais no ensino de Química.

10. RESULTADOS

10.1 Questionário

Como a primeira questão foi somente para relacionar a geração entrevistada com as respostas das outras questões, como descrito na imagem abaixo:

Figura 9 - Quantitativo de resposta da questão 1.



Fonte: Autoria própria, 2026.

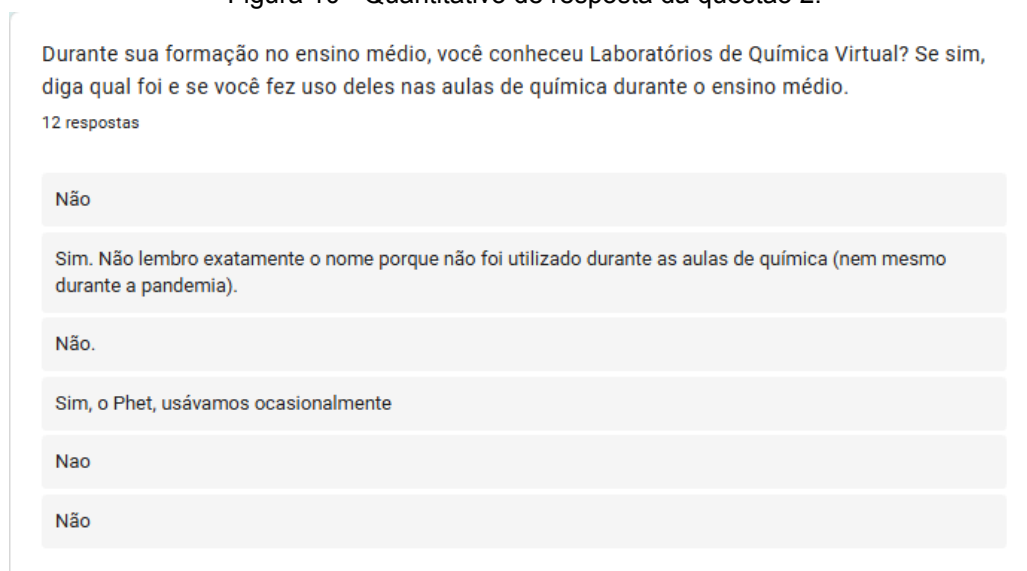
Observa-se que a maior parte dos respondentes formaram-se entre as décadas de 2010 e 2020, tendo somente um dos respondentes formado no ensino médio no século XX. Desta forma, espera-se observar uma tendência positiva no

uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizado, já que tecnologia na educação fizeram parte mesmo que de forma mínima durante a formação no ensino médio se comparado com alguém que se formou na década de 1980.

Foi observado também que dos 12 entrevistados, 2 já se formaram, 9 ainda estão no curso e já fizeram pelo menos uma disciplina de estágio e 1 ainda era calouro durante a resposta, sem ter tido contato com experiência de docência.

Quando questionados sobre o conhecimento prévio de laboratórios virtuais, e se eles já o utilizaram durante a formação no ensino médio, as respostas foram as seguintes:

Figura 10 - Quantitativo de resposta da questão 2.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Verifica-se, então, que 83,3% das respostas foram negativas, evidenciando que não houve o uso de laboratórios de química virtual, mesmo em período pandêmico, entre 2020 e 2022. E mesmo durante a pandemia, uma das resposta diz que mesmo sabendo da existência desta ferramenta não houve o uso durante as aulas. Dos 12 respondentes apenas 1 respondeu que conheceu e utilizou estas ferramentas durante o ensino médio e 1 respondeu que conhecia, mas não utilizou. Isto evidencia que mesmo já sendo conhecido, mesmo que pouco, ainda não é utilizado frequentemente como metodologia.

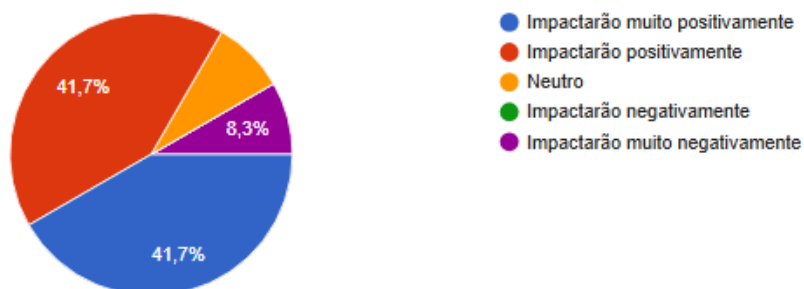
Como 11 dos 12 respondentes não conheciam os laboratórios virtuais, poderá ser observado respostas que tenham em mente uma percepção de como o uso de laboratórios podem afetar o processo de ensino-aprendizagem de química.

As questões de 3 a 6 estão descritas nas imagens abaixo juntamente com um gráfico em pizza com o quantitativo de cada resposta:

Figura 11 - Quantitativo de respostas da questão 3.

Na sua visão, o uso de Laboratórios Virtuais de Química impactarão como no ensino de química? [Copiar gráfico](#)

12 respostas



Fonte: Autoria própria, 2026.

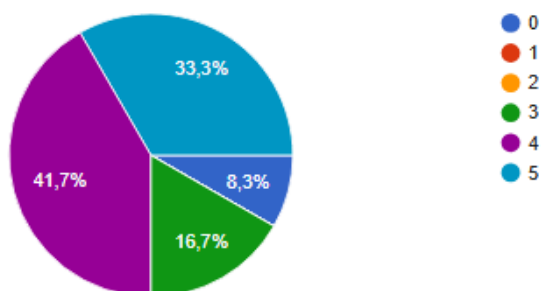
Evidencia-se que, entre as respostas colhidas, 83,3% das respostas, 10 dos que responderam, afirmam que utilizar esses laboratórios podem impactar positivamente no processo de ensino-aprendizagem, e 8,3% considera um impacto neutro e 8,3% considera que impactará negativamente, 1 respondente em cada afirmativa, evidenciando o ponto defendido por Nunes (2021) de que a experimentação pode auxiliar na compreensão dos conteúdos e contorna justamente a sucateação dos laboratórios, quando estes existem nas escolas.

A ampla maioria dos participantes percebe os laboratórios virtuais como uma ferramenta capaz de contribuir positivamente para o processo de ensino-aprendizagem em química. Este resultado pode estar relacionado ao perfil dos respondentes, uma vez que a maioria já possui contato com metodologias de ensino não tradicionais. Entretanto, uma parcela das respostas considerou o impacto neutro ou negativo. Embora sendo minoria, essas respostas indicam que a simples utilização da tecnologia não garante melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 12 - Quantitativo de respostas da questão 4.

Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios de química virtual na compreensão de conceitos mais abstratos da química, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

12 respostas



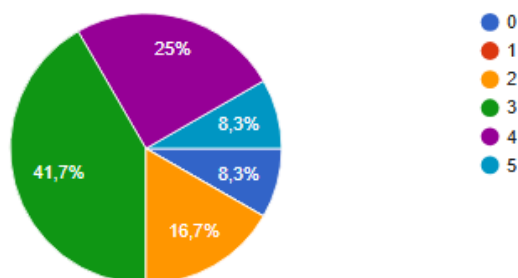
Fonte: Autoria própria, 2026

Em relação a compreensão de conceitos abstratos, observa-se que aproximadamente 76% dos entrevistados afirmam que o uso de laboratórios virtuais podem ajudar positivamente na compreensão de conceitos mais abstratos. Assim as respostas estão de acordo como o que diz Fiad e Galarza (2015), sobre o uso dos laboratórios virtuais que podem ajudar no processo de aprendizagem e de criar uma rede de conhecimentos alternativa para alcançar os objetivos de aprendizagem esperados pelos professores.

Figura 13 - Quantitativo de respostas da questão 5.

Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios virtuais de química para aulas práticas em detrimento dos laboratórios presenciais, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

12 respostas



Fonte: Autoria própria, 2026.

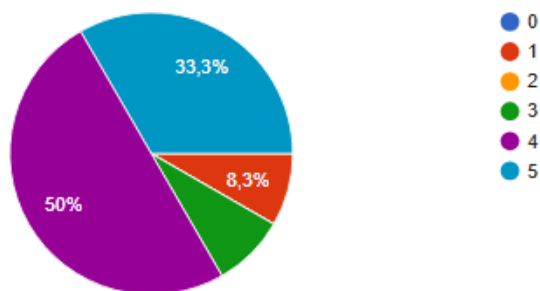
Os resultados indicam que os participantes não consideram os laboratórios virtuais totalmente capazes de substituir os presenciais. A maior parte das respostas, 41,7%, evidencia uma percepção intermediária sobre sua efetividade. Apesar disso, 33,3% dos 12 atribuíram notas 4 e 5, atestando que estas ferramentas são vistas como recursos importantes para o ensino de química.

Desta forma, os resultados corroboram os estudos de Pascoim e Carvalho (2021) e Zimmer e Flach (2023), que defendem os laboratórios virtuais como importantes ferramentas de apoio ao ensino, mas não como substitutos integrais das experiências presenciais, sugerindo que essas tecnologias desempenham um papel complementar no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 14 - Quantitativo de respostas da questão 6.

Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios de química virtual como metodologia ativa? Levando em conta que o aluno teste por si só experimentos baseados na aula teórica, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

12 respostas



Fonte: Autoria própria, 2026.

Como metodologia ativa, mais da metade dos respondentes do questionário afirmaram que há uma efetividade na utilização dos laboratórios virtuais como metodologia ativa, ainda mais quando o próprio aluno testa por si os experimentos.

Após aplicação do questionário, foi realizada uma entrevista com alguns dos que responderam ao questionário e outros que não o responderam, uma vez que com um número de 12 respondentes não garante um bom número com margem de erro para a pesquisa, além de tentar aprofundar mais na opinião de cada entrevistado sobre o tema presente. Além disso, nem todos os 12 que responderam o questionário puderam participar da entrevista, sendo necessário selecionar outros discentes do curso de licenciatura em química.

10.2 Entrevista

As entrevistas foram realizadas com estudantes do curso de licenciatura em química uma vez que, ainda estão em formação e, tecnicamente, terminaram recentemente o ensino médio. Eles puderam responder tanto baseado na visão como estudante do ensino básico como na nova visão como um futuro docente. Desta forma, a entrevista foi conduzida com as perguntas contidas no apêndice 2 deste documento. As respostas na íntegra estão no apêndice 3 e, para cada

pergunta, as respostas estão enumeradas para que seja mantido o anonimato dos entrevistados.

Para uma melhor interpretação das respostas obtidas nas entrevistas, foi realizada uma análise de conteúdo das entrevistas. Assim, foram identificadas quatro categorias principais: (i) potencial pedagógico das tecnologias digitais; (ii) limitações e riscos pedagógicos; (iii) limitações estruturais; e (iv) uso complementar das tecnologias. Como houve apenas 7 entrevistados e todos são alunos do curso de licenciatura em química, é notável saber que é uma amostra pequena de respostas e que, talvez, elas sejam baseadas nas percepções de poucas aulas práticas ministradas durante os estágios supervisionados ou em projetos como o Programa de Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). A letra 'E' refere-se ao número do entrevistado e sua resposta contida no apêndice C.

No que se refere ao potencial pedagógico, houve um consenso de que as tecnologias podem atuar como mediadoras do conhecimento e que é de grande ajuda quando o problema é lidar com a abstração, como defendem Moran e Kenski.

“torna visível o que é abstrato” E6;

“representação tridimensional do que realmente ocorre em uma ligação ou em uma solução” E4.

Os dados indicam, também, que há um aumento significativo no engajamento e participação ativa dos alunos, contudo esse engajamento não é necessariamente duradouro, pois pode vir a se tornar tedioso.

“as turmas acompanhadas foram expostas a ferramentas digitais o interesse e empenho aumentaram muito” E4;

“os alunos tendem a ficar “encantados” inicialmente [...] Mas também parece ser algo que perde efeito com o tempo” E5.

Verifica-se que uma das limitações do uso de tecnologias é o possível efeito de saturação, o que evidencia que tais recursos não constituem, por si só, uma solução definitiva para os desafios do ensino, exigindo planejamento pedagógico intencional, assim como defendem Pascoim e Carvalho (2021). Também, evidencia-se que uma outra crítica é a “ludicidade exagerada” (E5), pois estas tecnologias podem reduzir o esforço cognitivo dos alunos.

“o maior desafio de se utilizar tecnologias digitais em sala de aula seja fazer com que o aluno trate os conteúdos com seriedade” E5.

Em relação aos problemas estruturais educacionais, verifica-se que a falta de acesso a equipamentos por parte da escola, professores e alunos é um dos pontos críticos em relação à viabilidade do uso destas tecnologias nas aulas.

“falta de acesso a aparelhos” E4.

“recursos insuficientes” E2.

Estes dados podem ser confirmados com os dados públicos, como na reportagem do G1 citada neste trabalho, que mostra que para se manter um laboratório físico já se exige um investimento maior. Tal evidência reforça que a adoção de tecnologias digitais não elimina custos, mas desloca a demanda para infraestruturas tecnológicas.

Outro ponto levado em conta é o desconhecimento destas tecnologias, pois, geralmente, não é ensinado sobre estas novas tecnologias nas matérias de formação de professores, assim como diz Maruyama (2022) em seu trabalho.

“Aprender a utilizar a tecnologia de forma adequada e eficiente para justificar sua utilização” E7;

“ocultação e o desconhecimento de como fazer e a crença de que tudo é muito difícil e/ou caro” E6.

Os entrevistados rejeitam a ideia de substituição total dos laboratórios presenciais pelos virtuais. Observa-se, então, que mesmo trazendo benefícios na ludicidade do ensino de Química, as tecnologias podem acabar tornando mais dificultoso o processo de assimilação de um conceito abstrato, se mal aplicado ou aplicado de forma sem preparo ou teste anterior. Também pode ser uma pedra de tropeço aos docentes que forem aplicar esta metodologia em sala, pois há os riscos de não disporem de recursos nas escolas para isto como também podem deixar a aula tediosa. Assim, emerge das falas que os laboratórios virtuais são compreendidos, predominantemente, como recursos complementares às práticas tradicionais de ensino, e não como substitutos integrais das atividades experimentais presenciais.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Os dados do questionário indicam que o conhecimento sobre laboratórios virtuais ainda é limitado entre estudantes de licenciatura em química, embora tais ferramentas sejam de fácil acesso, sua incorporação ao ensino ainda é limitada. O

acervo ainda está em expansão, mas os que estão disponíveis já conseguem ser um substituto em uma aula ou outra da preferência do docente. Tal falta de conhecimento sobre estas ferramentas poderia ser um item explorado na grade curricular dos cursos de formação de professores, como uma das diversas metodologias ativas e tecnologias educacionais.

Sobre os impactos do uso destas tecnologias na educação e ensino de Química, que são os pontos de interesse dos objetivos 2 e 3, foi observado que na visão dos futuros docentes, que tiveram já a oportunidade de testar uma metodologia alternativa, houve uma melhora na participação dos alunos por ser algo novo e que os instigou a perguntar mais sobre conceitos que antes eram muito abstratos e que com as simulações ficou mais claro de ser compreendido. Contudo, ainda assim foi possível observar uma crítica por parte dos entrevistados no que diz respeito ao uso por uso destes laboratórios virtuais, que poderá acabar deixando de lado uma aula completa para que seja apenas uma aula visualmente atrativa, mas sem que gere de verdade uma melhora na compreensão do conteúdo, além de que pode vir a se tornar uma aula “tediosa” na visão dos estudantes.

Outro ponto que deve ser levado em conta ao analisar os prós e contras desta metodologia é se há o suporte a todos os discentes, como por exemplo no acesso a computadores, internet, celular etc., ou se há uma flexibilidade da estrutura e organograma escolar, visto que, segundo resposta da entrevista, a rotina de um professor na escola é intensa e nem sempre há espaço para testar novas metodologias.

Desta forma, pode-se concluir que mesmo com as dificuldades apresentadas ainda sim há benefícios visíveis quando os laboratórios de química virtual são aplicados de forma pontual e com auxílio de um professor apenas para guiar os estudantes na plataforma, deixando-os testarem o experimento proposto. Porém, o uso dos laboratórios virtuais devem ser de forma complementar ao ensino tradicional. Entretanto, como já havia sido observado ainda na introdução desta monografia, a educação acompanha a trajetória da humanidade. É possível que avanços tecnológicos ampliem ainda mais o uso de laboratórios virtuais no ensino, embora isso dependa de fatores estruturais e pedagógicos.

Como a pesquisa foi realizada com amostra reduzida e de uma mesma instituição de ensino superior, as respostas podem ter sido influenciadas pelas experiências dos estudantes. Sugere-se que trabalhos futuros poderão abordar a

mesma temática com uma amostra maior considerando aspectos como o perfil dos alunos e projeto pedagógico dos cursos de formação de professores de Química no que se refere ao tema do uso de laboratórios virtuais no ensino de Química.

Em síntese, os resultados desta pesquisa mostram que os laboratórios virtuais favorecem a visualização de conceitos abstratos, auxiliando na experimentação e engajamento dos alunos quando não há a estrutura de laboratórios presenciais. Contudo, sua efetividade e êxito está ligada a como esta nova abordagem metodológica será abordada durante a aula, avaliando principalmente a resposta dos alunos. Como observado, os laboratórios virtuais não devem substituir integralmente os presenciais, devem agir como ferramenta complementar ao processo de ensino-aprendizagem, além de serem abordados com mais afinco na formação de professores e ensino de metodologias alternativas.

12. REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian. Desafios e possibilidades de integração das tecnologias digitais. Revista Pátio, nº81, fev/abr, 20177, p. 37-39. Disponível em:<<https://lilianbacich.com/wp-content/uploads/2017/03/desafios-e-possibilidades-d-e-integrac3a7c3a3o-das-tecnologias-digitais.pdf>>

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 15.100 de 13 de janeiro de 2025**. Brasília, 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

FIAD, S.B.; GALARZA, O.D. **El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol**. Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina, 2015. Disponível em:<https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062015000400002&lang=pt>

FLACH, Janaina Luana. **Laboratório Virtual como alternativa didática para auxiliar no ensino de volumetria de neutralização**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *campus* Feliz, 2022.

Jornalista. **História do Jornal**. Jornalista, 2013. Disponível em:<<https://www.jornalista.com.br/historia-do-jornal.html>>

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 3. ed. Campinas: Papyrus, 2012.

LabXchange, Universidade Harvard. Disponível em:<<https://www.labxchange.org/>>

MAKER, Projeto. Consturindo uma Maquete interativa dos Modelos Atômicos. Youtube, 25 de mar. de 2024. 4min33s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=Q8kWAtMeYhQ>>

MARUYAMA, J.A. **LABORATÓRIOS VIRTUAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: potencialidades e limites na perspectiva de estudantes de graduação.** Universidade Estadual Paulista, *campus* de Araraquara, São Paulo, 2022. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/456fea9a-07f8-482d-889a-41537140c646/content>>

MAZZALI, Karina. **O uso do Laboratório Virtual para o ensino e aprendizagem de estequiometria nas aulas de Química.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

MUNDO, Manual do. Experiências de Química, Física e Biologia para fazer em casa. Youtube. Playlist. Entre 2010 e 2026. Disponível em:<<https://www.youtube.com/playlist?list=PL38E8809CC047BEAD>>

NOGUEIRA, Jaime. **O avanço da Internet e do computador.** Dio, 2024. Disponível em:<<https://www.dio.me/articles/o-avancos-da-internet-e-do-computador>>

NUNES, I.P. **AS AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS BRASILEIRAS: EXISTÊNCIA E CONDIÇÕES DE USO DOS LABORATÓRIOS.** VII Congresso Nacional de Educação, 2021. Disponível em:<https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2022/TRABALHO_EV17_4_MD4_ID9022_TB1420_28062022134533.pdf>

PASCOIN, A.F.; CARVALHO, J.W.P. **Representações Quantitativas em Laboratórios Virtuais para o Ensino de Química.** Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas. Disponível em:<<https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/7569>>

PhET, **Simulações Interativas para Ciência e Matemática.** PhET, Universidade do Colorado. Disponível em:<https://phet.colorado.edu/pt_BR/>

SILVA, I.M.F.N. *et al.* **LABORATÓRIO VIRTUAL COMO METODOLOGIA ATIVA.** Relato de Experiência Inovadora, São Paulo, novembro de 2020. Disponível em: <<https://www.abed.org.br/congresso2020/anais/trabalhos/53358.pdf>>

SOUSA, Rainer Gonçalves. **A invenção da televisão.** História do Mundo, 2024. Disponível em: <<https://www.historiadomundo.com.br/idade-contemporanea/a-invencao-da-televi-sao.htm>>

TENENTE, Luiza. **Só 20% das escolas públicas têm laboratório de ciências no fundamental II; falta de investimento leva a ‘fuga de cérebros’ e crença em fakes.** G1, 25 de setembro de 2025. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2025/09/25/so-20percent-das-escolas-pu-blicas-tem-laboratorio-de-ciencias-no-fundamental-ii-falta-de-investimento-leva-a-fuga-de-cerebros-e-crenca-em-fakes.ghtml>>

TIPO DE RECURSO: Laboratórios Virtuais. ChemCollective, Universidade Carnegie Mellon. Disponível em: <<https://chemcollective.org/vlabs>>

UNICEP. **Educação e Tecnologia: Qual o impacto da tecnologia na educação moderna?** UNICEP, 15 de abril de 2024. Disponível em: <<https://www.unicep.edu.br/post/educa%C3%A7%C3%A3o-e-tecnologia-qual-o-impacto-da-tecnologia-na-educa%C3%A7%C3%A3o-moderna#:~:text=O%20impacto%20da%20tecnologia%20na%20educa%C3%A7%C3%A3o%20tamb%C3%A9m%20se%20reflete%20na.localiza%C3%A7%C3%A3o%20geogr%C3%A1fica%20ou%20contexto%20socioecon%C3%B4mico>>

URBAN, M.A. **LABORATÓRIOS VIRTUAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: A PILHA DE DANIELL EM ESTUDO.** Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/41323/1/Mayara%20de%20Abreu%20Urban.pdf>>

Uma breve história da escrita. Espaço do Conhecimento, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/historia-escrita/>>

VIEIRA, E.; MEIRELLES, R.M.S.; RODRIGUES, D. **O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do Laboratório Virtual Química Fácil.** Disponível em:<https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf>

ZIMMER, C.G.; FLACH, J.L. **Laboratórios Virtuais na Educação: benefícios no ensino sobre volumetria por neutralização.** IFRS, julho de 2023. Disponível em:<<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/publicaifrs/article/view/6313>>

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

i- Ano de formação do ensino médio:

ii- Durante sua formação no ensino médio, você conheceu Laboratórios de Química Virtual? Se sim, diga qual foi e se você fez uso deles nas aulas de química durante o ensino médio?

iii- Na sua visão, o uso de Laboratórios Virtuais de Química impactarão como no ensino de química?

1) Impactarão muito positivamente

2) Impactarão positivamente

3) Neutro

4) Impactarão negativamente

5) Impactarão muito negativamente

iv- Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios de química virtual na compreensão de conceitos mais abstratos da química, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

0 1 2 3 4 5

v- Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios virtuais de química para aulas práticas em detrimento dos laboratórios presenciais, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

0 1 2 3 4 5

vi- Numa escala de zero a cinco, indique quão efetivos são os laboratórios de química virtual como metodologia ativa? Levando em conta que o aluno teste por si só experimentos baseados na aula teórica, sendo zero nada efetivo e cinco muito efetivos.

0 1 2 3 4 5

APÊNDICE B - PERGUNTAS DA ENTREVISTA

- i) Na sua opinião, quais são os principais benefícios do uso de ferramentas digitais no ensino de Química?
- ii) Quais dificuldades ou desafios você encontra ao utilizar tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem?
- iii) Você percebe alguma mudança no interesse ou participação dos alunos quando recursos digitais são utilizados nas aulas? Explique.
- iv) De que forma as tecnologias digitais podem ajudar na compreensão de conceitos abstratos da Química?
- v) Você já utilizou simulações, animações ou outros recursos digitais para explicar conteúdos complexos? Como foi a experiência?
- vi) Na sua opinião, o uso de tecnologias digitais melhora a compreensão dos alunos sobre conceitos químicos? Por quê?

Fonte: Autoria própria, 2026.

APÊNDICE C - RESPOSTAS NA ÍNTEGRA DAS ENTREVISTAS.

Quadro 1 - Respostas da pergunta 1 da entrevista.

Na sua opinião, quais são os principais benefícios do uso de ferramentas digitais no ensino de Química?

- i) Acessibilidade, conforto além de não precisar se deslocar até a instituição de ensino que compromete muito do tempo dos estudantes e a facilidade de pesquisa devido a ter acesso à internet.
- ii) São uma alternativa viável quando um outro recurso está em falta, como laboratórios, ou quando outros recursos são insuficientes, montar uma molécula é ok, mas uma demonstração “visual e palpável de uma nuvem eletrônica” é sem dúvida trabalhosa.
- iii) Potencializar o aprendizado dos alunos.
- iv) Para mim o principal benefício do uso das ferramentas digitais é levar a oportunidade do ensino onde não se tem a possibilidade de uma aula prática de laboratório. Por exemplo, na escola onde estudei no ensino médio havia um espaço para o laboratório, mas que não era usado devido a falta de recursos financeiros. Então a disciplina de química se restringia apenas ao ensino teórico, sem nenhuma visualização prática do conteúdo estudado. O uso das ferramentas digitais poderia ter sido uma alternativa que ajudaria muito no desenvolvimento da aprendizagem da disciplina. Outro benefício que vejo é a melhor explicação das

questões mais abstratas da química, como a representação de uma molécula por exemplo. Durante o ensino é comum que ensinemos a diferença entre os traços que representam a ligação dizendo “esse traço triangular preenchido representa uma ligação para fora, saindo do plano.” E exemplos como esses. Mas, para o aluno pode haver a confusão e perguntar “o que é plano? E porque uma ligação está fora dele?” Uma representação virtual poderia suprir essa lacuna de compreensão permitindo que o aluno tenha acesso a uma representação tridimensional das moléculas.

v) Maior contextualização de conceitos abstratos, a partir de esquemas e desenhos; Possibilita, através do uso de aplicativos ou softwares, a visualização de características físico-químicas da matéria e como a alteração destes parâmetros altera seu comportamento; Aumento do nível de interesse dos alunos pela ludicidade dos esquemas digitais.

vi) Acredito que utilizando o apoio das ferramentas virtuais podemos trazer pro palpável (no sentido de tornar visível e mais acessível), conteúdos e conceitos que por diversas vezes são muito abstratos.

vii) A possibilidade de personalização do conteúdo de forma mais fácil, para facilitar o entendimento e melhorar o ensino para alunos e turmas diferentes

Fonte: Autoria própria, 2026.

Quadro 2 - Respostas da pergunta 2 da entrevista.

Quais dificuldades ou desafios você encontra ao utilizar tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem?

i) Nos dias atuais não há tanta complexidade, o maior desafio mesmo é achar os assuntos certos na internet devido a complexidade da matéria de química ainda a uma baixa em artigos científicos para estudos.

ii) Ter recursos funcionais e em quantidades suficientes, além do manuseio complicado de certas ferramentas, como aplicativos de química orgânica.

iii) Falta de recursos da escola ou dos próprios alunos. A rotina escolar intensa também prejudica a execução de aulas não tradicionais, porque na maioria das vezes essas aulas são mais longas devido ao tempo de adaptação dos alunos à nova atividade.

iv) As dificuldades podem ser diversas, como: a falta de acesso das escolas a aparelhos, como computadores suficientes para os alunos; ou a falta do acesso a internet, para o caso de os estudantes poderem usar seus próprios aparelhos; a distração dos alunos durante a aula que podem, sem que o professor veja, acessarem outros sites.

v) Creio que o maior desafio de se utilizar tecnologias digitais em sala de aula seja fazer com que o aluno trate os conteúdos com seriedade, pois muitas vezes o uso dessas ferramentas podem trazer uma ludicidade exagerada, excluindo o esforço de abstração do estudante e gerando certo “tédio” durante as aulas.

vi) Existem várias, mas acredito que principalmente a ocultação e o desconhecimento de como fazer e a crença de que tudo é muito difícil e/ou caro o que hoje não é real, existem diversos sites programas e aplicativos que auxiliam no ensino de química de forma gratuita e prática.

vii) Aprender a utilizar a tecnologia de forma adequada e eficiente para justificar sua utilização

Fonte: Autoria própria, 2026.

Quadro 3 - Respostas da pergunta 3 da entrevista.

Você percebe alguma mudança no interesse ou participação dos alunos quando recursos digitais são utilizados nas aulas? Explique.

i) Para mim o interesse de estudar vem do próprio aluno. Caso um estudante não se esforce em sala ele também não irá se esforçar em casa, não há grandes mudanças para mim em relação ao conteúdo para os estudantes.

ii) Varia de caso a caso, porém no geral, se o recurso for empregado de forma inteligente e criativa, a tendência é que gere mais interesse dos alunos.

iii) Os alunos normalmente se divertem muito e isso aflora a participação e o interesse deles na aula.

iv) Sim. Nas aulas em que participei e as turmas acompanhadas foram expostas a ferramentas digitais o interesse e empenho aumentaram muito, sobretudo quando além da tecnologia propunha-se um tipo de competição. Como por exemplo, perguntas feitas através do kahoot, em que os alunos se dividiram em grupos e tentavam responder corretamente, e em menor tempo, para que obtivessem melhor pontuação gerou um ótimo engajamento. Via-se o empenho em fazer corretamente, em vez de atividades que às vezes são feitas apenas com o intuito de ganhar um visto. Esse recurso, assim como outros, pode incentivar muito positivamente o processo de ensino-aprendizagem.

v) Com certeza. Ao se utilizar de ferramentas digitais os alunos tendem a ficar “encantados” inicialmente, tanto pela questão das cores e do movimento, quanto pelo fato de transformações químicas chamarem muito a atenção. Mas também parece ser algo que perde efeito com o tempo, como citado acima (1), pois parece que os alunos se acostumam com o uso e passa a ser algo “tedioso”.

vi) Sim, os alunos tendem a fazer as atividades com mais entusiasmo após uma explicação com visualização ou utilizando um laboratório virtual, também se criam mais dúvidas e perguntas tendem a ser o forte de aulas assim.

vii) Depende de como se aplica esses recursos; O interesse e participação dos alunos está mais ligado em como os recursos disponíveis serão aplicados do que no tipo de recurso é utilizado, por exemplo, um slide apresentando um conteúdo pode apresentar o mesmo interesse que o mesmo conteúdo sendo passado o escrevendo no quadro.

Fonte: Autoria própria, 2026.

Quadro 4 - Respostas da pergunta 4 da entrevista.

De que forma as tecnologias digitais podem ajudar na compreensão de conceitos abstratos de Química?

i) Acredito que a forma lúdica seja a principal, a internet é capaz de gerar modelos e imagem melhores que um professor conseguiria fazer de próprio punho em sala.

ii) “Um cálculo é mais fácil de entender no papel”, diminuir abstrações (a química tem muitas) ajuda na compressão, e as tecnologias digitais ajudam a fazer isso de forma prática e mais acessível.

iii) A química tem muitos conteúdos abstratos, já que aprendemos sobre a matéria em nível atômico, e por conta disso a aprendizagem do conteúdo se torna mais difícil para o aluno. Usando tecnologias digitais como instrumentos pedagógicos, essa barreira pode ser vencida facilitando o entendimento do conteúdo.

iv) Elas ajudam permitindo que o estudante consiga ver, para além de um desenho estático, uma representação tridimensional do que realmente ocorre em uma ligação ou em uma solução. Isso consegue aproximar o que não é visível, e permite de fato a compreensão.

v) Estas podem ajudar a visualizar conceitos químicos com muito mais facilidade, afinal não é possível visualizar e trabalhar com átomos de forma prática em sala de aula, então ilustrações e simulações podem fazer uma conexão entre os fundamentos químicos e de que maneira aquilo está ocorrendo em nível atômico/molecular.

vi) Elas podem tornar visível o que é abstrato, e também próximo o que é distante. muitas vezes acreditamos que o laboratório é a resposta para explicar tudo mas muitos lugares, não tem laboratórios e aí que se pode adaptar e utilizar de um laboratório virtual para mostrar e exemplificar conceitos que antes seriam apenas falados.

vii) Ilustrando de modo mais lúdico esses conceitos, que seria mais difícil de se reproduzir sem essas tecnologias

Fonte: Autoria própria, 2026.

Quadro 5 - Respostas da pergunta 5 da entrevista.

Você já utilizou simulações, animações ou outros recursos digitais para explicar conteúdos complexos? Como foi a experiência?

i) Sim, utilizo principalmente software para o auxílio de plote de gráficos uma excelente ferramenta, mas tive que aprender a utilizá-lo sozinho devido aos professores não fazerem questão de ensinar, isso ocasiona em uma aprendizagem mais custosa.

ii) Não.

iii) Sim, já usei sites como PhET e aplicativos como “molecular constructor” para auxiliar nas aulas com conteúdos mais abstratos como: ligações químicas e geometria molecular. Minha experiência foi bastante positiva, pois os alunos apresentaram uma melhora significativa na participação da aula e no rendimento analisado a partir das provas.

iv) Ainda não tive a oportunidade de utilizar essas ferramentas para o ensino, mas como estudante já as utilizei para ampliar minha própria compreensão. Como por exemplo, sites que fazem a representação de moléculas orgânicas e ajudam na compreensão das nomenclaturas e geometria dessas moléculas. A experiência se mostrou bastante positiva, uma vez que a facilidade do digital permite testar muitas combinações de moléculas e ligações com facilidade.

v) Sim. Já tive experiência com o uso de simulações para ensino de ligações químicas, onde apresentei diferentes animações para cada tipo de reação (iônica, covalente, metálica etc). A experiência foi positiva, principalmente para visualizar os conceitos de elétrons disponíveis em ligações metálicas.

vi) Sim, muito positiva ao usar essas ferramentas. Os estudantes inicialmente pensam “já vi isso em algum lugar” e depois da explicação, se tem muitas dúvidas não só apenas sobre o conteúdo mas sobre a plataforma usada para exemplificar então mais que saber usá-las é importante saber ensinar a usá-las e ser capaz de permitir ao estudante que explore e aprenda coisas novas com elas.

vii) Sim, após explicar brevemente como ocorre o efeito estufa, apresentei uma animação que ilustrou de maneira cartunesca como esse efeito ocorre.

Fonte: Autoria própria, 2026.

Quadro 6 - Respostas da pergunta 6 da entrevista.

Na sua opinião, o uso de tecnologias digitais melhora a compreensão dos alunos sobre conceitos químicos? Por quê?

i) Sim, com o avanço de novas tecnologias cada vez mais nós iremos deixar os cálculos simples para trás, como já fazemos com o uso da calculadora.

ii) Sim, pois elas podem cobrir algumas insuficiências de recursos que ajudariam a facilitar a compreensão.

iii) Mesma resposta da 4.

iv) Com certeza melhora, pois permite a visualização dos conceitos para além do imaginário, e isso beneficia muito o aprendizado já que uma das formas de aprendermos é através da visão. Durante as aulas, muitas informações importantes são ditas e podem não serem compreendidas completamente por diversos motivos como: o aluno estar cansado; o professor falar em um ritmo acelerado; falta de repertório de conceitos químicos, que às vezes fará o estudante decorar mas sem verdadeira compreensão; ou simplesmente não ser a forma como todos os estudantes aprendem. Cada estudante aprende de uma forma única, e a tecnologia pode trazer uma solução alternativa para essa

situação. Propondo uma nova perspectiva, que não exclui, mas que alcança a todos com equidade.

v) Sim. A química é uma ciência essencialmente abstrata, muitas vezes fazemos as coisas e sabemos que funcionam devido a um longo processo de contato com essas questões. Entretanto, alunos do ensino médio, em suas poucas aulas de química durante a semana, devem dispor de animações e simulações para melhorar o processo de abstração dos conceitos. Porém, em minha opinião, deve-se sempre haver cautela em seu uso em sala de aula para que o efeito não seja o oposto.

vi) Sim, muito alunos têm dificuldade em imaginar e ou criar conexão com o exemplo dado e muitas vezes se perde na explicação do conteúdo e com uso das tecnologias digitais é possível não só que ele explore e tire dúvidas de maneira mais eficiente como também que cometa erros, sem o peso que existe na vida real.

vii) Pode ser benéfico o uso das tecnologias, desde que utilizados de maneira adequada e planejada, para melhorar a apresentação e compreensão do conteúdo a ser ensinado.

Fonte: Autoria própria, 2026.

APÊNDICE D - Quadro de Referência

QUADRO DE REFERÊNCIA			
OBJETIVO ESPECÍFICO	PROCEDIMENTO DE COLETA	INSTRUMENTO UTILIZADO	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE
Identificar as principais ferramentas de laboratório virtual aplicadas ao ensino de Química	Revisão de literatura	Artigos científicos, plataformas educacionais e trabalhos acadêmicos encontrados em bases como SciELO e Google Acadêmico	Leitura analítica e levantamento das principais ferramentas encontradas na literatura
Identificar benefícios e desafios na utilização destas ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem	Aplicação de questionário e entrevistas semiestruturadas	Google Formulário e roteiro de entrevista	Organização quantitativa das respostas e análise qualitativa das entrevistas
Analisar de que forma a tecnologia contribui para a compreensão de conceitos químicos abstratos	Aplicação de entrevistas semiestruturadas e revisão bibliográfica	Roteiro de entrevista e literatura especializada	Análise de conteúdo da entrevista, conforme Bardin, articulada à literatura da área

Fonte: Autoria própria, 2026.