MILENE WEIBER ZAVITOSKI

RECURSOS TECNOLÓGICOS APLICADOS AO ENSINO DE CIÊNCIAS NA NATUREZA: PERCEPÇÃO DO USO DOS CHROMEBOOKS PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. "Renê Barbour" – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 25 de abril de 2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
SUMAYA FERREIRA GUEDES
Data: 30/04/2025 16:02:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Sumaya Ferreira Guedes (PPGECM/UNEMAT)
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
MINEIA CAPPELLARI FAGUNDES
Data: 30/04/2025 15:50:53-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Minéia Cappellari Fagundes (PPGECM/UNEMAT)
Examinadora Interna à Instituição

gov.br Documento assinado digitalmente
ANDREIA VAZ GOMES
Data: 30/04/2025 15:26:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Andréia Vaz Gomes (SEDUC/MT)
Examinadora Externa à Instituição

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM
PRÓ - REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG

MILENE WEIBER ZAVITOSKI

RECURSOS TECNOLÓGICOS APLICADOS AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: PERCEPÇÃO DO USO DOS CHROMEBOOKS PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA

BARRA DO BUGRES – MT
ABRIL DE 2025

MILENE WEIBER ZAVITOSKI

RECURSOS TECNOLÓGICOS APLICADOS AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: PERCEPÇÃO DO USO DOS CHROMEBOOKS PELOS PROFESSORES DE QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso – CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO – Câmpus Univ. Dep. Est.“Renê Barbour” – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.
Orientadora: Drª. Sumaya Ferreira Guedes.

BARRA DO BUGRES – MT
ABRIL DE 2025

Z39r Zavitoski, Milene Weiber.
Recursos tecnológicos aplicados ao ensino de Ciências da Natureza: percepção do uso dos Chromebooks pelos professores de Química / Milene Weiber Zavitoski. - Barra do Bugres, 2025.
111f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Campus Universitário de Barra do Bugres "deputado Renê Barbour", Campus Universitário de Barra do Bugres "Deputado Renê Barbour".
Orientadora: Dra. Sumaya Ferreira Guedes.

1. Tecnologias Digitais. 2. Prática de Ensino. 3. Aplicativos Educacionais. I. Guedes, Sumaya Ferreira, Dra. II. Título.

UNEMAT / MT CDU 37.02:004::5

Aos meus filhos, Ana Clara, Marcelo Miguel, João Gabriel e Henrique Rafael, que, com sua alegria, carinho, amor e energia iluminam meus dias e me inspiram a seguir em frente.Vocês são minha maior motivação, e mesmo nas horas de cansaço, o sorriso de vocês renova minhas forças. Espero que, ao crescerem, vocês saibam que tudo é possível quando acreditamos e nos esforçamos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, cuja presença constante me sustentou e guiou em cada passo desta jornada. Pela força, sabedoria e serenidade concedidas nos momentos de desafios e pelas bênçãos derramadas ao longo deste percurso, sou eternamente grata. Sem a Sua luz e amparo, este trabalho não teria sido possível. Que toda a glória seja dada a Ele, que me fortaleceu e iluminou o caminho para esta conquista.

À minha orientadora, Profª. Dr. Sumaya Ferreira Guedes, que esteve ao meu lado em todos os momentos deste mestrado, incentivando-me e apoiando-me na realização deste sonho tão importante. Sou profundamente grata por acreditar em mim, mesmo quando eu mesma já estava desacreditando. Agradeço pelas orientações preciosas e pelas contribuições fundamentais à minha pesquisa. Sua sensibilidade e cordialidade diante das minhas dificuldades foram essenciais para que eu pudesse seguir em frente. Obrigada por sua paciência, empatia, dedicação e por todo o conhecimento compartilhado ao longo desta jornada.

Aos meus amigos Pedro Moreira dos Santos Neto e Jaqueline Roque, que me proporcionaram o impulso necessário na reta final deste percurso. Agradeço sinceramente por todo o apoio, encorajamento e por contribuírem de maneira significativa para a finalização deste trabalho. A amizade de vocês foi fundamental para que eu pudesse superar os desafios e alcançar este objetivo.

Aos meus amigos e colegas de profissão, que gentilmente dedicaram seu tempo e contribuíram de forma significativa ao responder aos questionamentos iniciais. Agradeço sinceramente pela colaboração e pelo apoio inestimável, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Sem a participação de vocês, este trabalho não teria sido possível.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo papel fundamental que desempenha no fomento à pesquisa acadêmica no Brasil. Embora não tenha sido contemplada com uma bolsa, reconheço e valorizo sua contribuição para o fortalecimento da ciência e da educação no país, além do apoio que oferece à formação de pesquisadores comprometidos com o avanço do conhecimento e com a transformação social.

Meus agradecimentos à UNEMAT pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

A Química é a poesia do Universo, onde cada reação é uma história que nos ensina a transformar o comum em extraordinário e a compreender a essência da vida.

RESUMO

Os aplicativos educacionais proporcionam uma série de benefícios, como a facilitação da compreensão de conceitos complexos e a preparação dos estudantes para os desafios tecnológicos e científicos do futuro. Com a disponibilização de Chromebook nas escolas do Estado, o uso de aplicativos específicos para o ensino de Ciências da natureza sem a necessidade do uso dos celulares, tornou-se uma opção para os professores. Dessa forma, o principal objetivo da pesquisa foi verificar como os professores de Ciências da Natureza, em especial os professores de Química, estão utilizando os Chromebook para o ensino e quais os aplicativos que mais utilizam nas aulas. Para isso, foi realizada uma pesquisa com abordagem qualitativa, configurando-se como um estudo exploratório. Para coleta de dados foram realizadas entrevistas semiestruturadas em formato de grupo focal (rodas de conversas) e para o tratamento das informações foi realizada a análise de conteúdo. Participaram da pesquisa professores de uma escola pública urbana localizada na região Centro-Norte de Cuiabá. Os resultados mostram que a maioria dos professores ainda não utilizam os Chromebook para fins pedagógicos e não exploraram os aplicativos educacionais. O uso dos Chromebook tem se concentrado na aplicação de avaliações e na inserção de atividades na plataforma já pré-estabelecida na rede de ensino estadual, sem nenhum vínculo com aplicativos específicos para o ensino da Química. Os participantes disseram que não baixaram ou pesquisaram nenhum aplicativo que poderia ser utilizado nos Chromebook, embora um deles tenha compartilhado links para simuladores online com os estudantes. Apesar das vantagens dos aplicativos, como ferramentas pedagógicas devido a interatividade, feedback imediato e personalização, a pesquisa revelou que a maioria dos professores ainda preferem usar os Chromebook para tarefas mais básicas, como avaliações e atividades tradicionais, mesmo com a disponibilização de uma ferramenta tecnológica, como os Chromebooks.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Prática de ensino. Aplicativos educacionais.

ABSTRACT

Educational apps provide a number of benefits, such as making complex concepts easier to understand and preparing students for the technological and scientific challenges of the future. With the availability of Chromebooks in state schools, the use of specific apps for teaching natural sciences without the need to use cell phones has become an option for teachers. The main aim of this research was to find out how nature science teachers, especially chemistry teachers, are using Chromebooks for teaching and which applications they use most in class. To this end, a qualitative study was carried out, configuring it as an exploratory study. To collect data, semi-structured interviews were carried out in a focus group format (conversation circles) and content analysis was used to process the information. Teachers from an urban public school located in the north-central region of Cuiabá took part in the study. The results show that the majority of teachers have not yet used Chromebooks for teaching purposes and have not explored educational applications. The use of Chromebooks has been concentrated on the application of assessments and the insertion of activities on the platform already pre-established in the state education network, without any link to specific applications for teaching chemistry. Participants said they hadn't downloaded or researched any apps that could be used on Chromebooks, although one did share links to online simulators with students. Despite the advantages of applications as pedagogical tools due to interactivity, immediate feedback and personalization, the survey revealed that most teachers still prefer to use Chromebooks for more basic tasks, such as assessments and traditional activities, even with the availability of a technological tool such as Chromebooks.

Keywords: Digital Technologies. Teaching practice. Educational apps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura organizacional da pesquisa 16
Figura 2: Imagens do aplicativo Periodic Table.....32
Figura 3: Imagens ao acessar o Khan Academy 34
Figura 4: Página da ACDCLabs para acesso ao Chemstetch 36
Figura 5: Primeira página do ChemSpider 38
Figura 6: Imagem de simulação feita no Chemical Kinetics 39
Figura 7: Primeira página de acesso ao PhET Interactive Simulations 41
Figura 8: Chemistry by WAGmob ……..... 43
Figura 9: Chemix - School Chemistry Lab..... 44
Figura 10: Molecular Workbench ……..... 45
Figura 11: Labster ……..... 47
Figura 12: Imagem da página inicial da Plataforma Plurall 48
Figura 13: **A**- Escola Estadual Leovegildo de Melo. **B**- Localização da Escola 53
Figura 14: Gráfico retirado do questionário Forms respondido pelos professores:..... 61
Figura 15: Apresentação da Cartilha 87
Figura 16: Introdução da Cartilha 88
Figura 17 – Atividades interativas – O que é o PhET 89
Figura 18: Benefícios do uso do PhET 90
Figura 19: Plataforma adotada pelo governo Estadual 91
Figura 20: Criando uma aula dentro da plataforma Plurall 92
Figura 21: Implantando o PhET na aula criada 94
Figura 22: Itens abordados na aula 95
Figura 23: Sugestões de atividades para além da aula criada 96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modelos disponíveis e suas características 29
Quadro 2: Aplicativos e uso nas aulas de Química 30
Quadro 3: Softwares que podem ser baixados nos Chromebook 31

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA DA PESQUISADORA 13
INTRODUÇÃO GERAL 15
1. AVALIAÇÃO DOS SOFTWARES DISPONÍVEIS PARA CHROMEBOOKS DESTINADOS AO ENSINO DE QUÍMICA 20
1.1. Reflexões iniciais 20
1.2. Software, aplicativo e plataforma digital 22
1.3. Procedimentos Metodológicos 24
1.4. Resultados e discussão 25
1.4.1. Tecnologia Digital e o ensino 25
1.4.2. Principais softwares disponíveis para *Chromebooks* a serem utilizados no ensino de Química 27
1.4.2.1. Periodic Table 32
1.4.2.2. Khan Academy 33
1.4.2.3. Chemsketch 35
1.4.2.4. ChemSpider 37
1.4.2.5. Chemical Kinetics 38
1.4.2.6. PhEt Simulações Interativas 40
1.4.2.7. Chemistry by WAGmob 42
1.4.2.8. Chemix 43
1.4.2.9. Molecular Workbench (MW) 45
1.4.2.10. Labster 46
1.4.2.11. Plurall 47
1.5. Algumas considerações 48
2. USO DE CHROMEBOOKS POR PROFESSORES DE QUÍMICA 50
2.1. Procedimentos metodológicos 52
2.2. Resultados e discussão 58
2.2.1. Perfil Sociodemográfico e Profissional dos Professores Participantes 58
2.2.2. Interação das tecnologias digitais e computacionais pelos professores entrevistados 60

2.2.3. Compreensão e uso dos Chromebooks pelos professores entrevistados 71
2.3. Considerações finais 78
3. PRODUÇÃO DA CARTILHA ORIENTATIVA: O APLICATIVO PhET COMO POTENCIALIZADOR DAS AULAS DE QUÍMICA 80
3.1. Reflexões iniciais 80
3.2. Procedimento metodológico 83
3.3. Construção da Cartilha Orientativa sobre o uso do PhET 86
3.4. Planejando uma aula na plataforma Plurall com utilização do PhET 92
3.5. Desenvolvimento do produto educacional 94
3.6. Algumas considerações 97
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO 98
5. REFERÊNCIAS 100
ANEXO 1 109
ANEXO 2 – CARTILHA ORIENTATIVA 111

TRAJETÓRIA DA PESQUISADORA

Minha trajetória até o mestrado foi marcada por desafios e superações. Desde o início, meu desejo de crescer profissionalmente sempre esteve ligado à busca por novos conhecimentos e ao compromisso com a sociedade. Iniciei minha formação acadêmica no curso de Química Bacharelado, onde me encantei pela Ciência e suas infinitas possibilidades. Após anos de bancada e ter uma experiência em uma industria multinacional, fui sutilmente encaminhada para a licenciatura após um convite feito por uma amiga para substituí-la em sala de aula. Após a experiência, ainda com uma certa resistência, por ser apaixonada pela Ciência de laboratório, me interessei pela licenciatura e decidi pela minha segunda graduação, a Licenciatura em Química, dando início a uma caminhada voltada à formação de jovens e à disseminação do conhecimento científico.

Logo após, buscando expandir minha compreensão das questões ambientais, optei por realizar uma pós-graduação em Políticas Ambientais. Esse novo campo de estudos me proporcionou uma visão ampliada sobre o impacto das ciências naturais na sociedade e reforçou minha convicção de que a educação é um dos pilares fundamentais para a formação de cidadãos conscientes e críticos.

Com esse impulso, iniciei um mestrado em Química Orgânica, com a finalidade de consolidar e expandir meus conhecimentos no campo científico. No entanto, a vida me colocou diante de um dos desafios mais difíceis que já enfrentei: precisei interromper esse sonho para colocar a família em primeiro lugar, uma escolha inevitável, mas o desejo de continuar minha formação sempre permaneceu.

Com o tempo, e após superar essa fase desafiadora, surgiu a oportunidade de retomar meus estudos. Foi quando a professora Sumaya Ferreira Guedes, a quem sou profundamente grata, acreditou no meu potencial e aceitou me orientar neste novo capítulo. O apoio dela foi crucial para que eu pudesse me reerguer e voltar ao mestrado, agora com uma nova perspectiva, mais madura e consciente dos desafios e das oportunidades que essa jornada oferece.

Além disso, durante esses 20 anos em sala de aula e na gestão escolar, adquiri uma experiência rica e diversificada. O tempo dedicado ao ensino me permitiu não apenas acompanhar o desenvolvimento dos estudantes, mas também entender as complexidades da prática docente e da administração escolar. Atualmente, na gestão escolar, tenho uma visão ampla dos processos educacionais, e essa experiência reforçou minha crença de que a educação

deve ser inovadora e inclusiva.

Esse retorno ao mestrado, agora na área de educação e tecnologia, representa não apenas a continuidade de um sonho, mas também a superação de desafios pessoais e profissionais. Cada etapa dessa jornada, desde as experiências acadêmicas até os obstáculos pessoais, me preparou para esse momento. Estou convicta de que essa formação contribuirá não só para o meu crescimento, mas também para a transformação da educação, oferecendo aos estudantes uma experiência de aprendizado mais rica e significativa.

Além disso, reafirmo meu compromisso com a sociedade, buscando, por meio da educação, formar cidadãos críticos, capazes de contribuir para um futuro mais sustentável e justo para todos.

INTRODUÇÃO GERAL

A transformação digital tem se mostrado um elemento fundamental no campo educacional, proporcionando uma série de benefícios e impactos positivos. Um dos principais aspectos desse processo é o acesso facilitado à informação, uma vez que as tecnologias digitais permitem que professores e estudantes obtenham uma vasta gama de conteúdos de forma rápida e eficaz. Essa facilidade amplia as oportunidades para pesquisa, possibilita a consideração de diferentes perspectivas e oferece acesso a uma diversidade de materiais didáticos (Queiroz, 2022).

Nesse cenário, investimentos significativos têm sido realizados nas escolas para a aquisição de equipamentos que viabilizem o uso de plataformas digitais no processo educacional. No estado de Mato Grosso, por exemplo, observa-se a adoção de medidas como a distribuição de notebooks para todos os professores da rede pública estadual, a implementação de conectividade total nas unidades escolares por meio de redes Wi-Fi, e o desenvolvimento de plataformas virtuais destinadas tanto à formação dos profissionais da educação quanto ao apoio aos estudantes.

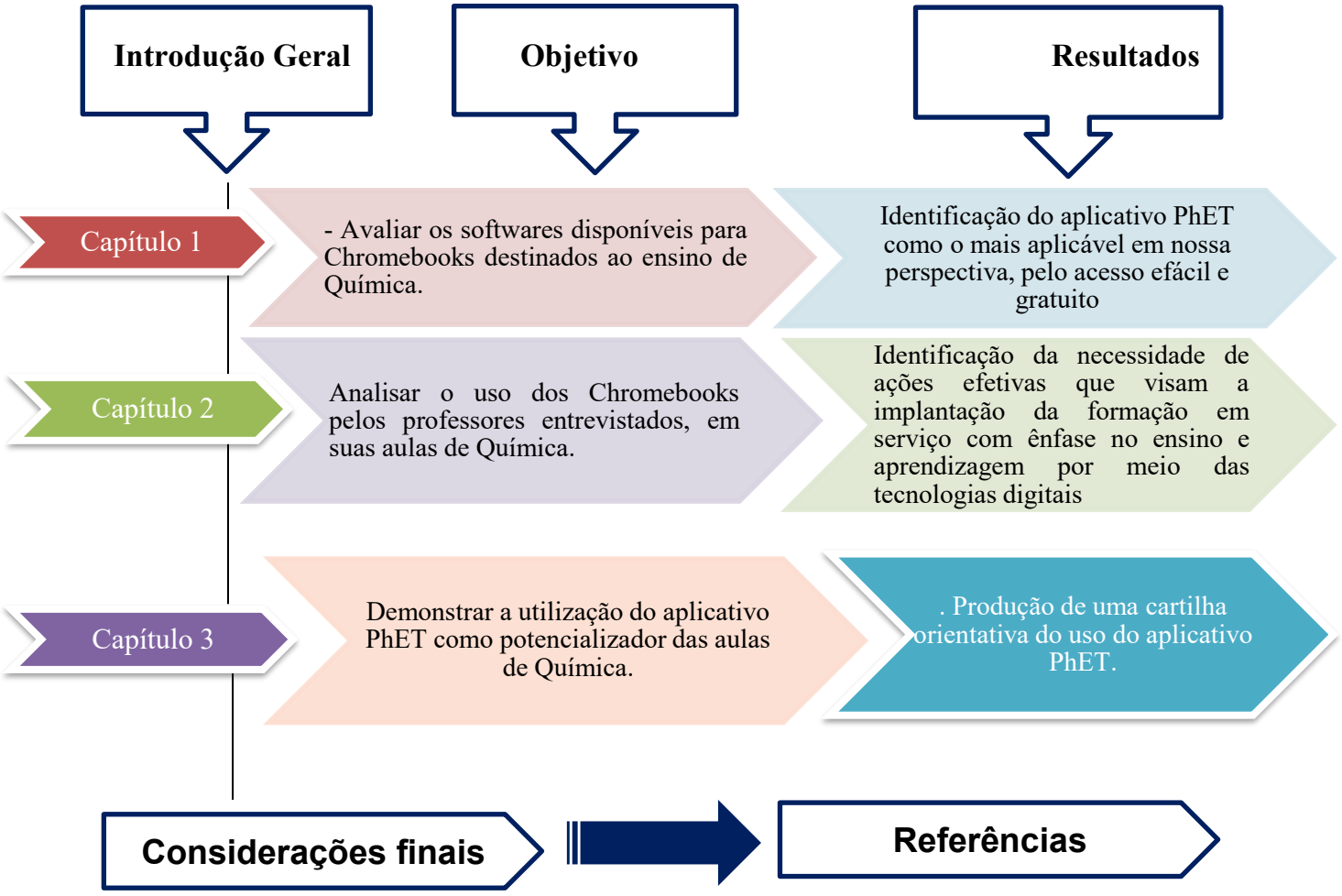
Com o contínuo avanço das tecnologias digitais, surgem novas oportunidades de inovação no campo educacional, como o uso de realidade virtual, inteligência artificial, análise de dados educacionais e outras tecnologias emergentes, as quais têm o potencial de transformar a maneira como ensinamos e aprendemos (Silva, 2023).

No presente trabalho, analisamos especificamente como os Chromebooks estão sendo integrados ao processo de ensino pelos professores entrevistados e seus impactos no ensino das Ciências da Natureza, buscando compreender como os professores têm utilizado esses dispositivos e suas percepções quanto ao uso do mesmo. Tendo assim, como objetivo principal, a análise das práticas de ensino adotadas durante as aulas, por professores de Ciências da Natureza, na escola estadual Leovegildo de Melo. A pesquisa possui aprovação do Comitê de Ética em pesquisa, sob o nº 6.309.206.

Para alcançar o objetivo proposto, a dissertação foi organizada em quatro capítulos, conforme a estrutura apresentada na Figura 1. A escolha de uma estrutura em formato de artigos oferece diversos benefícios, sendo um dos principais a oportunidade de publicar os resultados da pesquisa em periódicos acadêmicos durante o desenvolvimento do trabalho. Ao dividir a dissertação em artigos independentes, cada parte pode ser submetida para revisão e publicação,

o que acelera a disseminação dos achados e contribui para a consolidação da trajetória acadêmica do pesquisador.

Figura 1: Estrutura organizacional da pesquisa



Essa abordagem também promove um engajamento mais dinâmico com a comunidade científica, permitindo que o feedback obtido em cada etapa seja integrado ao processo de pesquisa, enriquecendo os resultados e aprimorando as discussões. Além de proporcionar uma organização mais clara e objetiva, permitindo que cada texto aborde um aspecto específico da pesquisa de forma detalhada e aprofundada. O que não apenas facilita a apresentação e análise dos resultados, tornando-os mais acessíveis para leitores e avaliadores, mas também permite que o pesquisador se concentre em temas particulares sem a necessidade de compor um texto

extenso e unificado. A modularidade da dissertação contribui para um processo de escrita e revisão mais fluido e eficiente, tornando as etapas de produção científica mais gerenciáveis e menos sobrecarregadas.

No capítulo 1 estamos especificando sobre a organização do trabalho, além da trajetória da autora. No capítulo 2 foi abordada a avaliação dos softwares, plataformas e/ou aplicativos disponíveis para Chromebooks destinados ao Ensino de Química. Com o aumento da utilização de Chromebooks nas escolas é essencial avaliar os softwares educacionais disponíveis para esse dispositivo, em particular para o ensino de Química. Os Chromebooks, com seu sistema operacional leve (Chrome OS) e integração direta com a nuvem, oferecem uma série de aplicativos e plataformas que podem enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, mas sua eficácia depende diretamente da qualidade e adequação dos softwares utilizados.

O software deve ser intuitivo, fácil de usar tanto para professores quanto para estudantes, sem demandar um longo período de adaptação. Interfaces amigáveis facilitam o uso em sala de aula, promovendo um aprendizado mais eficiente. É fundamental que o software esteja alinhado com os conteúdos abordados no currículo de Química, permitindo que os estudantes interajam com simulações, experimentos virtuais e visualizações que complementem as aulas teóricas.

As plataformas devem ser acessíveis a todos os estudantes, incluindo aqueles com necessidades especiais. A presença de recursos como legendas, leitores de tela e ferramentas que auxiliem estudantes com deficiências cognitivas ou visuais é essencial para garantir a inclusão de todos no processo de aprendizagem. A capacidade do software de se integrar com outras ferramentas educacionais, como o Google Classroom, também é importante, pois torna sua implementação mais prática e eficiente. Essa integração facilita a gestão de tarefas, avaliações e a comunicação entre professores e estudantes.

A acessibilidade financeira dos softwares e/ou aplicativos é um fator determinante para sua adoção em larga escala. Muitos aplicativos para Chromebooks são gratuitos ou possuem versões de teste, o que pode ajudar as escolas a implementar dos mesmos sem custos elevados. No entanto, softwares pagos devem ser avaliados quanto ao custo-benefício.

Dentre os itens avaliados temos o PhET Simulador, uma plataforma educacional amplamente utilizada no ensino de Ciências pela sua simplicidade e eficiência o que o torna uma das ferramentas mais populares entre os educadores de Química; e o Labster que oferece

laboratórios virtuais imersivos, permitindo que os estudantes realizem experimentos avançados sem a necessidade de equipamentos físicos.

A avaliação dos aplicativos disponíveis para Chromebooks destinados ao ensino de Química revela que há uma variedade de opções que podem auxiliar significativamente no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, é crucial que os professores estejam capacitados para utilizar essas ferramentas de maneira eficaz e que as escolas garantam a infraestrutura necessária para seu pleno funcionamento. O uso adequado desses softwares pode promover uma maior compreensão dos conceitos químicos por parte dos estudantes, além de ampliar as oportunidades de aprendizado para além das limitações do laboratório físico tradicional.

No capítulo 3 abordamos uma análise do uso dos Chromebooks pelos professores entrevistados nas aulas de Química, um a vez que o uso dos Chromebooks nas escolas públicas tem se tornado uma estratégia cada vez mais adotada para integrar a tecnologia no ambiente educacional, especialmente em disciplinas como Química, que frequentemente requerem o apoio de ferramentas digitais para auxiliar na visualização e compreensão de conceitos complexos. No presente estudo, foram entrevistados professores de Química para analisar como esses dispositivos têm sido utilizados em suas aulas e identificar os principais benefícios e desafios encontrados no processo de ensino e aprendizagem.

Os Chromebooks oferecem aos professores a possibilidade de utilizar diversas ferramentas e aplicativos que enriquecem o ensino de Química. A análise das entrevistas revelou que os dispositivos são empregados por alguns professores em aplicativos de avaliação como Google Forms e Kahoot para realizar testes e questionários, obtendo feedback imediato sobre o desempenho dos estudantes. Essa prática facilita o acompanhamento do aprendizado de cada estudante, permitindo que o professor identifique dificuldades de forma mais ágil e adote intervenções pedagógicas direcionadas.

Embora o uso dos Chromebooks traga muitos benefícios, os professores também enfrentam desafios que impactam sua eficácia nas aulas de Química. Entre os principais desafios destacados pelos entrevistados estão a falta de capacitação técnica, uma vez que muitos professores relataram a necessidade de capacitação técnica mais aprofundada para utilizar de forma eficiente todas as funcionalidades dos Chromebooks e dos aplicativos educacionais disponíveis. Embora a maioria tenha tido algum tipo de formação inicial, há uma demanda por

treinamentos contínuos que abordem o uso específico das ferramentas digitais para o ensino de Química.

Outro desafio identificado pelos professores é a adaptação pedagógica dos conteúdos de Química ao uso dos Chromebooks. Muitos ainda estão em fase de experimentação para encontrar o melhor equilíbrio entre o uso da tecnologia e os métodos tradicionais de ensino, buscando uma integração que realmente beneficie o aprendizado dos estudantes. Embora os Chromebooks ofereçam recursos interativos, alguns professores relataram dificuldades em manter o engajamento dos estudantes. Em alguns casos, os dispositivos podem se tornar uma distração, com os estudantes desviando sua atenção para outras atividades não relacionadas ao conteúdo escolar.

A análise das entrevistas com os professores de Química evidencia que o uso dos Chromebooks em sala de aula tem um grande potencial para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, especialmente por meio de simulações virtuais e recursos interativos. No entanto, para que esse potencial seja plenamente alcançado, é necessário investir em formação continuada para os professores, melhorar a infraestrutura escolar e promover uma integração equilibrada entre as novas tecnologias e as práticas pedagógicas tradicionais.

E no capítulo 4 dissertamos sobre a utilização da plataforma PhET como potencializador das aulas de Química. Como o ensino de Química é caracterizado pela complexidade de muitos conceitos abstratos e pela necessidade de experimentação prática, o PhET se torna uma ferramenta valiosa para potencializar a aprendizagem. Ao utilizar esse recurso, professores podem tornar as aulas mais dinâmicas e acessíveis, facilitando a compreensão de fenômenos químicos que, em um ambiente exclusivamente teórico ou até mesmo em laboratórios físicos, poderiam ser difíceis de visualizar e entender completamente.

Um dos aspectos importantes do PhET é sua capacidade de promover a inclusão, ao oferecer recursos acessíveis para estudantes com diferentes necessidades de aprendizado. Suas simulações são interativas e visuais, o que pode beneficiar estudantes com dificuldades auditivas ou cognitivas, além de poderem ser utilizadas em conjunto com tecnologias assistivas, como leitores de tela.

E para facilitar a utilização desse simulador, montamos uma cartilha orientando desde como criar uma aula em uma plataforma educativa, até inserir a atividade relacionada a uma habilidade específica escolhida utilizando o simulador.

1. AVALIAÇÃO DOS SOFTWARES DISPONÍVEIS PARA CHROMEBOOKS DESTINADOS AO ENSINO DE QUÍMICA[1]

As tecnologias no ensino de Química têm mudado a forma como as coisas são ensinadas e aprendidas. As ferramentas tecnológicas melhoram a educação de várias maneiras, como o acesso a recursos interativos, em que os estudantes podem experimentar fenômenos químicos de maneira visual e interativa com simulações virtuais, vídeos educativos e softwares de modelagem molecular; uma personalização do aprendizado (Schettino, 2019).

As plataformas e aplicativos educacionais permitem que os professores personalizem o ensino para atender às necessidades dos estudantes e fornecer suporte adicional quando necessário. Além disso, o uso das plataformas de experimentação virtual com os laboratórios virtuais permite que os estudantes explorem conceitos que podem não ser práticos de se realizar no ambiente de laboratório tradicional, realizando experimentos complexos de forma segura e econômica (Aguiar, 2023).

Além disso, as plataformas digitais potencializam a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre os estudantes, na medida em que os recursos digitais interativos promovem a interação entre estudantes e professores, possibilitando discussões e projetos colaborativos que favorecem a compreensão dos conceitos químicos. Além disso, o uso de tecnologias no ensino de Química contribui para a formação dos estudantes para o mundo digital, ao desenvolver habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a competência digital (Nascimento, 2024).

Desse modo, o uso de tecnologias no ensino de Química não apenas potencializa a aprendizagem dos estudantes, como também contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades essenciais no processo educativo.

1.1. Reflexões iniciais

O ensino de química contextualizado pode ser utilizado não apenas como uma estratégia para facilitar a aprendizagem, como também motivar o interesse pela área e fomentar a procura de jovens por carreiras científicas. Com isso, é necessário superar a perspectiva de

[1] Manuscrito submetido no periódico **Educação em revista**, e-ISSN: 2236-5192, Qualis B1 Capes 2017-2020. Site: www. https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/educacaoemrevista. Data da submissão: 21/08/2024.

memorização de nomes e fórmulas, para que a metodologia de mnemônica não seja encarada como único objetivo de estudo e/ou conhecimento da química (Raupp e Reppold, 2020).

A Química presente no cotidiano é de suma importância para fazer a ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico, lembrando-se que este último deve ser construído coletivamente, por meio de discussões, observações, dentre outros meios, possibilitando também uma maior interação entre os estudantes, motivando-os a buscar razões e explicações para os fenômenos que acontecem à sua volta (Albuquerque, 2022).

As habilidades que envolvem a Química precisam ser desenvolvidas considerando as relações cotidianas da vida do estudante. Para Aristóteles, "quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento", o que enfatiza a importância da experimentação e da prática (Carvalho, 2019). Esse enfoque é fundamental para conectar o aprendizado teórico à realidade do estudante, promovendo uma educação mais significativa (Silva, 2021).

À medida que o interesse dos estudantes pelas aulas diminui e o tamanho e a diversidade das turmas aumentam, é necessário encontrar formas mais envolventes de ensinar e aprender. Portanto, o uso das Tecnologias Digitais (TD) no ensino de Química e Ciências tornou-se uma estratégia para fomentar a curiosidade dos estudantes, especialmente quando combinada com a construção coletiva do conhecimento científico com base no conhecimento existente, na discussão e na promoção de pesquisas (Souza, 2022).

Assim, o professor necessita lançar mão de diferentes recursos pedagógicos que possibilitem a compreensão dos conteúdos abordados junto aos estudantes, tornando-se importante e relevante o uso de aplicativos e dispositivos digitais, uma vez que a partir deles é possível o estudo dos conceitos da química.

É preciso buscar opções para permitir a participação dos estudantes nas decisões, tornando-os protagonistas ativos do processo de aprendizado. Isso exige uma mudança na abordagem dos professores, com novas responsabilidades e habilidades que muitos ainda não possuem, seja devido à formação inicial ou contínua insuficiente. Dessa forma, a aplicação prática de metodologias ativas configura-se como uma importante aliada no ensino de Química, desde que seja implementada de maneira planejada e conduzida por docentes devidamente capacitados para essa abordagem (Pavão, 2022).

Na maior parte das vezes, as aulas de Ciências, Física, Química e Biologia acabam por

se fixar em um campo muito abstrato, o que dificulta a compreensão e interesse por parte dos estudantes (Fialho, 2024).

Os laboratórios virtuais e softwares de simulação para criação de moléculas 3D, são exemplos de recursos educacionais das TDICs que podem ser utilizados no ensino de Química e são capazes de apresentar situações parecidas com as encontradas em um laboratório. A observação, por exemplo, favorece a construção de modelos, que pode conduzir estudantes ao aprimoramento do exercício de abstração e de entendimento do conceito (Silva, 2024).

Com o avanço da tecnologia na educação, a possibilidade de utilizar um Chromebook, pode ser uma forma de amenizar esse desafio, já que permite a utilização de diversos aplicativos, simuladores e plataformas digitais educacionais que possuem simuladores, jogos e outros recursos on-line.

1.2. Software, aplicativo e plataforma digital

Software é o termo utilizado para designar um conjunto de programas e instruções que permitem que um computador ou dispositivo eletrônico execute tarefas específicas. Ao contrário do hardware, que se refere às partes físicas do dispositivo, o software é a componente intangível que faz o equipamento funcionar. Em termos gerais, o software pode ser classificado em duas grandes categorias. O software refere-se a um conjunto de instruções codificadas destinadas a controlar o funcionamento de dispositivos computacionais. Trata-se da parte lógica dos sistemas, responsável por processar dados e executar tarefas específicas, em contraste com o hardware, que corresponde aos componentes físicos. Segundo definição atualizada, “software é uma coleção de programas que dizem a um computador como executar tarefas específicas” (Wikipédia, 2025).

O software de sistema que são os programas que controlam o hardware e fornecem as condições necessárias para que outros softwares possam ser executados. O **sistema operacional** (como Windows, macOS ou Linux) é o exemplo mais comum; e os software aplicativo que refere-se aos programas que realizam funções específicas, como editar textos, navegar na internet, ou criar gráficos. Esses softwares são voltados diretamente para o uso do usuário final.

Entre os diversos tipos de software, destacam-se os aplicativos, ou app, como é popularmente conhecido, comumente voltados diretamente ao uso do usuário final. Esses programas são desenvolvidos com o objetivo de executar funções específicas de maneira prática

e acessível, estando presentes tanto em computadores quanto em dispositivos móveis. Em termos práticos, um aplicativo é feito para realizar uma tarefa direta e bem definida, como enviar mensagens, organizar tarefas ou fazer chamadas de vídeo. Aplicativos voltados ao contexto educacional têm sido amplamente utilizados para facilitar a organização de tarefas, o acesso a conteúdos e a comunicação entre docentes e discentes (Al-Mashhadani e Al-Rawe,2018).

Originalmente, o termo estava muito associado a dispositivos móveis, como smartphones e tablets, mas também pode ser utilizado para softwares em desktops ou até em plataformas web. Exemplos clássicos de aplicativos incluem o WhatsApp, o Instagram e o Google Maps.

As plataformas digitais, por sua vez, representam ambientes tecnológicos mais amplos e complexos. Configuram-se como infraestruturas que integram serviços, aplicativos e sistemas de interação, permitindo a conexão entre diferentes usuários e agentes institucionais. Tais ambientes são organizados a partir de estruturas técnicas e lógicas próprias, que favorecem a mediação de processos comunicacionais, formativos e administrativos. Conforme Salvagni et al. (2025), plataformas digitais consistem em "infraestruturas técnicas e organizacionais que permitem a conexão entre diferentes usuários e agentes, muitas vezes baseadas em algoritmos e regidas por lógicas comerciais e sociais".

Em outras palavras, é a infraestrutura que proporciona os recursos e as ferramentas necessárias para o funcionamento desses programas. A plataforma pode ser um sistema operacional (como o Android ou o Windows), mas também inclui dispositivos, como smartphones ou computadores, e frameworks que os desenvolvedores utilizam para criar os aplicativos. A plataforma, portanto, determina as capacidades e limitações do software ou aplicativo e a experiência do usuário ao interagir com ele.

Em resumo, **software** é um termo mais abrangente, que engloba todos os tipos de programas utilizados para fazer funcionar dispositivos eletrônicos, enquanto **aplicativo** é uma categoria específica de software, voltada para a execução de tarefas práticas voltadas ao usuário final. Já o conceito de **plataforma** se refere ao ambiente em que esses softwares e aplicativos são executados, englobando desde sistemas operacionais até os próprios dispositivos. Apesar de, em muitos casos, esses termos serem usados de forma intercambiável, é fundamental compreender as distinções entre eles para entender melhor como funcionam os sistemas e as tecnologias que utilizamos no nosso cotidiano.

A partir do exposto, utilizaremos as definições adequadas ao momento da escrita, e esta proposta irá avaliar os softwares e/ou aplicativos disponíveis na Chrome Web Store e Google Play Store para Chromebooks e listar os aplicativos mais populares e recomendados para aulas de Ciências da Natureza, com foco em Química.

1.3. Procedimentos Metodológicos

Adotou-se para esta pesquisa o tipo exploratória, que tem como abordagem " descobrir insights e gerar hipóteses sobre fenômenos relativamente desconhecidos ou pouco estudados" (Stebbins, 2021). Em vez de testar hipóteses específicas, a pesquisa exploratória busca desenvolver uma compreensão inicial do problema.

A investigação exploratória é versátil e maleável, possibilitando adaptação das estratégias adotadas conforme novas descobertas são feitas. A maleabilidade é uma das maiores vantagens da investigação exploratória, permitindo que os pesquisadores lidem com as complexidades dos dados obtidos (Santos, 2022). O objetivo da pesquisa exploratória não é generalizar, mas sim, desenvolver uma compreensão inicial e gerar hipóteses.

Inicialmente, buscou-se identificar funcionalidades de tecnologias educacionais amplamente valorizadas no ensino de Química — como simulações interativas, visualizações tridimensionais de moléculas e laboratórios virtuais — para, em um segundo momento, compreender as percepções dos professores acerca da eficácia desses recursos no processo de ensino-aprendizagem. Tal abordagem fundamenta-se na análise de dados qualitativos, os quais oferecem uma riqueza de detalhes capaz de revelar a complexidade do fenômeno investigado..

Foi realizado um levantamento de tecnologias educacionais de acesso livre compatíveis com o sistema operacional Chrome OS, utilizado nos Chromebooks. A busca concentrou-se no ensino de Química, envolvendo a exploração de repositórios de software educacional, plataformas de ensino e fóruns de usuários.

A etapa inicial da pesquisa consistiu no levantamento de aplicativos educacionais compatíveis com o sistema operacional ChromeOS, utilizado em dispositivos Chromebook, por meio da análise dos acervos disponíveis na Chrome Web Store e na Google Play Store. O sistema ChromeOS, desenvolvido pelo Google, é amplamente adotado em instituições de ensino devido à sua leveza, interface simplificada e integração com serviços em nuvem, o que o torna especialmente útil em contextos escolares.

Para a seleção dos aplicativos, foram adotados os seguintes critérios de inclusão: compatibilidade com o sistema ChromeOS e potencial para aplicação no ensino de Química. A análise considerou aspectos como a funcionalidade no ambiente ChromeOS e a pertinência dos conteúdos abordados em relação aos tópicos da disciplina. Foram excluídos da análise os aplicativos que não apresentavam relação direta com o ensino de Química ou que não operavam adequadamente no sistema analisado.

1.4. Resultados e discussão

1.4.1. Tecnologia Digital e o ensino

As tecnologias digitais referem-se a ferramentas e recursos que geram, armazenam ou processam dados eletrônicos. Isso inclui computadores, internet, redes sociais, dispositivos móveis, softwares e outras tecnologias emergentes como inteligência artificial (IA), realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV). Essa por sua vez, vêm transformando a forma como as pessoas se relacionam, trabalham, estudam e se comunicam. Desde a evolução da internet e dos smartphones, essas inovações vêm causando um grande impacto em diversos aspectos da vida em sociedade.

Além disso, entende-se que o acesso às tecnologias digitais deve estar associado a um processo de curadoria a ser desenvolvido pelo professor, ou seja, deve-se propiciar ao estudante ferramentas que lhes possibilitem escolher e avaliar as informações acessadas. Inserir-se na sociedade da informação não quer dizer apenas ter acesso à tecnologia de informação e comunicação (TIC), mas principalmente saber utilizar essa tecnologia para a busca e a seleção de informações que permitam a cada pessoa resolver os problemas do cotidiano, compreender o mundo e atuar na transformação de seu contexto (Nascimento, 2024).

Na educação, essas tecnologias estão transformando o ensino e a aprendizagem, oferecendo novas maneiras de acessar e interagir com o conhecimento. As tecnologias digitais estão redefinindo o que significa aprender, fornecendo aos estudantes recursos e oportunidades de aprendizagem que antes eram inacessíveis (Ramos, 2024).

As tecnologias têm contribuído para a equalização de oportunidades educacionais, promovendo o desenvolvimento de habilidades essenciais para os estudantes e estão promovendo uma revolução silenciosa na educação brasileira, ampliando o acesso à informação e possibilitando novas formas de ensino e aprendizagem (Pretto, 2022).

Existem o que são chamados de recursos educacionais abertos (REA) que são os materiais de ensino, aprendizado e pesquisa, em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público, ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros. Os REA aumentam a acessibilidade e a equidade na educação, permitindo que estudantes e professores acessem recursos de alta qualidade gratuitamente, promovendo uma cultura de compartilhamento e colaboração no ambiente educacional (Antunes, 2022).

Os recursos educacionais abertos podem democratizar o acesso ao conhecimento, especialmente em um país com desigualdades regionais como o Brasil (Streb, 2023).

O PhET, analisado nessa pesquisa se encaixa perfeitamente na definição de REAs, pois oferece acesso livre, licenciamento aberto, e permite uso e adaptação dos recursos educacionais, além de promover a colaboração e o compartilhamento de conhecimento que permitem aos estudantes a realização de experimentos de maneira segura e controlada. As simulações virtuais facilitam a compreensão de conceitos complexos ao permitir a repetição ilimitada de experimentos (Chiu, 2021) e são essenciais para a educação científica, permitindo experimentação prática em um ambiente controlado e acessível (Valente, 2021).

A inovação não está restrita ao uso da tecnologia, mas também à maneira como o professor vai apropriar desses recursos para criar projetos metodológicos que superem a reprodução do conhecimento e levem a produção do conhecimento (Bredow, 2020). A capacitação docente desempenha um papel fundamental na integração eficaz das tecnologias digitais no contexto educacional. Professores bem capacitados conseguem utilizar essas ferramentas de maneira estratégica, potencializando o processo de ensino e aprendizagem (Souza, 2024).

Além disso, o domínio das tecnologias digitais contribui para a criação de um ambiente de ensino mais dinâmico e colaborativo, no qual o conhecimento é construído de maneira compartilhada, promovendo uma abordagem mais interativa e participativa (Prado, 2022). O desenvolvimento de competências digitais entre os professores é fundamental para que eles possam guiar seus estudantes no uso consciente e crítico das tecnologias, promovendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada às demandas contemporâneas (Valente, 2021).

As TDCIs englobam uma variedade de meios e dispositivos tecnológicos que contribuem para facilitar os processos de ensino, aprendizagem e comunicação no ambiente

educacional. Essas tecnologias incluem, mas não se limitam a computadores, internet, dispositivos móveis, redes sociais, plataformas de ensino online, aplicativos educacionais e ferramentas de colaboração digital. Elas englobam todas as tecnologias que permitem a criação, armazenamento, processamento e comunicação de informações em formato digital, desempenhando um papel crucial na sociedade contemporânea ao transformar a maneira como nos comunicamos, trabalhamos e aprendemos (Pizolotto, 2023).

Percebe-se que a sociedade atual está passando por transformações constantes e rápidas que influenciam na forma de comunicação e interação entre as pessoas. Estas mudanças, em sua maioria, estão atreladas às possibilidades de uso que as novas tecnologias proporcionam (De Lima, 2018).

Além de amplamente utilizadas em contextos cotidianos, as tecnologias digitais também podem e devem ser incorporadas ao ambiente escolar como recurso didático ao trabalho docente, contribuindo para o planejamento e a realização das aulas, sobretudo na disciplina de Química, que exige um elevado grau de abstração para a compreensão e construção do conhecimento. Tanto pela vasta possibilidade de uso, como pela facilidade de comunicação e circulação de informações no meio social e educacional que elas dispõem, é que as tecnologias digitais têm ganhado tanto apresso no âmbito escolar. Um dos principais desafios no uso das TIDCs é garantir que todos tenham acesso a essas tecnologias e que os professores sejam devidamente capacitados para integrá-las em suas práticas pedagógicas, promovendo uma educação mais inclusiva e de qualidade.

Diante do exposto, as escolas públicas do Estado de Mato Grosso estão inseridas no contexto tecnológico do mundo contemporâneo. Com isso, o acesso a tecnologias em salas de aula é uma realidade concreta e, nesse cenário, destacam-se os Chromebooks e suas possibilidades para o ensino de Química, por meio de plataformas digitais.

1.4.2. Principais softwares disponíveis para *Chromebooks* a serem utilizados no ensino de Química

Os Chromebooks são dispositivos cada vez mais populares no ambiente educacional brasileiro devido à sua acessibilidade, facilidade de uso e integração com a nuvem. Existem vários softwares compatíveis com o sistema operacional Chrome OS que podem ser utilizados para o ensino de Química, tornando as aulas mais interativas e envolventes. Segundo as

instruções do manual do Chromebook, adotado pela rede estadual de ensino, esses computadores representam um novo tipo de dispositivo desenvolvido para auxiliá-lo na execução de tarefas de maneira mais rápida e simples. Eles rodam o sistema operacional ChromeOS - que oferece armazenamento em nuvem, integração com os serviços do Google e múltiplos níveis de proteção (Manual de instrução Chromebook Multilaser) [2].

É viável utilizar aplicativos compatíveis com o modo offline para continuar usufruindo do Chromebook mesmo sem conexão à internet, como ler e redigir e-mails usando a versão offline do Gmail, criar e editar documentos, slides ou planilhas através dos apps do Google Drive (Documentos, Planilhas e Apresentações Google) ou visualizar e modificar fotos armazenadas com o editor de imagens integrado, entre outras funcionalidades (Manual de instrução Chromebook Multilaser).

Para poder usar o Chromebook, é necessário possuir uma Conta do Google, a qual proporciona acesso a todos os serviços online. Isso é garantido, uma vez que os mesmos são integrados ao Google Workspace, um conjunto de ferramentas e aplicativos baseados na nuvem desenvolvidos pela Google, projetados para facilitar a colaboração e a produtividade no ambiente de trabalho e educacional uma vez que permite que equipes e estudantes compartilhem documentos e se comuniquem em tempo real de forma eficiente e segura. Ele inclui uma variedade de recursos, como:

- Gmail: serviço de e-mail.
- Google Drive: armazenamento em nuvem para arquivos e documentos.
- Google Docs, Sheets e Slides: ferramentas para criar, editar e colaborar em documentos de texto, planilhas e apresentações, respectivamente.
- Google Meet: plataforma de videoconferências.
- Google Calendar: ferramenta de agendamento e organização de compromissos.
- Google Forms: ferramenta para criar questionários e formulários online.
- Google Keep: aplicativo para anotações e listas de tarefas.

Existem no mercado variados modelos de diferentes marcas de Chromebooks para fins escolares, os ofertados pelos Governos Estaduais de Goiás, Mato Grosso e Rio de Janeiro, possuem processadores Intel Celeron N4020, com 4 GB de memória RAM e 32 GB de espaço de armazenamento; onfigurações suficientes para atender às demandas pedagógicas previstas

[2] https://suporte.grupomulti.com.br/produtos/chromebook-multilaser-pc901

no uso educacional desses dispositivos. E assim as marcas que atendem, até o momento, as especificações e valor disponibilizado para compra feita pelo governo de Mato Grosso, são a Samsung e a Multilaser. No Quadro 1 são apresentados os modelos disponíveis e a característica de cada um deles.

Quadro 1: Modelos disponíveis e suas características

Características	**Marca: Samsung** **Modelo: XE310XBA-KT3BR**	**Marca: Multilaser** **Modelo: M11C-PC914**
Especificações	Sistema Operacional: Chrome OS Processador: Intel Celeron Processor N4020 (1.10 Ghz até 2.70 Ghz 4 MB L2 Cache) Placa de Vídeo: Intel UHD Graphics 600 | Tela: Display LED HDs de 11.6', antireflexiva Memória RAM de 4 GB Armazenamento: 32 GB e.MMC Cor: Prata Multimídia: Alto-falante estéreo (1,5 W x 2) Microfone digital interno Câmera HD de 720p	Sistema Operacional: Chrome OS Processador: Intel Celeron N4020 Placa de vídeo integrada Intel® 500 com memória de até 8GB compartilhada com a memória principal Tela: Display LED HDs de 11.6' (os mais recentes são modelos digitais e possuem tela touchscreen) Memória RAM de 4 GB Armazenamento: 32 GB eMMC Cor: Preto Multimídia: Alto-falante estéreo Câmera VGA (640x480)
Portas de Comunicação	1 USB Tipo-C 1 USB 3.0 Leitor de cartões Micro-SD	1 USB Tipo-C | 1 USB 3.0
Rede	802,11 ac wave2 (2x2) | Bluetooth	Bluetooth
Características para Digitação	Teclado tipo ilha com touchpad	Teclado tipo ilha com touchpad
Dimensão (L x P x A)	28,8 x 20,2 x 1,67 cm	33x22x1,6cm
Peso	1.18 kg	1,3 Kg
Preço médio	R$1533,00	R$799,00

Fonte: Elaborado pela autora em 27/04/2024.

Os Chromebooks, com seu sistema operacional Chrome OS, utilizam a Chrome Web Store para oferecer uma vasta gama de aplicativos educacionais. A Google oferece diversos aplicativos direcionados ao aprendizado em ambiente escolar para diferentes componentes curriculares, inclusive um específico para Ciências Naturais ou Química, como o BrainPOPScience, que aborda conceitos científicos contextualizados, simula aulas práticas e ajuda a formular uma explicação científica para o fenômeno estudado.

Além disso, destaca-se a biblioteca digital da Khan Academy, que conta com uma seção dedicada às Ciências Naturais, conforme estabelecido pela BNCC, disponibilizando aulas de Química tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio (BNCC, 2018). No Quadro 2 estão apresentados os principais recursos oferecidos pela Google que

permitem a elaboração de atividades de Química e que são valiosos para todas as disciplinas.

Quadro 2: Aplicativos voltados às aulas de Ciências da Natureza

Software/Aplicativo	Uso para o ensino da Química
BrainPOPScience	É disponibilizado conceitos científicos conectando-o a fenômenos do mundo real; é possível envolver-se em práticas científicas e usar conceitos transversais para analisar ideias centrais disciplinares no contexto, e usar o modelo Afirmação-Evidência-Raciocínio para escrever uma explicação científica.
Khan Academy	Biblioteca de conteúdo e exercícios de acordo com a BNCC a serem desenvolvidos e que possibilita identificar os diferentes níveis de aprendizado dos estudantes.
Itopia	Dá vida a objetos virtuais com realidade aumentada.
Quizizz	Utilizado para criar e armazenar questionários.
TinkerCAD	Possibilita a criação de circuitos eletrônicos
Autodesk TinkerCAD	Criação de modelos 3D.
Genially	Possibilita a criação de material interativo e jogos de arrastar e colar.
Edpuzzle	Possibilita a aprendizagem invertida, com vídeos já disponíveis e editáveis ou a serem criados pelo professor.

Fonte: Elaborada pela autora em 28/04/2024 a partir da busca no Google Play Store.

De acordo com o suporte do Google[3], é viável baixar aplicativos Android pela Google Play Store e utilizá-los em um Chromebook. Contudo, atualmente, a Google Play Store está acessível somente em Chromebooks pessoais, enquanto os destinados a uso corporativo, escolar ou profissional vêm com uma configuração de fábrica específica, projetada exclusivamente para essa finalidade.

Analisando os aplicativos gratuitos disponíveis capazes de auxiliar nas aulas de Química, o Quadro 3 descreve uma lista dos que são comportados pelo sistema e que cobrem desde os fundamentos essenciais aos tópicos mais avançados.

[3] https://support.google.com/chromebook/answer/1047364?hl=pt-BR

Quadro 3: Softwares compatíveis com sistem ChromeOS, que podem ser baixados nos Chromebooks

Softwares disponíveis na Chrome Web Store	
Aplicativos disponíveis	**Funcionalidades**
1. Periodic Table	Iniciando com o Periodic Table, uma aplicação completa que fornece informações detalhadas sobre os elementos químicos. Adicionalmente, oferece uma variedade de recursos, desde exercícios de memorização até simulações interativas para os usuários.
2. Khan Academy	Possui uma seção dedicada à Química, repleta de vídeos explicativos e práticos exercícios. Esta valiosa ferramenta é recomendada para aprimorar os estudos e preparar os estudantes para exames.
3. ChemSketch	Destinado a estudantes avançados envolvidos em projetos de laboratório, que permite a precisão de desenhar estruturas químicas e oferece recursos para análise e simulação de moléculas.
4. ChemSpider	É uma extensa plataforma virtual que disponibiliza aos estudantes dados minuciosos acerca dos elementos químicos. Através desse recurso, os estudantes têm a possibilidade de explorar as características, a forma e as respostas das substâncias químicas.
5. Chemical Kinetics	É uma ferramenta fantástica para aqueles que buscam entender a velocidade das reações químicas. Com representações visuais interativas e atividades práticas, proporciona uma explicação minuciosa e elucidativa para esse conceito complexo.
6. PhET interactive simulations	É um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder, e produz gratuitamente simulações interativas em áreas de matemática e ciências. Esses simuladores são embasados em pesquisas educacionais abrangentes e buscam engajar os estudantes em um ambiente fácil de usar, parecido com um jogo, onde a aprendizagem ocorre através da exploração e descoberta.
7. Chemistry by WAGmob	Fornece um guia completo sobre Química, incluindo teorias, fórmulas, experimentos e questionários. É uma ferramenta útil para estudantes que precisam de uma referência rápida e abrangente sobre os tópicos de Química.
8. Chemix - School Chemistry Lab	É uma ferramenta de design de laboratório virtual que permite aos estudantes criar e simular experimentos químicos. Inclui uma variedade de equipamentos e reagentes, tornando-o ideal para visualização e simulação de experimentos. Os estudantes podem desenhar e simular experimentos de laboratório, proporcionando uma experiência prática e segura no ensino de Química.
9. Molecular Workbench	Oferece simulações baseadas em modelos moleculares que permitem explorar uma variedade de tópicos em Química. É especialmente útil para visualizar interações moleculares e reações químicas.
10. Labster	É uma plataforma de laboratórios virtuais que oferece simulações 3D para o ensino de várias disciplinas científicas, incluindo Química. As simulações são baseadas em cenários do mundo real e permitem que os estudantes pratiquem técnicas de laboratório em um ambiente seguro.
11. Plataforma Plurall	Na Plataforma Plurall existe uma aba com o ícone Ciência em Show, na qual os professores têm acesso a cursos de formação EaD, e uma biblioteca digital com vídeos de exemplos práticos e divertidos.

Fonte: Elaborado pela autora em 28/04/2024.

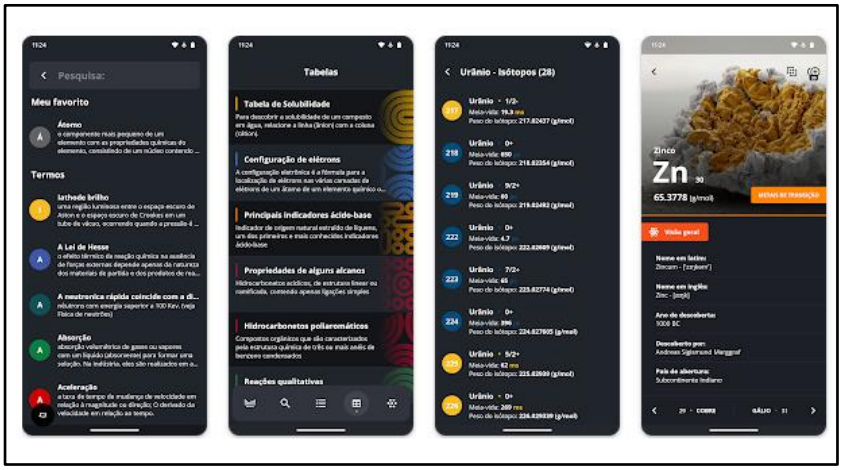
Os aplicativos voltados ao ensino de Química podem desempenhar um papel significativo no processo de aprendizagem desse componente curricular, uma vez que há uma ampla variedade de recursos digitais disponíveis online, abrangendo desde conteúdos

introdutórios até atividades práticas, capazes de atender às demandas pedagógicas e aos diferentes ritmos de aprendizagem dos estudantes.

1.4.2.1. Periodic Table[4]

O aplicativo Periodic Table é uma tabela periódica interativa e dinâmica, que, além de incluir as características básicas de outras tabelas periódicas, possui recursos mais dinâmicos, em razão da quantidade de detalhes oferecidos. Toda essa dinâmica mantém o aluno mais centrado e interessado, facilitando o seu processo de aprendizagem e proporcionando uma compreensão prática da Tabela Periódica ao estudante.

Figura 2: Imagens do aplicativo Periodic Table



Fonte: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sis.ptable&hl=pt

Disponível na Chrome Web Store, é uma ferramenta que oferece uma maneira visual e detalhada de explorar os elementos químicos. Este aplicativo é especialmente útil para estudantes e professores de Química, proporcionando uma vasta gama de informações sobre os elementos da tabela periódica de forma acessível e intuitiva.

O Periodic Table permite aos usuários explorarem a tabela periódica de maneira interativa, com a capacidade de clicar em cada elemento para obter informações detalhadas sobre suas propriedades físicas e químicas, histórico e aplicações. Cada elemento inclui dados sobre massa atômica, ponto de fusão, ponto de ebulição, eletronegatividade, configurações eletrônicas e muito mais. Isso facilita a compreensão profunda dos elementos e suas interações.

[4] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sis.ptable&hl=pt

O aplicativo também oferece recursos adicionais como vídeos educativos, quizz e diagramas que ajudam a reforçar o aprendizado dos conceitos químicos. A ferramenta de comparação permite que os estudantes comparem diretamente as propriedades de diferentes elementos, ajudando a destacar semelhanças e diferenças importantes. Como é um aplicativo baseado na web, está acessível em qualquer dispositivo com conexão à internet, incluindo Chromebooks, o que facilita o acesso dos estudantes e professores.

Estratégias pedagógicas mediadas por recursos como a Tabela Periódica online proporcionam uma abordagem mais dinâmica e engajadora para o estudo dos elementos químicos, ajudando os estudantes a visualizarem e compreender melhor as propriedades e aplicações dos elementos.

A Tabela Periódica Interativa é um recurso essencial para estudantes de Química no Brasil, oferecendo acesso imediato a uma ampla gama de informações sobre os elementos químicos, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem (Soares, 2019). Nela os estudantes podem clicar em diferentes elementos para aprender sobre suas propriedades específicas, como eletronegatividade, estados de oxidação e radioatividade, permitindo uma compreensão detalhada e prática dos materiais.

O aplicativo também fornece exemplos de aplicações práticas de cada elemento, ajudando os estudantes a conectarem o conhecimento teórico com o mundo real. Por exemplo, aprender como o carbono é usado em várias formas de materiais, desde grafite até diamantes. Permite também a inclusão de quizes que permitem reforçar o aprendizado através de testes interativos, permitindo que os estudantes avaliem seu próprio progresso e compreensão dos tópicos.

O uso de aplicativos digitais na educação química, como a Tabela Periódica Interativa, tem mostrado melhorar significativamente o desempenho dos estudantes ao tornar o aprendizado mais acessível e intuitivo (Delamuta, 2021).

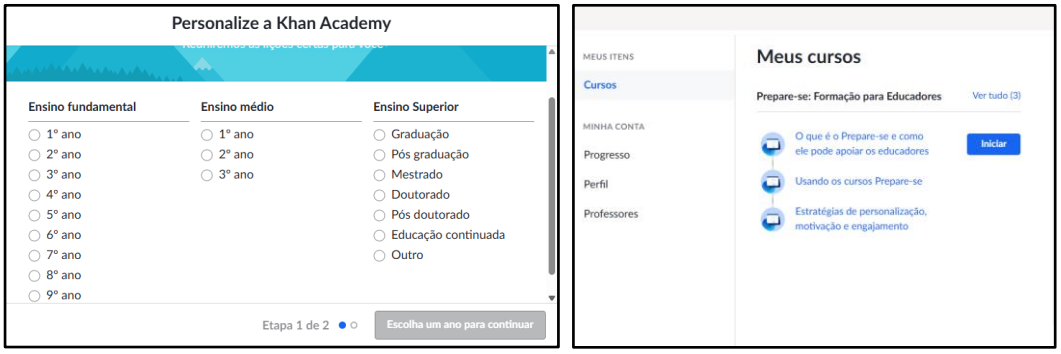
1.4.2.2. Khan Academy[5]

O Khan Academy oferece recursos para o ensino de diversas disciplinas, incluindo Química. Ela oferece diversas lições de matemática, ciências, computação, ciências humanas, economia e finanças. O aplicativo é um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que vai

[5] https://pt.khanacademy.org

muito além de um repositório de vídeos e materiais, o Khan Academy dispõe, por exemplo, de um sistema de autogestão de aprendizagem com dicas de progresso, podendo ser também, uma ótima opção de ferramenta diagnóstica.

Figura 3: Imagens ao acessar o Khan Academy



Fonte: https://pt.khanacademy.org

Dentro das ciências, no curso de química são abordados conteúdos de química básica organizados por conceitos e, também, conteúdos de química avançada, que fazem parte de currículos de cursos de nível superior, como química do carbono α e espectroscopia (BNCC, 2021). Outra opção, é escolher o ano do ensino fundamental de interesse e acessar os conteúdos de ciências da natureza organizados conforme as competências e habilidades da BNCC.

A Khan Academy oferece vídeos instrutivos, exercícios práticos e materiais de referência que podem ser utilizados por estudantes e professores para melhorar a compreensão de conceitos científicos. Disponibiliza uma vasta coleção de vídeos que explicam conceitos de Química de maneira clara e concisa. Os vídeos são elaborados por professores e vão desde os fundamentos da Química até tópicos mais avançados.

Além desses vídeos, a plataforma oferece exercícios interativos que permitem aos estudantes praticarem e testar seus conhecimentos. Esses exercícios são acompanhados de feedback imediato, e os estudantes podem corrigir seus erros e reforçarem seu aprendizado. A plataforma permite que os estudantes acompanhem seu progresso por meio de dashboards personalizados, e os professores podem monitorar o desempenho de seus estudantes, identificando áreas que precisam de mais atenção.

O uso da Khan Academy tem demonstrado melhorar o desempenho dos estudantes, graças à combinação de vídeos explicativos e exercícios interativos que reforçam o aprendizado

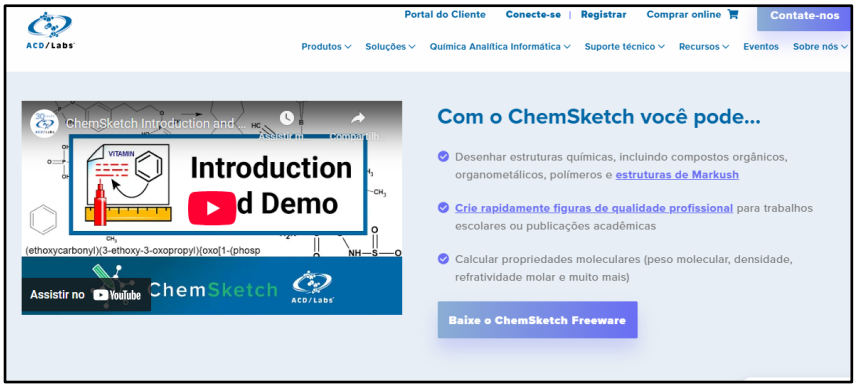
(Santos e Souza, 2021). A mesma inclui artigos e resumos que servem como materiais de referência, proporcionando uma visão detalhada dos temas abordados. Esses recursos complementam os vídeos e exercícios, oferecendo um aprendizado mais completo.

Os estudantes podem utilizar a Khan Academy para estudar os conceitos básicos de Química, como estrutura atômica, tabelas periódicas e ligações químicas, através de vídeos e exercícios. A plataforma oferece recursos detalhados sobre diferentes tipos de reações químicas, equações químicas e estequiometria, permitindo uma compreensão prática e teórica desses tópicos. E os professores podem usar a Khan Academy como estratégia de suporte ao currículo tradicional, integrando vídeos e exercícios nas aulas e utilizando os dashboards para monitorar o progresso dos estudantes.

1.4.2.3. Chemsketch[6]

O ChemSketch, pode ser utilizado livremente no ambiente escolar, e contém uma interface compatível com a maioria dos editores de texto e com a internet. Embora estejam disponíveis em inglês, apresentam fácil manipulação e usabilidade, podendo ser utilizados na execução de diversas atividades. Ele se destaca por suas várias funções, e pode ser utilizado para desenhar estruturas químicas, orbitais moleculares, reações químicas e demais objetos de representação usados em Química. Além disso, apresenta um banco de imagens prontas que possui vidrarias básicas de laboratório, projeções de Newman, conjuntos de moléculas (como alcalóides, aminoácidos, esteroides e vitaminas), entre outras. Também é possível transformar estruturas moleculares planas em moléculas em 3D.

Figura 4: Página da ACDCLabs para acesso do ChemStetch



Fonte: https://www.acdlabs.com

[6] https://www.acdlabs.com

É um software de desenho químico desenvolvido pela ACD/Labs **(**Advanced Chemistry Development, Inc.). que é amplamente utilizado em ambientes acadêmicos e profissionais para a criação de estruturas moleculares, diagramas e representações químicas. O ChemSketch oferece uma ampla gama de funcionalidades que auxiliam tanto professores quanto estudantes no ensino e aprendizado de Química (ACD/Labs, 2023). O uso de ChemSketch nas aulas de Química tem se mostrado eficaz para melhorar a compreensão dos estudantes sobre estruturas moleculares e propriedades químicas, tornando o aprendizado mais interativo e visual (Souza, 2021).

Permite desenhar estruturas químicas 2D e 3D de forma precisa e detalhada. Isso inclui moléculas orgânicas, inorgânicas, polímeros e estruturas biológicas. O software ainda calcula e exibe propriedades químicas e físicas das estruturas desenhadas, como massa molecular, fórmula empírica, ponto de ebulição, densidade, entre outras.

A funcionalidade de visualização em 3D permite que os usuários rotacionem e examinem moléculas sob diferentes ângulos, favorecendo a compreensão da geometria molecular e das interações espaciais. A plataforma incorpora recursos específicos voltados ao uso educacional, como a possibilidade de representar mecanismos de reação, estruturas de ressonância e diagramas de laboratório, contribuindo significativamente para a visualização e o entendimento de processos químicos complexos.

Os estudantes podem usar ChemSketch para desenhar e estudar estruturas de moléculas orgânicas complexas, visualizando as diferentes formas e isômeros; calcular propriedades moleculares como massa molar e densidade, integrando a prática de cálculos químicos com visualizações gráficas; e criar figuras e diagramas para seus relatórios e apresentações acadêmicas, melhorando a clareza e a qualidade visual de seus trabalhos. Os professores podem criar diagramas de experimentos laboratoriais e mecanismos de reação, ajudando os estudantes a entender os passos e processos envolvidos em reações químicas.

O software possui uma biblioteca extensa de símbolos químicos e biológicos que pode ser usada para criar diagramas detalhados e anotados. Os desenhos e diagramas criados no ChemSketch podem ser facilmente exportados em vários formatos de imagem, facilitando o compartilhamento e a integração com outros softwares e plataformas educacionais. A integração de ChemSketch no currículo de Química permite uma abordagem mais prática e detalhada do ensino, facilitando a visualização de conceitos que seriam abstratos em uma

apresentação exclusivamente teórica (Húngaro Faria, 2024).

1.4.2.4. ChemSpider[7]

O ChemSpider é uma base de dados online de acesso gratuito que disponibiliza informações detalhadas sobre mais de 100 milhões de estruturas químicas. Desenvolvido pela Royal Society of Chemistry, constitui uma fonte confiável e amplamente utilizada por estudantes, professores, pesquisadores e profissionais da área de Química que necessitam de dados precisos e abrangentes sobre compostos químicos. A plataforma pode ser acessada via navegador, inclusive em Chromebooks, facilitando seu uso em ambientes educacionais. Ele permite que, na organização da estrutura química, sejam criadas as ligações iônicas e/ou covalentes levando em consideração os elétrons envolvidos. Isso não é possível em outros aplicativos como o ChemSketch ou o ChemDraw, que ligam os átomos, mas não permitem que seja visualizado os pares de elétrons na criação da molécula. E uma excelente maneira de desenhar moléculas, visualizar os pares de elétrons disponíveis e efetuar as ligações químicas. Além disso, os estudantes também foram capazes de usar o aplicativo para categorizar os metais alcalinos, metais alcalinos terrosos e os halogênios (Locatelli e Britto, 2020).

Figura 5: Primeira página do ChemSpider



Fonte: https://www.chemspider.com

[7] https://www.chemspider.com

O ChemSpider integra dados de centenas de fontes, incluindo publicações científicas, bases de dados comerciais e contribuições da comunidade científica, oferecendo uma ampla cobertura de informações sobre compostos químicos. A plataforma permite buscas avançadas por nome do composto, fórmula molecular, número CAS (Chemical Abstracts Servisse), estrutura química, entre outros critérios, o que facilita a localização de informações específicas de maneira rápida e eficiente. Além de oferecer dados integrados, incluindo propriedades espectroscópicas, biológicas, e toxicológicas dos compostos, além de referências a artigos científicos e patentes; também possibilita visualizar as estruturas químicas em 2D e 3D, explorar as propriedades dos compostos e acessar informações detalhadas sobre suas características físicas e químicas.

A plataforma permite a contribuição com dados adicionais e correções, promovendo a colaboração e a atualização constante das informações disponíveis. E os dados podem ser exportados em vários formatos para uso em outras aplicações e para inclusão em relatórios e trabalhos acadêmicos. A utilização de ChemSpider facilita a busca por dados precisos e atualizados, essencial para a condução de pesquisas científicas de alta qualidade.

Os estudantes podem usar o ChemSpider para encontrar informações detalhadas sobre compostos químicos específicos, incluindo suas propriedades, usos e referências bibliográficas, bem como realizar estudos de relação estrutura-atividade (SAR), ajudando a entender como a estrutura química de um composto influencia sua atividade biológica, e coletar dados para a preparação de relatórios acadêmicos e publicações científicas, permitindo a inclusão de informações precisas e bem referenciadas. Já os professores podem integrar ChemSpider em suas aulas para demonstrar como buscar e utilizar informações químicas de forma eficaz, enriquecendo o conteúdo didático e promovendo habilidades de pesquisa nos estudantes.

A incorporação do ChemSpider aos currículos de Química pode ampliar a habilidade dos estudantes em conduzir investigações detalhadas sobre compostos químicos, favorecendo uma aprendizagem mais aprofundada e aplicada.

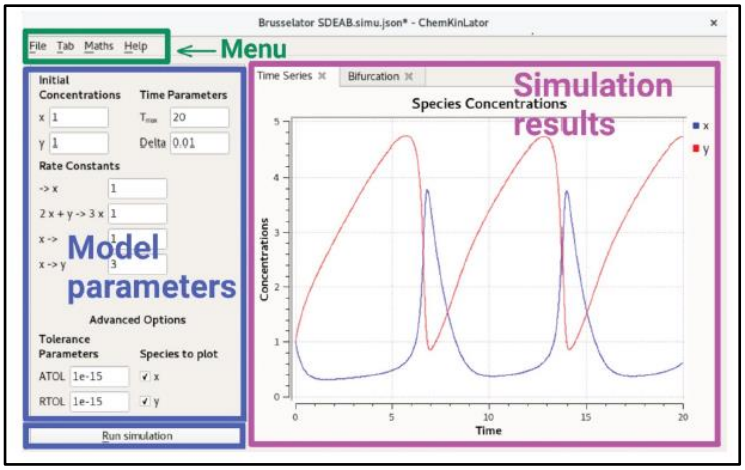
1.4.2.5. Chemical Kinetics[8]

O Chemical Kinetics é um aplicativo educacional que auxilia os estudantes e professores no estudo da cinética química. Ele proporciona uma abordagem interativa para a

[8] https://play.google.com/store/apps

compreensão dos mecanismos de reação, taxas de reação, e fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. Permite a exploração de reações químicas através de simulações interativas, ajustando variáveis como concentração, temperatura, e presença de catalisadores para observar como essas mudanças afetam a velocidade da reação, além de oferecer gráficos em tempo real que mostram a variação da concentração dos reagentes e produtos ao longo do tempo, facilitando a análise das taxas de reação.

Figura 6: Imagem de simulação feita no Chemical Kinetics



Fonte: https://gitlab.com/homochirality/chemkinlator

O Chemical Kinetics pode ser utilizado como um laboratório virtual, permitindo que os estudantes realizem experimentos que seriam difíceis ou impossíveis de reproduzir em um ambiente de laboratório tradicional. Aplicativos interativos como Chemical Kinetics são essenciais para o ensino de Química, pois permitem que os estudantes experimentem e visualizem os efeitos das variáveis na velocidade das reações, promovendo uma aprendizagem ativa e engajadora (Pires, 2021).

O aplicativo inclui modelos para diferentes tipos de reações, como reações de ordem zero, primeira e segunda ordem, ajudando os estudantes a compreender os princípios teóricos da cinética química. Também apresenta explicações detalhadas dos conceitos de cinética química, ajudando os estudantes a consolidar o aprendizado teórico com práticas interativas. Os recursos educacionais são apresentados de forma acessível, tornando-os adequados para diferentes níveis de conhecimento.

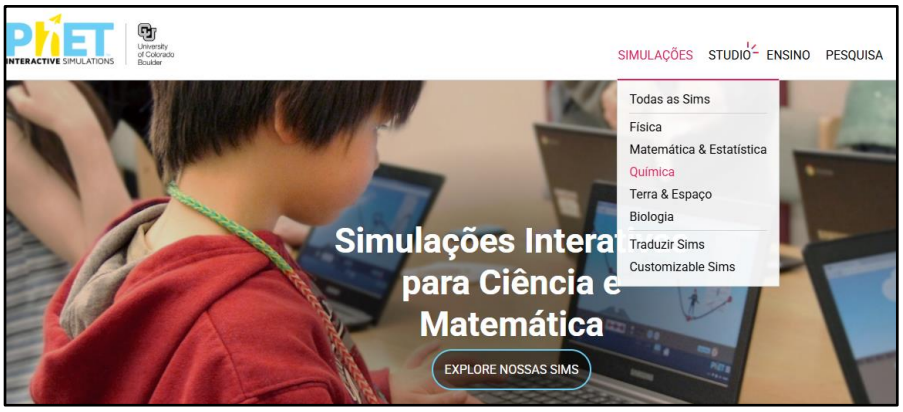
A partir da leitura de Santos (2021), acreditamos que a utilização de simulações para

o ensino de cinética química deve aumentar significativamente a compreensão dos estudantes sobre os mecanismos de reação e os fatores que influenciam as taxas de reação. Os professores podem utilizá-lo durante as aulas para demonstrar como mudanças em variáveis como concentração e temperatura afetam a velocidade das reações químicas, facilitando a compreensão prática dos conceitos.

1.4.2.6. PhEt Simulações Interativas[9]

O PhET Simulações Interativas é uma plataforma educacional digital, desenvolvida pela Universidade do Colorado, que oferece simulações nas áreas de Química, Biologia, Física, Matemática e Ciências da Terra. Essas simulações podem ser utilizadas tanto na abordagem teórica dos conteúdos quanto na realização de experimentações virtuais. A plataforma foi concebida com base em pesquisas educacionais realizadas com estudantes, além de observações do uso dos simuladores em contextos reais de sala de aula.

Figura 7: Primeira página de acesso ao PhET Interactive Simulations



Fonte: https://phet.colorado.edu

O PhET foi criado com a finalidade de estimular a investigação científica através da

[9] https://phet.colorado.edu

interatividade e do apelo visual para modelos científicos, sejam abstratos ou não. São disponibilizadas 167 simulações, sendo 32 relacionadas a conteúdos de química e classificadas como Química Geral ou Química Quântica, entretanto no tópico de geral é possível identificar simulações pertinentes à Físico-Química. Para todas as simulações disponibilizadas há um Guia do Professor em PDF criado pela equipe do PhET, que tem como finalidade auxiliar o professor a estruturar suas aulas com o uso do recurso (Santos, 2021).

Ele fornece simulações interativas que permitem manipular variáveis e observar os efeitos em tempo real. Isso facilita a compreensão de conceitos complexos por meio de uma abordagem prática e visual. Essas simulações são desenvolvidas com uma interface intuitiva e de fácil navegação, o que as torna acessíveis a estudantes de diferentes faixas etárias e níveis de conhecimento.

O PhET cobre vários componentes curriculares, oferecendo simulações específicas para Física (como movimento, energia e ondas), Química (como equilíbrio químico, reações e propriedades dos gases), Biologia, Ciências da Natureza e Matemática. Cada simulação vem acompanhada de atividades e guias educacionais que ajudam os professores a integrar as simulações em suas aulas de forma eficaz. Esses recursos incluem planos de aula, perguntas guiadas e desafios interativos. As simulações são acessíveis online e podem ser usadas em dispositivos móveis e desktops, além de também oferecer versões em 121 idiomas e está comprometido com a inclusão, fornecendo ferramentas para estudantes com diferentes necessidades, seja desde cognitivas com a dificuldade, motivacionais à necessidades de acessibilidade.

Em situações em que os recursos de laboratório são limitados, PhET oferece laboratórios virtuais que permitem que os estudantes realizem experimentos e observem resultados sem a necessidade de equipamentos físicos caros, sendo assim ele tem sido amplamente utilizado em escolas e universidades para melhorar o ensino de Ciências e Matemática.

O uso de PhET nas aulas de Ciências tende a aumentar o engajamento dos estudantes e facilitado a compreensão de tópicos abstratos através de visualizações práticas e experimentações virtuais (Oliveira, 2021).

Os professores podem usar simulações de equilíbrio químico para demonstrar como diferentes condições afetam o equilíbrio das reações, permitindo que os estudantes

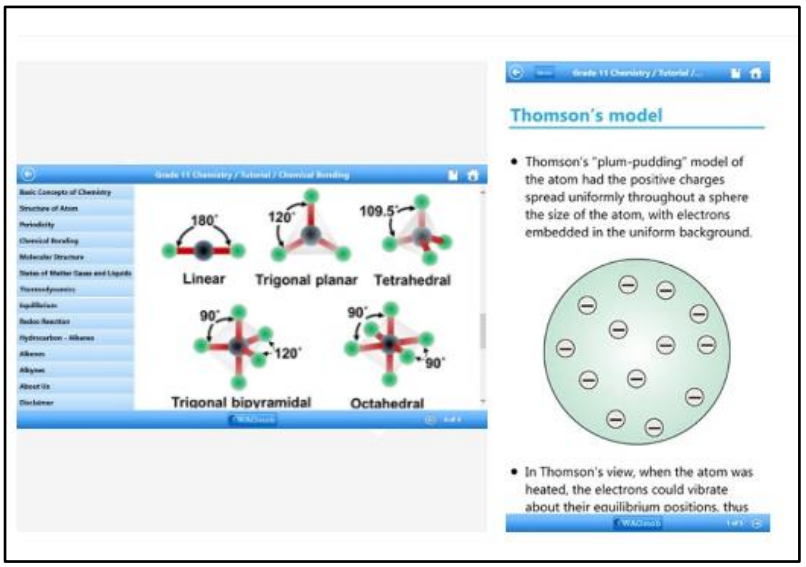
experimentem e visualizem os conceitos em tempo real. A integração das simulações PhET no currículo escolar brasileiro tem potencializado a aprendizagem ativa e colaborativa, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e inclusivo (Martins, 2022).

1.4.2.7. Chemistry by WAGmob[10]

O Chemistry by WAGmob foi projetado para ajudar estudantes a aprender e revisar conceitos de química de maneira prática e interativa. Disponível para dispositivos móveis e Chromebooks, o aplicativo oferece uma variedade de recursos educacionais, incluindo tutoriais, quizzes, flashcards e diagramas, tornando-se uma ferramenta útil tanto para estudantes quanto para educadores.

O aplicativo oferece tutoriais detalhados sobre diversos tópicos de química, incluindo átomos, moléculas, reações químicas, tabelas periódicas, estequiometria, e muito mais. Esses tutoriais são apresentados de maneira clara e acessível, facilitando a compreensão dos conceitos. Os quizzes interativos permitem aos estudantes testar seus conhecimentos e monitorar seu progresso. As avaliações ajudam a identificar áreas de dificuldade e a consolidar o entendimento. A coleção de flashcards cobrem definições, fórmulas e conceitos-chave, que são uma maneira eficaz de revisar rapidamente e memorizar informações importantes.

Figura 8: Chemistry by WAGmob



Fonte:https://download.cnet.com

[10] https://play.google.com/store/apps

Ele também oferece diagramas e ilustrações que podem ser utilizados para explicar conceitos complexos visualmente, ajudando os estudantes a visualizarem estruturas químicas, mecanismos de reação e outros aspectos essenciais da Química. A interface do aplicativo é fácil de navegar, tornando-o acessível para todas as idades e níveis de conhecimento. A integração de ferramentas digitais no ensino de ciências tem potencializado a aprendizagem, proporcionando aos estudantes recursos variados para entender e aplicar conceitos complexos (Souza, 2022).

O acesso a aplicativos educacionais tem sido particularmente útil em regiões onde os recursos de ensino são limitados, permitindo que mais estudantes tenham acesso a um aprendizado de qualidade (Lima, 2021).

Professores podem recomendar o uso desse aplicativo como complemento às aulas presenciais, proporcionando aos estudantes uma ferramenta adicional para explorar tópicos de química; pois ele pode ser utilizado até mesmo por alguém que esteja interessada em aprender química, independentemente de estar matriculada em um curso formal, promovendo o autoaprendizado e a educação contínua.

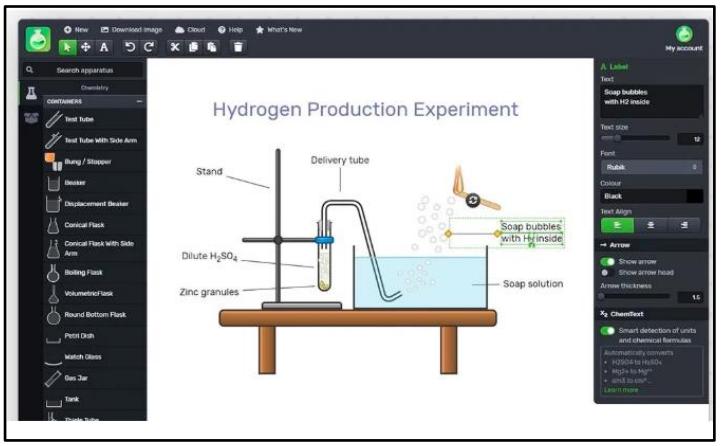
1.4.2.8. Chemix[11]

Chemix - School Chemistry Lab é um aplicativo online que simula um laboratório de Química, permitindo que estudantes e professores realizem experimentos virtuais de forma segura e interativa.

O Chemix permite que os estudantes escolham entre uma ampla variedade de equipamentos de laboratório, como béqueres, pipetas, tubos de ensaio, frascos de Erlenmeyer, entre outros. Onde podem arrastar e soltar esses itens para criar configurações experimentais realistas. Oferece também uma extensa lista de reagentes e substâncias químicas que podem ser combinadas para realizar diversas reações químicas. Cada substância tem suas próprias propriedades e comportamentos, simulando o que ocorreria em um laboratório real.

[11] https://www.chemix-chemistry-software.com

Figura 9: Chemix - School Chemistry Lab



Fonte: https://www.edtechdigest.com/2022/03/04/chemix/

As reações químicas e processos laboratoriais são apresentados por meio de animações detalhadas, ajudando os estudantes a visualizarem o que acontece a nível molecular durante um experimento. Os estudantes podem interagir com os equipamentos e reagentes em tempo real, permitindo a criação de experimentos personalizados. Isso promove uma compreensão mais profunda dos procedimentos laboratoriais e dos princípios científicos subjacentes. A integração de laboratórios virtuais no currículo escolar pode aumentar o engajamento dos estudantes e melhorar a retenção de conhecimento, ao oferecer experiências práticas que complementam o ensino teórico.

Como um laboratório virtual, Chemix elimina os riscos associados ao manuseio de substâncias perigosas, tornando-se uma ferramenta segura para a prática de Química; além de ser acessível através de navegadores web em diversos dispositivos, facilitando o acesso a recursos educacionais de alta qualidade sem a necessidade de instalações complexas. O uso de simulações de laboratório tem se mostrado uma ferramenta valiosa no ensino de ciências, promovendo um aprendizado ativo e facilitando a compreensão de conceitos complexos através da visualização (Jesus Sobrinho, 2024).

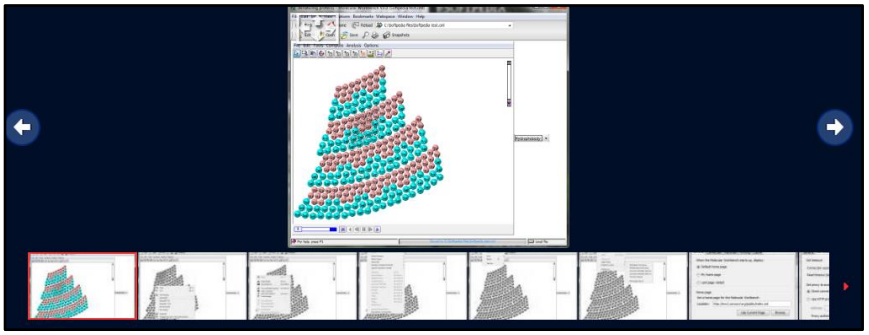
Em contextos de ensino a distância ou híbrido, Chemix oferece uma solução prática para a realização de experimentos de química, mantendo a qualidade do aprendizado mesmo fora do laboratório físico.

1.4.2.9. Molecular Workbench (MW)[12]

O software Molecular Workbench é uma ferramenta de modelagem para projetar e conduzir experimentos computacionais em ciências, fornece um sistema de autoria para designers instrucionais criarem e publicarem materiais curriculares baseados em modelos e simulações, e oferece um ambiente de aprendizagem interativo que apoia a investigação científica.

Embora o MW já ofereça muitos materiais existentes é possível personalizar ou criar simulações e planos de ensino. E um conjunto de mecanismos computacionais subjacentes que dão suporte à experimentação em múltiplas escalas e entre disciplinas.

Figura 10: Molecular Workbench



Fonte: https://mw.concord.org/

A capacidade do MW em simular fenômenos em nanoescala o torna uma ferramenta potencialmente útil para o ensino de nanociência e nanotecnologia, que são estrategicamente importantes, pois muitas disciplinas científicas estão sendo unificadas sob a estrutura da nanociência.

Uma característica importante e única do MW é que ele coloca uma simulação em um contexto de aprendizagem. Ele suporta a renderização e a autoria de atividades de aprendizagem, que são tipicamente sequências de etapas de aprendizagem estruturadas que empregam modelos e simulações para ensinar. Uma atividade de aprendizagem pode ser tão simples quanto uma demonstração que mostra um único conceito, ou tão completa quanto um livro didático digital que fornece toda a mídia de aprendizagem para um tópico, ou algo entre os dois. O sistema de autoria do MW pode ser usado para criar todos esses diferentes níveis de atividades de aprendizagem prontas para sala de aula que têm interfaces de usuário

[12] http://mw.concord.org/modeler

personalizadas para diferentes estudantes. Este sistema de autoria tem sido usado para produzir muitas atividades existentes, disponíveis por meio do sistema de entrega semelhante a um navegador do MW.

O MW permite que os professores criem novas atividades e/ou modifiquem as existentes. Ele oferece suporte a avaliações incorporadas em atividades de aprendizado. Ele pode monitorar como os estudantes estão aprendendo com modelos e simulações. Ele pode ser usado para coletar dados dos estudantes e fornecer feedback aos professores. Todas essas funcionalidades, bem como as capacidades de simulação e autoria, são perfeitamente integradas em um único sistema com interfaces gráficas de usuário simples e intuitivas. Todas essas coisas juntas, o tamanho do software é de apenas 1,6 MB.

1.4.2.10. Labster[13]

O Labster é uma plataforma inovadora de laboratórios virtuais que oferece simulações 3D para o ensino de diversas disciplinas científicas, incluindo Química. Este aplicativo é amplamente utilizado em ambientes educacionais para proporcionar uma experiência prática de laboratório em um ambiente seguro e controlado. Utiliza tecnologia de ponta para criar simulações 3D realistas que permitem aos estudantes realizar experimentos virtuais. Essas simulações cobrem uma ampla gama de tópicos, desde fundamentos da Química até processos químicos complexos.

O Labster é projetado para complementar o currículo de Química, alinhando-se com padrões educacionais e facilitando a integração de simulações em planos de aula existentes. Os laboratórios virtuais eliminam os riscos associados a laboratórios físicos, como manipulação de substâncias perigosas e acidentes. Isso permite que os estudantes pratiquem técnicas de laboratório com segurança. As simulações fornecem feedback instantâneo sobre o desempenho dos estudantes, ajudando-os a identificar e corrigir erros em tempo real. Isso promove um aprendizado ativo e contínuo.

[13] https://play.google.com/store/apps

Figura 11: Imagem do Babster



https://play.google.com/store/apps

Os estudantes podem aprender sobre reações de síntese e os princípios da química orgânica como sintetizar aspirina em um ambiente virtual, praticar técnicas de titulação, aprendendo sobre pH, indicadores e neutralização, explorar diferentes estruturas moleculares e compreender as propriedades químicas e físicas das substâncias através de modelos moleculares interativos, ou aborda a química dos polímeros, permitindo que os estudantes vejam como pequenas moléculas se combinam para formar polímeros. A utilização de laboratórios virtuais como o Labster tem mostrado ser uma ferramenta eficaz para complementar o ensino prático em Química, especialmente em contextos em que o acesso a laboratórios físicos é limitado (OLIBEIRA, 2021).

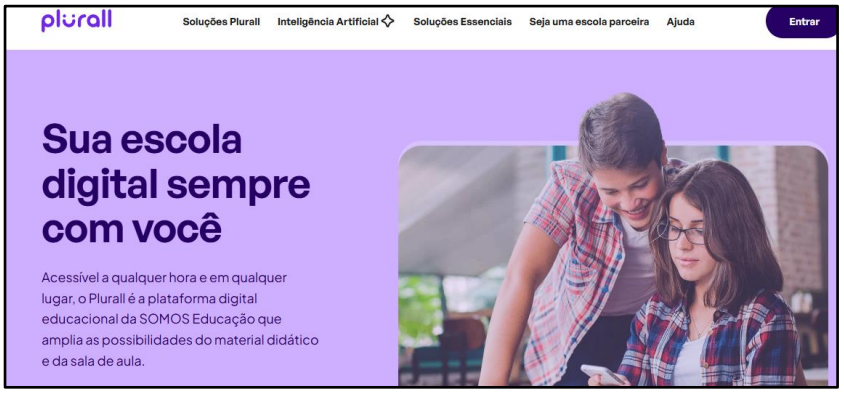
1.4.2.11. Plurall[14]

A plataforma Plurall foi desenvolvida pela empresa Eleva Educação, com o objetivo de oferecer suporte e recursos digitais para estudantes e professores em escolas parceiras. O Plurall disponibiliza materiais didáticos digitais alinhados com os currículos escolares, incluindo vídeos, textos explicativos, animações e exercícios interativos. Esses recursos visam enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. A plataforma utiliza tecnologia adaptativa

[14] https://www.plurall.net

para personalizar o aprendizado dos estudantes, oferecendo atividades e conteúdo que se ajustam ao nível de conhecimento e ritmo de aprendizagem de cada aluno.

Figura 12: Imagem da página inicial da Plataforma Plurall



Fonte: https://www.plurall.net/

Os professores podem monitorar o progresso dos estudantes através de relatórios detalhados sobre o desempenho em atividades e exercícios o que permite uma avaliação contínua e personalizada do aprendizado.

A plataforma é acessível através de dispositivos móveis e computadores, proporcionando flexibilidade para que os estudantes estudem em qualquer lugar e a qualquer momento. O Plurall tem sido adotado por diversas escolas no Brasil como uma ferramenta para aprimorar o ensino e o aprendizado. A plataforma visa modernizar a educação, integrando recursos digitais que complementam as práticas pedagógicas tradicionais. Isso não apenas enriquece a experiência educacional dos estudantes, mas também apoia os professores no desenvolvimento de métodos de ensino mais eficazes e adaptados às necessidades individuais dos estudantes.

O Plurall representa uma inovação significativa no contexto educacional brasileiro, proporcionando uma plataforma digital robusta que integra conteúdo didático, tecnologia adaptativa e interação entre estudantes e professores.

1.5. Algumas considerações

A aquisição de aplicativos no contexto educativo deve ser considerada como algo que vai além de uma simples transposição de conteúdos de meios analógicos para meios digitais.

Os professores devem considerar a adoção desses recursos para antecipar a construção do conhecimento de seus estudantes.

A partir do que identificamos brevemente em nossa pesquisa, é possível compreender a importância e o lugar que os aplicativos para dispositivos móveis podem ocupar no contexto educacional. Esses recursos digitais são reconhecidos por sua capacidade de proporcionar experiências interativas, visualização de estruturas moleculares, simulações de experimentos e atividades práticas virtuais, elementos que favorecem a compreensão de conteúdos abstratos e complexos, característicos do componente curricular.

Foi possível identificar que os aplicativos compatíveis com o sistema operacional Chrome OS, presente nos dispositivos Chromebook, oferecem funcionalidades que diversificam o processo de ensino e aprendizagem. Tais recursos contribuem para a dinamização das aulas, promovendo maior engajamento dos estudantes e favorecendo a construção do conhecimento de maneira autônoma e significativa.

2. USO DE CHROMEBOOKS POR PROFESSORES DE QUÍMICA[15]

A transformação digital tem sido fundamental no âmbito educacional, trazendo diversos benefícios e impactos positivos. Um dos pontos mais relevantes desse processo é o acesso à informação, pois as tecnologias digitais permitem que estudantes e professores acessem uma enorme quantidade de informações de forma rápida e fácil. Isso facilita a pesquisa, a consideração de diferentes pontos de vista e a obtenção de materiais educativos variados (De Queiroz, 2022).

O uso de Chromebooks no ambiente educacional tem se tornado cada vez mais relevante, especialmente entre professores de disciplinas como a Química, em virtude do seu potencial para transformar o processo de ensino e aprendizagem. Esses dispositivos são reconhecidos por sua acessibilidade, leveza e facilidade de uso, permitindo que os professores integrem tecnologias digitais de forma prática e eficiente nas atividades pedagógicas. A inserção de dispositivos móveis e tecnologias digitais nas escolas é uma tendência crescente, promovendo maior engajamento dos estudantes e facilitando o acesso a recursos educacionais diversificados (Pereira e Silva, 2021).

Dessa forma, o uso de Chromebooks proporciona acesso a uma variedade de ferramentas interativas, como simulações virtuais de experimentos químicos e plataformas de ensino a distância, criando ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e envolventes.

Na adoção de Chromebooks pelos professores, não só de Química, a principal finalidade é modernizar e enriquecer o processo de ensino, oferecendo uma abordagem mais eficiente, acessível e alinhada às demandas da educação contemporânea. A utilização de tecnologias digitais pode transformar a forma como os conteúdos são abordados, tornando as aulas mais interativas e personalizadas (Souza e Almeida, 2020). Os Chromebooks permitem que os professores integrem recursos digitais avançados, facilitando a compreensão de conceitos complexos por meio de simulações, vídeos e aplicativos educacionais. Dessa forma, o uso desses dispositivos auxilia na visualização de fenômenos químicos que, por vezes, são difíceis de demonstrar apenas com métodos tradicionais, contribuindo para um aprendizado mais ativo e prático.

Os Chromebooks oferecem suporte à personalização do ensino, o que possibilita aos

[15] O manuscrito será submetido para avaliação na Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC) com ISSN: 2446-774X, Qualis Capes 2017-2020 A4.

professores a adaptação de suas metodologias, de acordo com as necessidades e perfis de aprendizagem de seus estudantes. Essa personalização do ensino é um dos grandes benefícios do uso de tecnologias digitais, pois permite que os estudantes aprendam no seu próprio ritmo e de acordo com suas preferências, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo (Costa e Oliveira, 2022). Essa flexibilidade é essencial em ambientes híbridos ou a distância, onde os Chromebooks desempenham um papel fundamental na continuidade das atividades educativas e no engajamento dos estudantes.

Com base no exposto, podemos dizer que o uso de Chromebooks pode contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais, como a resolução de problemas, a criatividade e o pensamento crítico. O uso dessas tecnologias pode potencializar a construção de habilidades digitais e cognitivas, essenciais para o mundo contemporâneo (Santos e Ferreira, 2023). Portanto, não apenas moderniza o ensino, mas também torna o processo de aprendizagem mais alinhado às exigências da sociedade atual, onde a competência digital se tornou fundamental.

Em síntese, o uso de Chromebooks pelos professores de Química vai além da simples modernização da sala de aula; ele reflete uma tentativa de repensar e transformar o ensino, alinhando-o às necessidades de inovação pedagógica e construção de conhecimentos de maneira mais interativa e acessível. A incorporação de tecnologias digitais, como os Chromebooks, exige também um novo olhar sobre o papel do professor, que se torna um mediador e facilitador do processo de aprendizagem, promovendo uma educação mais inclusiva e conectada ao mundo digital (Lima e Santos, 2020).

Nesse sentido têm sido investidos recursos nas escolas para aquisição de equipamentos para utilização de plataformas digitais no processo de ensino dos estudantes. No estado de Mato Grosso, tal movimento pode ser exemplificado pelo investimento governamental em notebooks para todos os professores da rede pública estadual, com conectividade das unidades escolares, por meio de rede Wi-Fi; e o desenvolvimento de plataformas virtuais para formações dos profissionais da educação e, também, para os próprios estudantes.

Além disso, a mais recente aquisição do Governo do Estado foram os aparelhos televisores e os Chromebooks, através do decreto nº 1.497, de 10 de outubro de 2022, que dispõe sobre a Programa EducAção - 10 Anos, no âmbito do Estado de Mato Grosso, o qual esse último é o objeto principal do nosso estudo, onde procuramos analisar a contribuição do mesmo nas aulas de Ciências da Natureza, voltada para o ensino médio, visualizando como os professores

tem utilizado esse equipamento e suas percepções quanto a utilização desse recurso.

Com esse constante avanço das tecnologias digitais, novas oportunidades de inovação surgem na educação, como realidade virtual, inteligência artificial, análise de dados educacionais e outras tecnologias emergentes que têm potencial para transformar a maneira como ensinamos e aprendemos (Silva, 2023)

De forma sucinta, é possível afirmar que a utilização de recursos tecnológicos digitais apresenta a capacidade de aprimorar de maneira relevante a excelência e a efetividade do processo de ensino e aprendizagem, oferecendo possibilidades inéditas de interação, adaptação, cooperação e criatividade (Araújo, 2021). Oferecem assim, uma variedade de oportunidades para tornar o ensino de Química mais dinâmico, envolvente e eficaz, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos e preparando os estudantes para enfrentar os desafios do mundo moderno.

Contudo, é fundamental ressaltar que é indispensável a utilização dessas ferramentas de forma criteriosa e em conjunto com uma estratégia educacional consistente para potencializar seus efeitos positivos (De Souza, 2023).

2.1. Procedimentos metodológicos

Para realização do estudo foi utilizada a pesquisa qualitativa, que é uma abordagem metodológica amplamente reconhecida na ciência social contemporânea, enfatizando a compreensão profunda e contextualizada de fenômenos complexos. Denzin e Lincoln (2018) ressaltam que esse tipo de pesquisa tem como base a coleta e interpretação de dados descritivos, fazendo uso frequente de técnicas como entrevistas detalhadas, observação participante e análise de conteúdo. De acordo com os autores, o objetivo dessa abordagem é captar a complexidade dos contextos sociais e das experiências humanas, investigando a subjetividade e as visões dos participantes.

Adicionalmente, Flick (2018) discute a análise qualitativa como uma abordagem reflexiva e interpretativa, destacando a relevância da triangulação e validade interpretativa para assegurar a confiabilidade e validade dos resultados da pesquisa. Para o autor, a pesquisa qualitativa não se limita a métodos particulares, mas sim a um compromisso com a profundidade e a complexidade dos dados, investigando as diferentes perspectivas dos participantes a fim de construir narrativas significativas e embasadas teoricamente.

O presente estudo configura-se como um estudo descritivo e optou-se pela realização da pesquisa entre os professores de uma escola pública urbana que se situa na região Centro Norte de Cuiabá, acolhe uma diversidade de estudantes, provenientes de diferentes contextos socioeconômicos e culturais, sendo a maioria oriunda de famílias de baixa renda. A escola possui 1412 estudantes matriculados nos três períodos, ofertando o ensino fundamental 2 (do 6º ao 9º ano), ensino médio, educação de jovens e adultos e uma turma de imigrantes.

À essa turma de imigrantes é feita a acolhida desses estudantes com uma série de estratégias pedagógicas e sociais que visam garantir a integração plena desses alunos ao ambiente escolar, promovendo a equidade e o acesso à educação de qualidade. O processo de acolhimento envolve diversas ações que buscam atender às necessidades específicas dos estudantes imigrantes, respeitando suas particularidades socioculturais, linguísticas e emocionais. Uma das primeiras ações adotadas é o apoio linguístico, por meio de aulas de Português como Segunda Língua, que visam proporcionar aos imigrantes a proficiência necessária para a comunicação e para o acompanhamento dos conteúdos curriculares, a escola conta com um professor intérprete, para auxiliar na comunicação e garantir a compreensão das aulas e atividades.

A escola (Figura 13) tem uma infraestrutura de tecnologia moderada que inclui acesso à internet de alta velocidade e 280 Chromebooks, para uso dos estudantes mediante agendamento do professor.

Figura 13: **A**- Imagem da E. E. Leovegildo de Melo. **B**- Localização da Escola.



Fonte: Autora (2024).

Na presente pesquisa, optou-se pela utilização combinada de entrevistas semiestruturadas e de um formulário eletrônico, elaborado no Google Forms, com o intuito de

obter uma compreensão mais ampla e aprofundada acerca do uso dos Chromebooks por professores de Ciências, especialmente de Química. As entrevistas permitiram explorar percepções, experiências e práticas pedagógicas de forma mais detalhada, enquanto o formulário contribuiu com dados complementares, ampliando a base informacional e favorecendo uma análise mais robusta e fundamentada. O uso de formulários, enquanto método de coleta de dados, foi escolhido para possibilitar a identificação de padrões e tendências no uso dessa tecnologia, bem como para mensurar de forma objetiva as percepções dos professores acerca de suas práticas pedagógicas com o uso dos Chromebooks. A eficácia do uso de questionários na coleta de dados destaca sua relevância em pesquisas acadêmicas, permitindo a sistematização das informações (Souza e Gomes, 2020).

Utilizamos um questionário semiestruturado caracterizado pela presença de perguntas previamente definidas, geralmente fechadas ou de múltipla escolha, e também por perguntas abertas que permitem ao respondente fornecer respostas mais detalhadas e descritivas. Esse tipo de questionário é amplamente utilizado em pesquisas que buscam tanto uma visão quantitativa quanto qualitativa sobre um determinado tema.

O questionário semiestruturado oferece uma flexibilidade que permite ao pesquisador explorar tópicos específicos, ao mesmo tempo em que proporciona aos participantes a oportunidade de expressarem suas percepções e experiências de maneira mais livre (Gil, 2019). Isso o torna especialmente útil em pesquisas que abordam práticas pedagógicas e inovações tecnológicas, pois possibilita a captura de dados objetivos, como a frequência de uso da tecnologia, e subjetivos, como as percepções dos professores sobre sua eficácia no ensino.

Os formulários foram cuidadosamente elaborados com base nos objetivos da pesquisa, sendo compostos por questões fechadas, de múltipla escolha, e itens organizados em escala Likert, que permitiram avaliar o grau de concordância dos participantes em relação a diversas afirmações ligadas ao uso de Chromebooks no ensino de Química (Oliveira e Farias, 2019). As questões foram divididas em quatro blocos principais.

No primeiro bloco foi abordado sobre o perfil sociodemográfico e profissional dos professores, durante o qual buscou-se obter informações sobre a formação acadêmica dos professores, o tempo de atuação no ensino de Química e o nível de experiência prévia com tecnologias digitais no contexto educacional. Esses dados são essenciais para traçar o perfil dos participantes e identificar possíveis correlações entre essas variáveis e o uso dos Chromebooks.

No segundo bloco de questões, foram avaliadas as práticas pedagógicas e uso dos Chromebooks - sendo abordadas questões relacionadas à frequência de uso dos Chromebooks nas aulas, o tipo de atividades desenvolvidas com o apoio da tecnologia (como simulações, pesquisas, experimentos virtuais), bem como os principais recursos e plataformas digitais utilizados pelos professores durante as aulas.

A análise das percepções sobre o impacto pedagógico dos Chromebooks foram realizados no terceiro bloco de questões, com objetivo de avaliar a percepção dos professores em relação ao impacto do uso dos Chromebooks no engajamento e na aprendizagem dos estudantes. Os participantes foram convidados a compartilhar suas percepções sobre a eficácia da tecnologia na compreensão de conceitos abstratos, na realização de atividades práticas e na interação dos estudantes com o conteúdo de Química.

No último conjunto de perguntas, foram avaliados os desafios e satisfação com o uso dos Chromebooks, e nesse contexto, os professores descreveram sua satisfação geral com o uso dos Chromebooks no ensino, além de identificarem os principais desafios enfrentados durante sua utilização. como questões relacionadas à infraestrutura das escolas, dificuldades técnicas e a necessidade de formação continuada para o uso eficiente da tecnologia.

A aplicação dos formulários foi realizada por meio de uma plataforma digital, possibilitando maior alcance e acessibilidade aos participantes. Todos os professores envolvidos no estudo receberam convites, contendo o link de acesso ao formulário e orientações detalhadas sobre o preenchimento. A opção pela aplicação online não apenas facilitou a logística de coleta de dados, como também garantiu o cumprimento dos protocolos éticos da pesquisa, respeitando o anonimato e a privacidade dos respondentes.

A amostra de participantes foi composta por professores de Ciências da Natureza e Química da escola estadual Leovegildo de Melo.

O prazo de uma semana foi estipulado para o preenchimento dos formulários, garantindo que os participantes tivessem tempo suficiente para responder de maneira reflexiva e cuidadosa. Foram exluidos da pesquisa professores de outros componentes curriculares da área de Ciências da Natureza.

A entrevista foi conduzida em dois momentos distintos, com o intuito de obter uma compreensão mais abrangente e específica sobre o uso dos Chromebooks em suas aulas, especialmente no contexto das Ciências da Natureza, com foco na Química. O primeiro

momento consistiu em uma roda de conversa com 24 professores da escola, incluindo professores de Matemática e Ciências da Natureza (Ciências, Biologia, Física e Química), havendo um espaço colaborativo de compartilhamento de experiências e desafios enfrentados no uso de tecnologias em sala de aula.

Nesse encontro, os professores puderam expressar suas percepções e sentimentos em relação à utilização dos Chromebooks, além de discutirem sobre os pontos positivos e negativos desse equipamento em suas práticas pedagógicas. Essa abordagem permitiu identificar tanto as barreiras enfrentadas, como as inovações que o uso dessa tecnologia trouxe para o ensino. As questões levantadas variaram desde dificuldades técnicas e de conectividade até o impacto da inclusão digital no engajamento dos estudantes.

No segundo momento da entrevista, reuniram-se apenas os professores de Ciências da Natureza, com ênfase nos professores que lecionam Química. A partir dessa conversa mais direcionada, foi possível obter um olhar mais específico sobre a utilização dos Chromebooks e de aplicativos pedagógicos voltados para o ensino de Química.

Durante as entrevistas, foi possível identificar que, embora os Chromebooks estejam disponíveis como um recurso pedagógico nas salas de aula, muitos professores ainda não exploram todo o potencial que esses dispositivos oferecem. Seis dos professores entrevistados relataram que o uso dos Chromebooks tem se restringido à aplicação de testes e atividades simples no Google Forms. Embora essa prática traga benefícios como a correção automática e a organização eficiente das respostas, ela limita as inúmeras possibilidades pedagógicas que os Chromebooks podem proporcionar.

Alguns professores citaram o uso do Kahoot, uma plataforma de quizzes que promove a participação ativa dos estudantes por meio da gamificação. No entanto, mesmo com essa inovação, a vasta gama de aplicativos e recursos disponíveis nos Chromebooks, que poderiam enriquecer significativamente o ensino de Química, como simuladores virtuais, laboratórios online e plataformas de aprendizado colaborativo, ainda é subutilizada, já que vem sendo na maioria das vezes utilizada para simples acesso à plataforma.

Esses dois momentos complementares de coleta de dados forneceram uma visão detalhada e multifacetada sobre o uso da tecnologia no ensino. Ao ouvir tanto o conjunto geral de professores quanto os que atuam diretamente com Química, foi possível traçar um panorama mais completo das potencialidades e desafios que o uso dos Chromebooks e aplicativos

específicos trazem para o ensino de Ciências, especialmente no que tange à melhoria da compreensão dos estudantes e à facilitação de práticas experimentais que muitas vezes são limitadas em contextos sem o suporte tecnológico.

O uso de questionário e entrevistas na pesquisa possibilitou uma ampla visão sobre as práticas e percepções dos professores. A utilização de mais de um método de coleta de dados, como a triangulação metodológica, permite uma visão mais ampla e detalhada do fenômeno estudado, aumentando a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos (Creswell e Clark, 2021). A combinação dos dois métodos de coleta de dados contribuiu para a consistência dos resultados e proporcionou uma compreensão mais precisa e abrangente sobre o impacto do uso dos Chromebooks no ensino de Química, servindo de base para as discussões teóricas e orientações práticas apresentadas ao final da dissertação.

Para a análise dos dados coletados por meio dos formulários, foi utilizada a estatística descritiva, a qual permite organizar, resumir e apresentar as informações de maneira clara e objetiva, tornando possível a identificação de padrões e tendências por meio de frequências, médias e medidas de dispersão, como o desvio-padrão. Segundo Barbetta (2022), a estatística descritiva é um conjunto de técnicas voltadas à descrição e ao resumo dos dados obtidos, sendo amplamente utilizada em pesquisas que visam interpretar características de determinado grupo ou fenômeno. Dessa forma, essa abordagem possibilitou uma análise inicial do comportamento das variáveis investigadas, como tempo de experiência docente, frequência de uso dos Chromebooks e percepções sobre seu impacto no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo a proposta de Laurence Bardin, a análise de conteúdo é uma técnica amplamente utilizada na pesquisa qualitativa para interpretar e organizar dados coletados, especialmente em entrevistas, questionários e outros instrumentos de coleta de informações. Esse método consiste em um conjunto de procedimentos sistemáticos que visam descrever o conteúdo das mensagens de forma objetiva e quantitativa, permitindo que o pesquisador identifique categorias, padrões e significados implícitos no material analisado (Bardin, 2016).

A abordagem de Bardin envolve várias etapas que garantem a rigorosidade da análise, como a pré-análise, onde os dados são organizados e o material é preparado para ser examinado; a exploração do material, que consiste na codificação dos dados e sua classificação em categorias; e a fase de tratamento dos resultados e interpretação, em que o pesquisador relaciona as categorias identificadas com os objetivos da pesquisa.

No contexto da educação, a análise de conteúdo de Bardin pode ser especialmente útil para compreender as percepções de professores e estudantes sobre o uso de novas tecnologias, como os Chromebooks, no ensino de Química. Por meio dessa técnica, é possível categorizar e interpretar os depoimentos dos professores, identificando as barreiras e oportunidades que surgem com a inserção de ferramentas tecnológicas no ambiente escolar. Ao aplicar esse método, conseguimos obter uma visão detalhada e estruturada das diferentes experiências e opiniões dos participantes, contribuindo para uma análise profunda e fundamentada das práticas pedagógicas em questão.

2.2. Resultados e discussão

2.2.1. Perfil Sociodemográfico e Profissional dos Professores Participantes

Na intenção de investigarmos como tem sido a utilização dos Chromebooks nas aulas de Ciências da Natureza, contamos com a colaboração de oito professores da área. A Tabela 1 oferece uma visão detalhada sobre o perfil dos professores em termos de ano de formação, tempo de docência e nível de pós-graduação.

Tabela 1: Perfis Docentes, Tempo de Atuação e Pós-graduação Acadêmica

Identificação	Ano de formação	Tempo lecionando (anos)	Especialização
P1	2006	10	Latu sensu
P2	2013	8	Stricto sensu
P3	1994	36	Latu sensu
P4	2013	7	Stricto sensu
P5	2021	2	Stricto sensu
P6	2004	20	Stricto sensu
P7	2017	6	Stricto sensu
P8	2003	21	Stricto sensu

Fonte: Elaborada pela autora em 06/05/2024.

O tempo de exercício profissional dos professores varia significativamente, de 2 a 36 anos, o que indica uma heterogeneidade considerável no corpo docente. Os professores P3, P6 e P8 destacam-se por suas trajetórias extensas na docência, acumulando uma vasta experiência ao longo dos anos, o que acreditamos refletir um profundo conhecimento das práticas pedagógicas e uma adaptação contínua às demandas do ensino. Porém, professores com longo tempo de docência tendem a estar mais familiarizados com métodos tradicionais de ensino e, em muitos casos, podem apresentar resistência à adoção de novas tecnologias, como os

Chromebooks (Santos e Ferreira, 2020). Isso pode ocorrer devido ao hábito consolidado de usar metodologias já testadas e reconhecidas por eles. No entanto, essa resistência não deve ser vista como uma rejeição absoluta, pois muitos professores experientes podem integrar novas tecnologias gradualmente, especialmente quando há capacitação adequada e incentivos institucionais para tal.

Os professores P1, P2, P4 e P7 apresentam uma trajetória profissional consolidada, que lhes proporciona uma base sólida de práticas pedagógicas. Essa experiência, embora significativa, não é tão extensa a ponto de dificultar a adaptação às novas abordagens metodológicas e inovações tecnológicas, favorecendo, assim, sua abertura e capacidade de incorporar novas estratégias ao processo de ensino-aprendizagem. Esses professores podem representar um grupo mais equilibrado, que ainda está em processo de adaptação a novas metodologias e ferramentas tecnológicas. Além disso, eles podem estar mais abertos a mudanças em suas práticas, dado que suas carreiras se desenvolveram em um momento em que as tecnologias educacionais começaram a ganhar espaço nas escolas (Moser, 2024).

O professor P5, com apenas dois anos de docência, encontra-se no início de sua carreira, o que pode torná-lo mais receptivo à adoção de inovações tecnológicas. Ao ingressar recentemente no ambiente escolar, onde o uso de tecnologias já é uma prática em expansão, ele tende a demonstrar maior familiaridade e disposição para explorar e integrar ferramentas digitais em sua prática pedagógica. No entanto, sua falta de experiência pode apresentar desafios na implementação eficaz de tais tecnologias, sendo necessário um suporte pedagógico e técnico mais robusto.

Em relação ao nível de especialização dos professores pode-se observar que este fator também desempenha um papel crucial na forma como eles percebem e utilizam as tecnologias educacionais. Os docentes estão divididos entre pós-graduaçõeslato sensu e stricto sensu, o que pode influenciar suas abordagens pedagógicas (Coutinho e Alves, 2020).

Os professores P1 e P3 possuem formação em cursos de pós-graduação lato sensu, voltados à prática pedagógica e com menor ênfase em pesquisa acadêmica. Essa formação tende a favorecer a atuação no cotidiano da sala de aula, com maior familiaridade na aplicação de metodologias já consolidadas. Por outro lado, a ausência de aprofundamento em pesquisa e inovação pode limitar a iniciativa para explorar, de forma autônoma, novas abordagens tecnológicas e pedagógicas (Silva e Souza, 2022).

Os professores P2, P4, P5, P6, P7 e P8 possuem, ou estão em processo de formação, em cursos de pós-graduação stricto sensu (mestrado ou doutorado), com ênfase em pesquisa, inovação e aprofundamento teórico. Esse perfil formativo pode favorecer uma maior abertura à adoção de novas metodologias e recursos tecnológicos no contexto escolar, incluindo o uso de aplicativos educacionais por meio dos Chromebooks.

Além disso, o envolvimento com a pesquisa científica pode tornar esses professores mais receptivos a novas abordagens pedagógicas, uma vez que estão em constante contato com estudos e práticas inovadoras (Melo e Andrade, 2020).

2.2.2. Interação das tecnologias digitais e computacionais pelos professores entrevistados

A interação entre professores e tecnologias digitais tornou-se um tema central no cenário educacional contemporâneo, especialmente com o surgimento de novas demandas pedagógicas impulsionadas pelo ensino remoto e híbrido. Costa e Lopes (2021) apontam que a pandemia de COVID-19 acelerou o processo de incorporação das tecnologias no ambiente educacional, evidenciando a necessidade urgente de os professores desenvolverem competências digitais que permitam uma mediação pedagógica eficaz.

Nesse sentido, Santos e Andrade (2020) destacam que o uso de tecnologias na educação vai além da simples instrumentalização, ele exige uma ressignificação das práticas pedagógicas, promovendo uma aprendizagem mais significativa, interativa e conectada às novas realidades digitais dos estudantes. Assim, a formação continuada dos professores, voltada para a integração crítica e criativa dessas ferramentas tecnológicas, é essencial para responder aos desafios de uma sociedade cada vez mais mediada pela tecnologia.

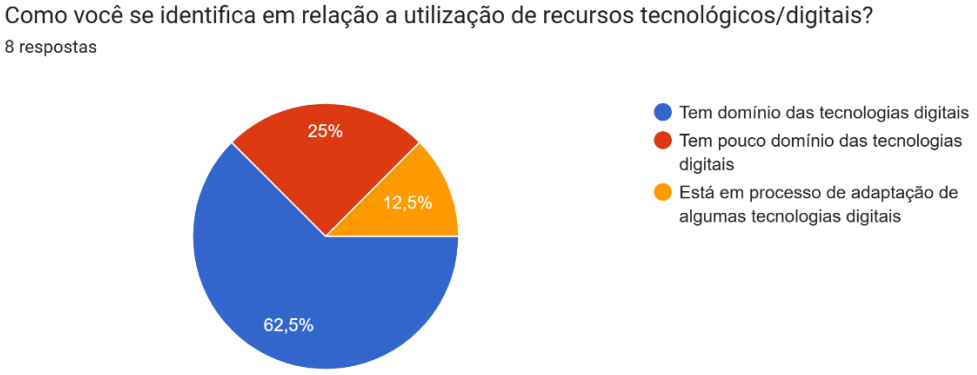
Os professores foram questionados quanto ao uso das Tecnologias digitais na aula e foram verificadas variações no uso de tecnologias digitais, desde recursos básicos até o emprego de simuladores e aplicativos avançados, o que reflete tanto o grau de familiaridade com as TDCIs quanto as barreiras e oportunidades para sua integração no ambiente escolar.

A partir das respostas analisadas, os professores foram classificados em três categorias com base no nível de domínio das TDCIs. Sendo que domínio é entendido como a capacidade dos professores em utilizar as tecnologias de maneira eficaz e autônoma no contexto educacional, compreendendo suas funcionalidades e aplicando-as no processo de ensino.

Os professores foram classificados de acordo com seu nível de domínio das TDCIs em

três categorias distintas: “domínio pleno”, para aqueles que utilizam as ferramentas de forma segura e eficiente, sem dificuldades (P1, P4, P5 e P7); “domínio parcial”, para os professores que demonstram algum grau de familiaridade, mas enfrentam dúvidas ou limitações pontuais na utilização dessas tecnologias (P8); e “baixo domínio”, para aqueles que apresentam dificuldades recorrentes no uso das TDCIs, o que compromete a fluidez e a integração dessas ferramentas em suas práticas pedagógicas (P2, P3 e P6). Essa variação no grau de domínio das TDCIs exerce uma influência direta na forma como os professores incorporam essas tecnologias em suas abordagens pedagógicas, afetando, consequentemente, a qualidade e a inovação do ensino em sala de aula.

Figura 14: Gráfico retirado do questionário Forms respondido pelos professores



Fonte: Forms respondido em julho de 2024.

A falta de domínio das TDCIs por parte dos professores, pode exercer uma influência significativa e negativa no processo de ensino e aprendizagem, limitando o potencial pedagógico e a eficácia das práticas educativas em um cenário cada vez mais tecnológico.

Costa e Lopes (2021) apontam que professores com pouca familiaridade com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) encontram maior dificuldade em adaptar metodologias tradicionais ao novo contexto educacional, o que pode resultar em uma aprendizagem descontextualizada e menos envolvente para os estudantes, cada vez mais imersos no ambiente digital. Esse desafio é mais evidente entre professores formados há mais tempo, que, em geral, não receberam formação inicial voltada para o uso dessas tecnologias em sala de aula. Nesse sentido, Santos e Andrade (2020) destacam que a falta de competências

digitais entre os professores pode comprometer a criação de ambientes de aprendizagem interativos e colaborativos, cada vez mais necessários nas práticas pedagógicas. Professores com formação mais antiga, muitas vezes, apresentam resistência ou insegurança no uso dessas ferramentas de forma eficaz, o que leva à manutenção de métodos tradicionais que não atendem às demandas atuais da educação. Isso limita a capacidade de promover uma aprendizagem ativa e participativa, essencial no contexto educacional.

A resistência ao uso de tecnologias entre professores mais experientes, também pode estar ligada a uma percepção de ameaça à autonomia docente ou à complexidade dessas ferramentas (Oliveira e Martins, 2022). Assim, o desafio não se limita à formação técnica dos professores, mas também à promoção de um ambiente que valorize a tecnologia como um recurso que potencializa o processo pedagógico, em vez de substituí-lo. A superação dessas barreiras exige, portanto, uma abordagem formativa que vá além do uso instrumental das TICs, promovendo uma ressignificação do papel das tecnologias no ensino (Almeida e Valente, 2020).

Nessa vertente, Freire e Silva (2021) reforçam que a verdadeira transformação pedagógica não se dá apenas pela presença de tecnologias em sala de aula, mas pela forma como elas são integradas criticamente ao planejamento pedagógico.

Quando foram questionados sobre uso de alguma ferramenta tecnologica, além dos crhomebooks, sete citaram Smart Tv, Notebook e celular. Porém, é interessante destacar que alguns professores também incluiram “Jogos educacionais, plataformas de educação, sites de simulações, Plurall, Google sala de aula” (P4) e “[...] pacote office, ambiente virtual de aprendizagem (Google sala de aula) l, forms, chatgpt, kahoot” (P7).

Embora muitos professores afirmem ter domínio no uso de recursos tecnológicos, este frequentemente se limita ao aspecto técnico-operacional, sem envolver uma ressignificação pedagógica e o aproveitamento das potencialidades dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem.O uso eficaz das TDICs na educação exige que os professores ultrapassem o simples manejo técnico, integrando as tecnologias de forma crítica e reflexiva para promover inovações nas práticas educativas (Valente, 2021).

Ao serem questionados se utilizam simuladores ou aplicativos para deixar as aulas mais atrativas e dinâmicas, os professores que afirmaram terem pouco dominio disseram não usar (P2 e P6), incluindo um professor que afirmou ter dominio (P1), que de forma contraditória, tem dominio mas opta por não utilizar a tecnologia como uma ferramenta de ensino. Os demais

professores, citaram diversas ferramentas que utilizam.

> Uso o Slide com bastante ilustrações e uso o site phet.colorado, além do Kahoot. Jogos educacionais, plataformas de educação, sites de simulações, Plataforma Plurall, Google sala de aula (P4, entrevista realizada em 2024).
>
> Em sala de aula, utilizo diversos simuladores disponibilizados pelo site PhET Colorado e aplicativos de celular como Beaker e Virtual Orbitals - 3D. Esses simuladores e aplicativos auxiliam no aprendizado de conceitos importantes, como densidade, estrutura atômica, orbitais atômicos, reações químicas, entre outros conceitos (P5, entrevista realizada em 2024).
>
> Busco apps conforme os temas estudados em sala. Normalmente jogos e laboratórios virtuais (P7, entrevista realizada em 2024).
>
> Coloco na plataforma links variados de simuladores, conforme o tema da aula (P8, entrevista realizada em 2024).

Os professores com pleno domínio (P1, P4, P5 e P7) demonstram maior familiaridade com o uso de tecnologias digitais, utilizando uma variedade de ferramentas que vão além do básico. Esses professores fazem uso de plataformas educacionais, simuladores e aplicativos interativos para diversificar as metodologias de ensino. O professor P4, por exemplo, utiliza Google Sala de Aula, PhET Colorado e Kahoot, destacando a combinação de plataformas de aprendizagem e jogos interativos. O professor P5 complementa sua prática com o uso de aplicativos específicos, como Beaker e Virtual Orbitals, que auxiliam na visualização de conceitos complexos, como estrutura atômica e reações químicas. Esses professores mostram uma predisposição para integrar tecnologias que tornam as aulas mais interativas e alinhadas com os desafios tecnológicos atuais.

Os professores com pouco domínio (P2, P3 e P6) limitam-se ao uso básico dos Chromebooks e de plataformas simples, como o Canva (P3). Essa limitação se reflete na ausência de conhecimento sobre o uso de recursos mais sofisticados, como simuladores e aplicativos interativos, diminuindo as oportunidades de uma abordagem mais envolvente no ensino de Ciências. A falta de exploração de ferramentas digitais por esses professores aponta para a necessidade de capacitação e apoio técnico, de modo que possam aprimorar suas práticas pedagógicas com o uso adequado das tecnologias.

Quando questionados em relação a disponibilidade do Chromebook para utilização nas aulas, como a consideram, obtivemos as seguintes respostas:

> É um recurso válido, porém não é essencial para o aprendizado dos alunos (P1).

> É uma ferramenta que ainda estamos nos adaptando a usar, mas facilita bastante o trabalho em sala (P2).
>
> Uso basicamente para o kahoot! (P4).
>
> Considero a utilização desta tecnologia em algumas aulas de Química devido à possibilidade de realizar e corrigir atividades com maior agilidade. Isso resulta em um ganho de tempo extremamente importante, especialmente considerando a redução na carga horária de Química no ensino médio (P5).
>
> Realizada (P6).
>
> Prefiro utilizar o aparelho celular dos próprios alunos, pela facilidade e agilidade. O processo de distribuir logar e depois guardar os aparelhos me desestimula a usar (P7).
>
> Uma ferramenta que veio pra contribuir com as nossas práticas, proporcionando um maior entendimento dos alunos em determinados conceitos (P8).

A integração de tecnologias digitais no ensino tem o potencial de tornar o processo educacional mais dinâmico e atrativo, favorecendo o engajamento dos estudantes e a diversificação das metodologias pedagógicas. O uso de TDICs pode contribuir significativamente para a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos, estimulando o interesse e a participação ativa dos estudantes (Belluzzo e Carvalho, 2021). A utilização adequada das tecnologias pode facilitar a personalização do ensino, permitindo que os conteúdos sejam apresentados de maneira mais adaptada aos diferentes ritmos e estilos de aprendizagem (Valente, 2021).

O Professor P8 expressa um domínio intermediário das TDCIs, sendo essa definição quando possuem familiaridade com as ferramentas e são capazes de utilizá-las de forma funcional, mas podem ainda encontrar desafios em explorar seu potencial completo ou em integrá-las de maneira mais complexa no contexto educacional (esse nível de domínio implica em uma capacidade de usar as TDCIs para realizar tarefas básicas e intermediárias, mas com certa necessidade de aperfeiçoamento ou apoio em questões mais avançadas ou inovadoras). relatando que, embora utilize regularmente recursos tecnológicos como Smart TVs e celulares, ainda enfrenta dúvidas ocasionais. Mesmo com essas incertezas, o professor utiliza links para simuladores em suas aulas, o que demonstra uma busca constante por enriquecer o processo de

ensino, mas também sugere a importância de uma formação continuada que aumente sua confiança no uso das tecnologias.

Além do uso dos Chromebooks, foi revelado uma diversidade de ferramentas tecnológicas empregadas pelos professores para dinamizar suas aulas. Vários professores, como P1, P5, P7 e P8, mencionam o uso de Smart TVs em sala de aula. Esse recurso é amplamente utilizado para exibir conteúdos multimídia e apoiar a apresentação de materiais interativos, o que favorece a compreensão de conceitos científicos abstratos por meio de recursos visuais.

Além disso, o uso de notebooks e plataformas virtuais aumenta a interatividade e a colaboração, proporcionando o acesso a uma variedade de materiais didáticos digitais, que podem ser compartilhados facilmente entre professores e estudantes. A utilização de ambientes digitais de aprendizagem possibilita o desenvolvimento de atividades que vão além do espaço físico da sala de aula, promovendo um ensino mais flexível e personalizado (Valente, 2021).

Essas tecnologias também oferecem a oportunidade de incorporar metodologias ativas de ensino, como a aprendizagem baseada em projetos e a sala de aula invertida, que tornam o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e envolvente, com maior participação dos estudantes (Monteiro e Leite, 2020).

Podemos perceber através das falas de P3 e P4, quanto o conhecimento do professor em tecnologias pode facilitar ou limitar o seu trabalho:

> Não havia criado muitas expectativas boas, devido as grandes chances dos estudantes não terem maturidade para uma aula usando os Chromebooks. Na verdade, tem sala que até evito de levar. Então não me lembro de expectativas boas de quando os dispositivos estavam chegando (P3).

> Minhas expectativas em relação ao uso do Chromebook e à plataforma disponibilizada foram amplamente atendidas no que diz respeito à facilidade de acesso às atividades e à agilidade na execução e correção das mesmas. O Chromebook se mostrou uma ferramenta eficiente para acessar a plataforma Plurall e realizar atividades educacionais (P4).

Professores como P4, P5 e P7 destacam o uso de plataformas educacionais e simuladores como parte integrante de suas práticas pedagógicas. O site PhET Colorado, mencionado por P4 e P5, é uma ferramenta amplamente reconhecida no ensino de ciências, oferecendo simulações interativas em áreas como Física e Química. Esses simuladores proporcionam uma experiência prática aos estudantes, facilitando a compreensão de conceitos teóricos por meio de experimentação virtual. Além disso, P7 relata o uso de jogos educativos e

laboratórios virtuais, adaptando suas ferramentas conforme o conteúdo a ser ensinado, o que mostra uma abordagem flexível e orientada às necessidades dos estudantes.

O uso de jogos educativos e laboratórios virtuais tem se mostrado uma estratégia pedagógica cada vez mais eficaz para adaptar o ensino de forma flexível e atender às necessidades individuais dos estudantes. Essas ferramentas permitem uma abordagem diferenciada, facilitando a personalização do aprendizado e proporcionando maior engajamento dos estudantes e não apenas tornam o aprendizado mais interativo e dinâmico, mas também possibilitam que os estudantes desenvolvam suas habilidades de maneira prática, ao resolverem problemas e interagirem com conteúdos de forma lúdica e envolvente (Valente, 2021).

Os laboratórios virtuais, em particular, são essenciais para a realização de experimentos de maneira segura e sem as limitações de recursos físicos presentes nos laboratórios tradicionais. Esses ambientes simulam fenômenos científicos de forma controlada, permitindo que os estudantes testem hipóteses e observem resultados em tempo real, o que fortalece o aprendizado de conceitos abstratos e complexos, especialmente nas áreas de ciências e exatas (Silva e Gomes, 2020).

Os jogos educativos, ao incorporarem elementos de gamificação, promovem a motivação e o engajamento contínuo dos estudantes. Essas ferramentas podem ser ajustadas de acordo com o nível de dificuldade e as habilidades dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução de problemas. Esse uso adaptativo das tecnologias contribui para criar um ambiente de ensino mais inclusivo e ajustado às necessidades individuais dos estudantes, promovendo um processo de ensino-aprendizagem mais ativo, desafiador e personalizado (Almeida e Valente, 2020).

Os professores como P4, P5 e P7 utilizam aplicativos interativos para tornar suas aulas mais dinâmicas. O uso de ferramentas como Kahoot, mencionado por P4 e P7, mostra a adoção de gamificação no processo de ensino, promovendo maior engajamento e participação dos estudantes. Esses aplicativos permitem que o conteúdo seja trabalhado de forma lúdica e competitiva, aumentando o interesse dos estudantes por meio de quizzes e desafios interativos (Fiorini e Rios, 2019).

O uso dos aplicativos como Beaker, como mencionado por P5, tem se mostrado uma estratégia eficaz para complementar as práticas tradicionais de ensino de química, proporcionando simulações interativas que facilitam a compreensão de conceitos abstratos e

complexos. Essas ferramentas tecnológicas oferecem uma oportunidade valiosa para que os estudantes visualizem reações químicas e modelagens de orbitais moleculares em tempo real, tornando o aprendizado mais acessível e dinâmico. Ao permitir que os estudantes realizem experimentos simulados em um ambiente virtual, o aplicativo Beaker se destaca como uma alternativa que proporciona uma experiência prática segura e controlada, ideal para o ensino de ciências (Valente, 2021).

O Virtual Orbitals, por exemplo, oferece representações tridimensionais das estruturas atômicas, possibilitando que os estudantes compreendam melhor as configurações eletrônicas e a geometria molecular, aspectos que muitas vezes são abordados de forma abstrata em livros didáticos (Silva e Gomes, 2020).

A integração dessas tecnologias complementa o ensino tradicional, promovendo uma abordagem mais prática e interativa, uma vez que os estudantes não apenas assimilam teoricamente os conceitos, mas também têm a oportunidade de observar como esses conceitos se aplicam na prática. O uso de recursos digitais como esses não apenas fortalece o aprendizado, mas também o torna mais significativo e relevante, ao conectar teoria e prática de maneira inovadora e eficaz (Almeida e Valente , 2020).

Essa combinação de métodos pedagógicos tradicionais com tecnologias interativas, portanto, não apenas enriquece o processo de ensino e aprendizagem, mas também contribui para a formação de estudantes mais engajados e preparados para enfrentar os desafios do conhecimento científico contemporâneo.

O uso de simuladores e aplicativos para tornar as aulas mais dinâmicas também varia significativamente entre os professores. Os participantes P4, P5 e P7 são exemplos de professores que integram o uso de simuladores e aplicativos de forma regular em suas práticas pedagógicas, embora não necessariamente de maneira diária. P5, por exemplo, utiliza o site PhET Colorado e aplicativos específicos como Beaker para demonstrar reações químicas e conceitos de estrutura atômica. O professor P7 também faz uso de jogos e laboratórios virtuais conforme o conteúdo abordado, adaptando suas práticas ao tema da aula. Esse uso contínuo de simuladores e aplicativos interativos enriquece o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os estudantes explorem conceitos abstratos de maneira prática e visual.

O uso contínuo de simuladores e aplicativos interativos enriquece significativamente o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os estudantes explorem conceitos

abstratos de maneira prática e visual. A integração dessas ferramentas tecnológicas no ambiente escolar é fundamental para facilitar a compreensão de teorias complexas, estimulando a curiosidade e o engajamento dos estudantes. O uso de simuladores não apenas torna o aprendizado mais dinâmico, mas também promove um ambiente interativo que incentiva a participação ativa dos estudantes (Maldonado e Almeida, 2022).

Os simuladores e aplicativos interativos oferecem oportunidades valiosas para que os estudantes apliquem seus conhecimentos em contextos virtuais, permitindo a experimentação e a manipulação de variáveis que seriam difíceis de acessar em um laboratório físico. Essa capacidade de visualização e interação é crucial, especialmente em disciplinas científicas, pois muitos fenômenos são abstratos e desafiadores de representar de forma convencional (Fernandes e Lima, 2023). Além de também enfatizam a importância da utilização de simuladores, que possibilitam a realização de experimentos em um ambiente seguro e controlado. Essa abordagem é especialmente valiosa no ensino de ciências, como química e física, pois permite que os estudantes simulem reações e observem resultados em tempo real, concretizando o aprendizado e fortalecendo a retenção do conhecimento (Silva e Santos, 2022).

Essas tecnologias não apenas aprimoram a experiência educativa, mas também promovem um aprendizado ativo, incentivando os estudantes a investigar, questionar e explorar de maneira independente. Assim, a utilização contínua de simuladores e aplicativos interativos tende a resultar em uma formação mais abrangente e alinhada com os desafios do conhecimento científico contemporâneo, preparando os estudantes para um futuro em que a capacidade de adaptação e a fluência tecnológica são essenciais.

Os professores P1, P2, P3 e P6 não utilizam simuladores ou aplicativos para dinamizar suas aulas, limitando-se ao uso de recursos mais tradicionais. A ausência de simuladores e aplicativos interativos em suas práticas pedagógicas pode ser um reflexo do baixo domínio tecnológico relatado por alguns desses professores, como P2 e P3, ou uma possível falta de familiaridade com as ferramentas disponíveis. Isso sugere que esses professores ainda não exploram o potencial das TDCIs para enriquecer suas aulas e oferecer aos estudantes experiências de aprendizagem mais envolventes.

Por outro lado, aqueles com pouco domínio ou limitações tecnológicas restringem suas práticas ao uso de ferramentas básicas, o que pode comprometer o potencial de inovação nas suas aulas. A limitação no domínio tecnológico entre os professores frequentemente resulta em

práticas pedagógicas restritas ao uso de ferramentas básicas, o que compromete o potencial de inovação e criatividade nas aulas. Essa falta de habilidade pode levar à manutenção de metodologias tradicionais que não atendem às necessidades e expectativas dos estudantes contemporâneos, especialmente em um mundo cada vez mais digital e dinâmico. Portanto, a capacitação contínua se torna um fator essencial para que os educadores possam integrar tecnologias digitais de maneira eficaz em suas práticas (Cunha e Oliveira, 2021).

O suporte institucional é crucial para assegurar que todos os professores tenham acesso a formações adequadas e a recursos tecnológicos. Essa infraestrutura de apoio permite a exploração plena das ferramentas digitais, evitando que a resistência à adoção de novas tecnologias limite a inovação no ambiente escolar. Sem esse suporte, muitos educadores podem se sentir desmotivados ou incapazes de mudar suas práticas pedagógicas (Moraes e Ferreira, 2020).

A formação contínua em tecnologia educacional não apenas capacita os professores a utilizar ferramentas digitais, mas também promove uma mudança na abordagem pedagógica. Isso permite que eles se sintam mais confiantes e preparados para implementar metodologias ativas de ensino. é fundamental que as instituições de ensino ofereçam programas de desenvolvimento profissional que integrem o uso de tecnologias digitais com estratégias pedagógicas inovadoras. Essa abordagem é vital para preparar os professores para os desafios atuais, garantindo um aprendizado mais significativo e alinhado às demandas do mercado de trabalho (Pereira e Souza, 2022)

Em suma, é imprescindível que as escolas e instituições de ensino invistam em capacitação e suporte tecnológico, não apenas para garantir que todos os educadores tenham as habilidades necessárias, mas também para fomentar um ambiente de inovação e criatividade no ensino. Ao fazê-lo, estarão contribuindo para uma educação mais eficaz, que prepara os estudantes para os desafios do futuro.

Apesar do conhecimento teórico que os professores demonstram sobre tecnologias educacionais, é preocupante que, até o momento das entrevistas, com cerca de dois anos de utilização, nenhum deles havia baixado aplicativos para utilizar nos Chromebooks disponíveis. Essa situação revela uma desconexão entre o potencial das ferramentas tecnológicas e sua aplicação prática no ambiente escolar. Os Chromebooks, com sua interface intuitiva e integração com o Google Workspace, oferecem uma variedade de recursos que podem

enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem. O uso de Chromebooks em sala de aula facilita a colaboração entre estudantes e professores, promovendo um aprendizado mais dinâmico e interativo (Martins e Almeida, 2022).

Embora haja limitações em termos de aplicativos disponíveis, os Chromebooks podem ser utilizados de forma eficaz com uma gama de ferramentas online e plataformas baseadas na nuvem. A utilização de aplicações web, como Google Classroom, Google Docs e outras ferramentas colaborativas, pode maximizar a experiência educativa, mesmo na ausência de aplicativos nativos (Gonzalez e Silva, 2023). Esses recursos permitem a criação de atividades interativas, facilitam a comunicação entre estudantes e professores e incentivam o trabalho em grupo, aspectos fundamentais para o desenvolvimento de habilidades essenciais no século XXI (Gonzalez e Silva, 2023).

Além disso, o uso de Chromebooks pode proporcionar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, uma vez que a maioria das aplicações baseadas na nuvem é acessível de diferentes dispositivos, permitindo que estudantes que não possuem tecnologia própria participem ativamente das atividades. Essa flexibilidade pode contribuir para a redução da desigualdade digital nas escolas, proporcionando a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades tecnológicas relevantes (Oliveira e Costa, 2022).

Entretanto, o não uso de aplicativos e recursos digitais por parte dos professores pode ser atribuída a uma resistência à mudança ou à ausência de formação específica sobre como integrar essas tecnologias nas práticas pedagógicas. É crucial que as instituições de ensino ofereçam capacitação e suporte contínuo, permitindo que os educadores se sintam mais confortáveis e confiantes ao utilizar os Chromebooks e outras tecnologias em suas aulas (Pereira e Souza, 2022).

Embora os professores já demonstrem familiaridade com as tecnologias disponíveis, é importante que sejam incentivados a explorar, de forma mais ativa, os recursos oferecidos pelos Chromebooks e pelas plataformas digitais. Essa exploração pode favorecer a renovação das práticas pedagógicas, contribuindo para um ensino mais envolvente e adequado às exigências educacionais. O investimento em capacitação e suporte institucional é, portanto, fundamental para maximizar os benefícios das tecnologias digitais no ensino (Pereira e Souza, 2022).

Essa diversidade reflete diretamente nas práticas pedagógicas adotadas e na forma como as tecnologias educacionais, como os Chromebooks, são utilizadas no ensino de Ciências

da Natureza. Embora a maioria dos professores esteja familiarizada com o uso básico da tecnologia, a integração de ferramentas mais avançadas, como aplicativos educacionais interativos, ainda é limitada. Para que os Chromebooks sejam plenamente utilizados em seu potencial pedagógico, é essencial promover uma formação continuada que aborde as necessidades específicas de cada grupo de professores, incentivando a inovação e a experimentação de novas abordagens tecnológicas em sala de aula.

2.2.3. Compreensão e uso dos Chromebooks pelos professores entrevistados

A investigação com os professores buscou compreender aspectos relacionados à trajetória profissional, ao nível de familiaridade e à frequência de uso dos Chromebooks, bem como identificar as formas pelas quais esses dispositivos são incorporados às práticas pedagógicas. Esta análise detalha como a formação inicial, o conhecimento das funcionalidades e a frequência de uso influenciam a integração dos Chromebooks no processo educativo, identificando tanto as práticas eficazes quanto as áreas que necessitam de melhorias.

A capacitação dos professores para o uso dos Chromebooks — por meio de cursos, oficinas pedagógicas ou formações promovidas pelas redes de ensino — é um fator essencial para a integração efetiva desses dispositivos no contexto escolar. Verificou-se que, embora a maioria dos professores tenha participado de algum tipo de capacitação, há variações significativas quanto à qualidade, profundidade e aplicabilidade prática dessas formações, o que influencia diretamente na forma como os Chromebooks são utilizados em sala de aula.

A falta de domínio total das funcionalidades dos dispositivos tecnológicos pode limitar a eficácia de seu uso em contextos pedagógicos mais complexos. Essa limitação surge de diversos fatores, incluindo a resistência à mudança, a carência de capacitação adequada e a ausência de suporte técnico nas instituições de ensino. A efetividade da integração de tecnologias no ensino não se baseia apenas na disponibilidade dos dispositivos, mas também no nível de competência dos professores em utilizá-los de maneira adequada (Lima e Rocha, 2023).

Os professores P1, P2, P3, P6 e P7 informaram ter participado de formações promovidas pela Coordenadoria de Formação (COFOR) da Diretoria Metropolitana de Educação (DME), com foco na utilização dos Chromebooks e em suas possíveis aplicações pedagógicas. Essas formações são realizadas de forma presencial, mas também permanecem disponíveis para acesso em ambiente virtual, o que possibilita maior flexibilidade de

participação. Contudo, mesmo entre esses professores, observa-se uma limitação no conhecimento aprofundado das funcionalidades do equipamento, o que acaba restringindo o uso dos Chromebooks a estratégias pedagógicas mais básicas, em detrimento de práticas mais inovadoras e potencialmente transformadoras para o processo de ensino-aprendizagem.

Essa situação pode estar relacionada à superficialidade da formação, à ênfase excessiva em aspectos técnicos ou à falta de aprofundamento prático. Também é possível que parte dos professores não tenha se envolvido ativamente nas atividades propostas, o que comprometeu a apropriação efetiva dos recursos apresentados, limitando, assim, o uso pedagógico mais amplo dos Chromebooks.

Para que as tecnologias digitais sejam incorporadas nas práticas pedagógicas, é fundamental que os educadores possuam um domínio abrangente das funcionalidades desses dispositivos. Sem esse conhecimento, o potencial das tecnologias para facilitar o aprendizado e engajar os estudantes pode não ser plenamente aproveitado (Pereira e Oliveira, 2021).

Além disso, a complexidade de alguns contextos pedagógicos exige que os professores sejam capazes de utilizar as tecnologias de forma criativa e inovadora. Quando os educadores não têm um entendimento profundo das ferramentas disponíveis, tendem a utilizá-las de forma superficial, restringindo o aprendizado a atividades básicas que não exploram todo o potencial dos recursos tecnológicos. Essa abordagem pode comprometer a construção de habilidades críticas nos estudantes, como a resolução de problemas, o pensamento crítico e a colaboração (Silva e Gomes, 2022).

É evidente que a falta de domínio das funcionalidades dos dispositivos tecnológicos compromete a eficácia do ensino em contextos pedagógicos mais complexos. Para garantir que os professores possam utilizar plenamente as tecnologias disponíveis, é imprescindível que as instituições de ensino invistam em formação contínua e suporte técnico, promovendo um ambiente de aprendizado que favoreça a inovação e a criatividade (Lima e Rocha, 2023).

Os professores P4 e P5 relataram não ter recebido treinamento formal devido ao fato de serem novos na rede estadual de ensino. No entanto, ambos demonstraram interesse pelas tecnologias educacionais e já utilizavam outros recursos, como retroprojetores e dispositivos móveis, em suas aulas. Por meio da exploração prática, os professores se familiarizaram com os Chromebooks e passaram a utilizá-los de forma regular em suas atividades. A experiência adquirida parece ter compensado a falta de um treinamento estruturado, como exemplificado

pelo professor P5, que possui bom conhecimento das funcionalidades do dispositivo. Contudo, a ausência de capacitação formal pode limitar o aproveitamento completo dos Chromebooks por outros professores, especialmente aqueles com menos experiência tecnológica.

O nível de compreensão das funcionalidades dos Chromebooks entre os professores varia, refletindo a eficácia com que esses dispositivos são integrados nas atividades de ensino. Apenas P5 e P6 afirmam ter pleno domínio das funcionalidades dos Chromebooks. Esse nível de conhecimento permite a utilização mais eficiente dos dispositivos, aproveitando ao máximo suas capacidades para apoiar práticas pedagógicas diversificadas. A familiaridade com todas as funcionalidades facilita a integração dos Chromebooks em uma gama mais ampla de atividades educacionais, promovendo um ambiente de aprendizagem mais enriquecido.

Os Chromebooks são dispositivos versáteis, capazes de oferecer uma variedade de funcionalidades, mas seu uso efetivo demonstra estar relacionado ao nível de conhecimento que os professores possuem sobre esses recursos. A falta de familiaridade com as funcionalidades dos Chromebooks pode resultar em uma subutilização desses dispositivos, comprometendo seu potencial para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Uma formação adequada é crucial para que os educadores consigam utilizar plenamente os recursos disponíveis e integrar tecnologias de maneira eficaz em suas aulas (Figueiredo e Costa, 2022).

O conhecimento técnico não deve se restringir ao uso básico; é fundamental que os professores compreendam as ferramentas disponíveis em profundidade para desenvolver estratégias pedagógicas inovadoras. Essa compreensão é essencial para que possam integrar atividades interativas, colaborar com os estudantes em projetos e utilizar recursos digitais que tornem o aprendizado mais dinâmico e envolvente (Souza e Lima, 2023).

A necessidade de treinamentos especializados é corroborada por Almeida e Santos (2022), que afirmam que muitos educadores se sentem inseguros ao usar tecnologias em sala de aula, o que pode levar a uma resistência ao seu uso. Assim, a formação contínua e o suporte técnico tornam-se imprescindíveis para superar essa insegurança, proporcionando aos educadores a confiança necessária para explorar as potencialidades dos Chromebooks e implementar práticas pedagógicas mais eficazes.

A identificação da falta de conhecimento dos professores sobre as funcionalidades dos Chromebooks evidencia a necessidade urgente de treinamentos mais aprofundados. Essa formação deve focar não apenas no uso básico, mas também nas funções avançadas dos

dispositivos, permitindo que os educadores aproveitem ao máximo os recursos disponíveis e, assim, proporcionem uma experiência de aprendizado mais rica e interativa.

A frequência com que os Chromebooks são utilizados pelos professores reflete a integração desses dispositivos no cotidiano das aulas e as condições específicas de cada disciplina. 75% dos professores entrevistados (P1, P3, P4, P5, P6 e P7) utiliza os Chromebooks regularmente, incorporando-os em diversas atividades pedagógicas. Esses usos incluem a visualização de vídeos educativos, a realização de atividades em plataformas digitais e a aplicação de quizes interativos.

> Para visualizar vídeos explicativos sobre o conteúdo que estamos estudando. (P1, entrevista realizada em 2024).
> Atividades na plataforma Plurall disponibilizada pela SEDUC MT. (P2, entrevista realizada em 2024).
> Pesquisas, jogos, Quiz (P3, entrevista realizada em 2024).
> Uso muito para que os estudantes possam jogar um Quiz pelo kahoot!. (P4, entrevista realizada em 2024).
> Nas aulas, utilizo os Chromebooks para acessar atividades encaminhadas na plataforma Plurall e para realizar atividades de jogos na plataforma Kahoot. (P5, entrevista realizada em 2024).
> Postagem das atividades na Plataforma Plurall. (P6, entrevista realizada em 2024).
> Forma, pesquisa, kahoot, algum jogo relacionado a disciplina. (P7, entrevista realizada em 2024).

As formas como os Chromebooks são utilizados pelos professores revelam uma diversidade de práticas pedagógicas, desde o suporte a atividades básicas até a implementação de metodologias mais avançadas. Os professores como P1, P5 e P6 utilizam os Chromebooks para acessar plataformas educacionais, como a Plurall, e para realizar atividades online. P1 destaca o uso dos Chromebooks para exibir vídeos explicativos, enquanto P5 e P6 utilizam os dispositivos para gestão de atividades e comunicação na plataforma Plurall. Essas práticas demonstram o papel dos Chromebooks como ferramentas de suporte na organização e execução das atividades curriculares.

Os participantes P3, P4, P5 e P7 empregam os Chromebooks para atividades de gamificação, como quizzes e jogos educativos. O uso do Kahoot, por exemplo, facilita a interação dos estudantes e torna as aulas mais envolventes e dinâmicas. Essa abordagem lúdica não só promove maior engajamento, mas também permite uma aplicação prática dos conceitos

estudados, ajudando os estudantes a internalizar o conteúdo de maneira mais eficaz.

Os professores P3 e P7 utilizam os Chromebooks para realizar pesquisas e atividades relacionadas à disciplina. P7 também menciona o uso dos dispositivos para treinamentos e formações, indicando a versatilidade dos Chromebooks como ferramentas tanto para o desenvolvimento profissional dos professores quanto para o aprendizado dos estudantes.

A frequência de uso sugere uma integração significativa dos Chromebooks no ensino, indicando que esses professores reconhecem e aproveitam o valor desses dispositivos para dinamizar o processo educativo.

O professor P2 relata utilizar o Chromebook de forma esporádica, por considerar "a carga horária reduzida da disciplina de Química", o que limita a aplicação constante dos dispositivos. Essa visão limita esse uso da tecnologia à um complemento e não um recurso pedagógico.

Observamos que a carga horária reduzida, combinada à utilização intermitente das tecnologias, pode impactar negativamente o desenvolvimento das competências dos estudantes, pois a escassez de tempo disponível para o ensino de disciplinas como Química restringe as oportunidades para os educadores integrarem eficazmente as tecnologias em suas práticas. Essa subutilização dos dispositivos não só compromete o potencial inovador das abordagens pedagógicas, mas também resulta em prejuízos significativos no aprendizado dos estudantes. A falta de experiências regulares com as tecnologias pode impedir que os estudantes desenvolvam habilidades essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração (Cunha e Almeida, 2021).

Ademais, a frequência irregular no uso das tecnologias digitais pode levar a uma aprendizagem fragmentada e desconectada. A prática contínua e integrada de tecnologias em sala de aula é fundamental para a construção de um ambiente de aprendizagem que estimule a curiosidade e o engajamento dos estudantes (Moura e Silva, 2022). Quando os dispositivos são utilizados de forma esporádica, os estudantes podem se sentir desmotivados e desconectados do conteúdo, o que resulta em lacunas no aprendizado que podem comprometer seu desempenho acadêmico e sua disposição para o aprendizado.

Os prejuízos ao ensino se intensificam quando consideramos a resistência à mudança e a insegurança dos professores em relação à implementação de novas tecnologias, especialmente em contextos onde o tempo para preparação e execução de atividades é escasso.

Essa insegurança pode ser acentuada pela pressão para cumprir o currículo, levando os educadores a optarem por métodos tradicionais que não exigem o uso de tecnologias. Tal escolha perpetua um ciclo de resistência à inovação, onde as tecnologias permanecem subutilizadas e os estudantes não conseguem se beneficiar de práticas pedagógicas que poderiam enriquecer sua experiência de aprendizado (Ferreira e Costa, 2023).

A ausência de um planejamento estratégico por parte das instituições de ensino em relação ao uso de tecnologias também contribui para essa situação. A implementação bem-sucedida de dispositivos como os Chromebooks requer não apenas uma infraestrutura tecnológica adequada, mas também um planejamento pedagógico que favoreça a integração contínua da tecnologia no cotidiano escolar. A falta de um planejamento eficaz pode resultar em um ensino menos dinâmico e adaptado às necessidades dos estudantes, traduzindo-se em uma experiência educativa superficial e insatisfatória (Souza e Lima, 2023).

Dessa forma, a limitação da carga horária da disciplina de Química e a consequente utilização esporádica do Chromebook não apenas evidenciam a necessidade urgente de uma reavaliação das estratégias de ensino, mas também ressaltam os potenciais prejuízos ao aprendizado dos estudantes. É imprescindível que as instituições de ensino considerem essas particularidades e implementem abordagens que favoreçam a integração regular da tecnologia nas aulas. Somente assim será possível garantir que os estudantes se beneficiem de um aprendizado mais rico e interativo, preparando-os adequadamente para os desafios do futuro.

A análise dos dados revela uma variação considerável na compreensão e no uso dos Chromebooks pelos professores. Embora muitos os utilizem com regularidade, persistem lacunas quanto ao domínio pleno de suas funcionalidades e à formação recebida. Para que esses dispositivos sejam aproveitados em todo seu potencial, é necessário oferecer capacitações contínuas e mais aprofundadas. Contudo, a efetividade dessas formações também depende do interesse e do engajamento dos professores em buscar aprimoramento e incorporar essas tecnologias às práticas pedagógicas.

Além disso, é crucial adaptar as estratégias de uso dos Chromebooks às necessidades específicas de cada disciplina e às condições logísticas de cada sala de aula. A capacitação adequada e o suporte técnico são fundamentais para garantir que todos os professores possam explorar plenamente o potencial dos Chromebooks, melhorando assim a qualidade do ensino e o engajamento dos estudantes. A integração eficaz dessas ferramentas tecnológicas pode

transformar o ambiente educacional, promovendo um ensino mais dinâmico e alinhado com as demandas atuais .

A literatura educacional evidencia que a formação contínua e especializada dos educadores é vital para maximizar a eficácia do uso de tecnologias educacionais. Treinamentos direcionados aumentam a confiança dos docentes na utilização de recursos tecnológicos, refletindo positivamente no desempenho dos estudantes (Ribeiro e Silva, 2021). Além disso, o investimento em capacitação e suporte técnico é um dos principais fatores para a implementação bem-sucedida de tecnologias nas escolas, destacando que a falta de formação adequada pode levar à frustração e à subutilização das ferramentas disponíveis (Lima e Santos, 2022).

A personalização da formação docente, alinhada às especificidades de cada disciplina, pode gerar um impacto significativo no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os educadores adaptem suas práticas pedagógicas de acordo com as características dos estudantes e os objetivos curriculares. Nesse sentido, a realização de treinamentos direcionados não é apenas benéfica, mas essencial para a transformação do ambiente educacional (Gomes e Almeida, 2023).

De acordo com os professores, as formações das quais participaram concentraram-se, predominantemente, em aspectos introdutórios da plataforma adotada pela rede estadual de ensino, limitando-se a orientações sobre criação de e-mail institucional, procedimentos de login e acesso a funcionalidades básicas. Essa abordagem superficial revela uma lacuna na capacitação pedagógica voltada à utilização efetiva das tecnologias digitais como mediadoras do processo de ensino-aprendizagem.

Não foram apresentadas as funcionalidades mais amplas dos Chromebooks, tampouco exemplos práticos de aplicação em aulas de Química. Essa limitação contribuiu para que as formações fossem percebidas como desinteressantes e pouco eficazes. Ainda assim, é importante destacar que os próprios professores também poderiam ter aproveitado melhor esses momentos formativos, buscando esclarecer dúvidas e explorar, com maior profundidade, as possibilidades pedagógicas oferecidas pelos dispositivos.

Assim, ao garantir que os professores recebam formação adequada, contínua e voltada à prática pedagógica, bem como suporte técnico acessível, as instituições de ensino criam condições para que a integração de tecnologias digitais, como os Chromebooks, ocorra de maneira efetiva. Além disso, é essencial incentivar a participação ativa dos professores nesses

processos formativos, para que se sintam motivados a explorar e aplicar as tecnologias em suas práticas pedagógicas. Essa integração amplia as possibilidades didáticas, contribuindo para a construção de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, interativos e alinhados às necessidades pedagógicas.

2.3. Considerações finais

Os professores demonstraram estar satisfeitos com a disponibilização dos Chromebooks para acesso à internet no que diz respeito ao acesso dos estudantes na plataforma Plurall, utilizada como ferramenta do Sistema estruturado de Ensino (SEE) oferecido pelo governo Estadual.

O estudo revela várias implicações para a prática pedagógica e o desenvolvimento profissional dos professores, apontando que a formação inicial sobre o uso dos Chromebooks, muitas vezes, não explora de maneira abrangente todas as funcionalidades dos dispositivos. Essa limitação compromete o pleno aproveitamento do potencial pedagógico dos Chromebooks, uma vez que os professores não são devidamente preparados para explorar de maneira abrangente e estratégica os recursos oferecidos pelo dispositivo, restringindo seu uso a práticas instrucionais básicas e pouco inovadoras.

Portanto, é essencial investir em programas de formação contínuos e detalhados, que não apenas abordem as funções básicas, mas também permitam o domínio das funcionalidades mais avançadas, possibilitando a integração eficaz das tecnologias digitais nas práticas pedagógicas. Além disso, é fundamental que as ações formativas sejam contextualizadas às especificidades de cada componente curricular, promovendo uma abordagem prática e direcionada, capaz de auxiliar os professores na resposta às demandas educacionais contemporâneas e na elevação da qualidade do ensino ofertado aos estudantes.

Para otimizar a utilização das tecnologias digitais, é fundamental fornecer suporte técnico adequado e recursos educacionais que ajudem os professores a superar desafios na integração das ferramentas tecnológicas. A disponibilização de exemplos de boas práticas e estratégias de uso pode incentivar uma adoção mais ampla e eficaz dos Chromebooks e de outros recursos digitais.

A frequência e a forma de utilização dos Chromebooks devem ser adaptadas às necessidades específicas de cada disciplina e às condições logísticas das salas de aula.

Estratégias personalizadas que considerem essas variáveis podem melhorar a eficácia da integração tecnológica e promover um ensino mais dinâmico e alinhado com as exigências atuais.

A integração bem-sucedida dos Chromebooks e outras tecnologias digitais no ensino exige um equilíbrio cuidadoso entre formação técnica, suporte contínuo e adaptação às necessidades educacionais específicas. O estudo indica que, apesar dos esforços para integrar ferramentas tecnológicas no ambiente educacional, persistem desafios significativos. Tais obstáculos incluem a formação inadequada dos professores, resistência à inovação por parte de alguns educadores e a carência de recursos tecnológicos apropriados em determinadas instituições. Abordar essas questões de forma proativa, por meio de iniciativas focadas em capacitação contínua e suporte técnico adequado, pode ampliar substancialmente o impacto das tecnologias no ensino. Essa estratégia favorecerá práticas pedagógicas mais inovadoras e envolventes, além de promover um aprendizado mais dinâmico, alinhado às demandas contemporâneas. Preparando os estudantes para os desafios da sociedade da informação, as instituições de ensino contribuirão para a formação de cidadãos críticos, criativos e aptos a navegar eficazmente no mundo tecnológico em constante evolução.

3. PRODUÇÃO DA CARTILHA ORIENTATIVA: O APLICATIVO PhET COMO POTENCIALIZADOR DAS AULAS DE QUÍMICA[16]

3.1. Reflexões iniciais

A incorporação de recursos tecnológicos no ensino de Ciências da Natureza tem demonstrado um impacto significativo na qualidade da aprendizagem, uma vez que contribui para o desenvolvimento de um processo educativo mais dinâmico, interativo e alinhado às demandas contemporâneas. As tecnologias não apenas ampliam o alcance do conhecimento, como também facilitam a aproximação entre teoria e prática, oferecendo aos estudantes ferramentas que os preparam para enfrentar os desafios de um mundo cada vez mais complexo e interconectado (Silva e Almeida, 2020).

A utilização de simuladores, softwares de modelagem molecular e recursos audiovisuais interativos possibilita a visualização concreta de conceitos abstratos e complexos, frequentemente abordados nas disciplinas de Ciências da Natureza, facilitando a compreensão dos estudantes. Por exemplo, temas como reações químicas, estrutura do DNA e ciclos biogeoquímicos tornam-se mais acessíveis por meio da representação visual e interativa desses processos. Isso promove uma aprendizagem mais significativa, na qual os estudantes são capazes de relacionar a teoria a fenômenos observáveis, estimulando uma compreensão mais profunda (Oliveira, 2019).

Além de favorecer a compreensão dos conteúdos científicos, o uso de tecnologias em sala de aula fomenta o desenvolvimento de competências essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a literacia digital. Ferramentas como laboratórios virtuais e softwares de análise de dados proporcionam aos estudantes uma experiência prática enriquecedora, que os prepara para o contexto acadêmico e profissional futuro. Essa prática integrada de ciência e tecnologia promove a formação de indivíduos mais aptos a lidar com os desafios tecnológicos e científicos da sociedade contemporânea (Silva e Andrade, 2020).

As tecnologias educacionais permitem a personalização do ensino, adequando-se ao ritmo e às necessidades de cada aluno. Plataformas digitais interativas oferecem uma variedade de recursos que podem ser acessados de diferentes maneiras, como vídeos, simulações, quizzes e atividades práticas, promovendo uma maior flexibilidade no aprendizado.

[16] O artigo será submetido para avaliação da revista Ensino e Tecnologia em Revista com ISSN: 2594-3901 Qualis 2017-2020 A4.

Essas ferramentas desempenham também, um papel crucial na inclusão de estudantes com necessidades educacionais especiais, por meio do uso de recursos de acessibilidade, como leitores de tela e softwares adaptativos, tornando o ensino mais inclusivo e equitativo (Alves, 2021).

A integração de recursos tecnológicos nas aulas de Ciências da Natureza tem um efeito positivo no engajamento e na motivação dos estudantes. Tecnologias como jogos educativos, realidade aumentada e laboratórios virtuais despertam a curiosidade e a participação ativa dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e atrativo. Esse aumento no interesse e na interação é crucial para a construção de um ambiente de aprendizado mais participativo e colaborativo (Santos e Pereira, 2018).

Tecnologias digitais facilitam a implementação de metodologias ativas, como a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em projetos e a gamificação. Essas metodologias colocam o aluno como protagonista do seu processo de aprendizado, promovendo maior autonomia, colaboração e envolvimento. Nesse contexto, as ferramentas tecnológicas atuam como mediadoras do conhecimento, possibilitando o acesso a diferentes fontes de informação e estimulando a investigação científica e a aplicação prática dos conteúdos abordados (Freitas e Costa, 2022).

O uso de materiais de apoio, como cartilhas, revela-se particularmente benéfico para professores que enfrentam desafios no manuseio de tecnologias. Ao oferecer um guia passo a passo detalhado e de fácil compreensão, a cartilha atua como um recurso essencial, proporcionando suporte prático que diminui a ansiedade e as inseguranças relacionadas ao uso de ferramentas digitais. Além disso, ela facilita a integração dessas tecnologias ao ambiente pedagógico, oferecendo uma orientação clara e acessível para sua aplicação efetiva em sala de aula, contribuindo para a confiança e o engajamento dos professores no processo de ensino.

Dessa forma, a cartilha não só facilita o uso das tecnologias, como também promove uma maior confiança entre os docentes, permitindo que integrem os recursos digitais ao seu ensino de maneira mais eficiente (Lima e Santos, 2020).

Para apoiar os professores de Química na superação de desafios comuns em sala de aula, desenvolvemos uma cartilha prática sobre o uso das simulações PhET. Essa cartilha oferece instruções detalhadas sobre como acessar e utilizar essas ferramentas, além de sugestões

de perguntas para estimular discussões significativas.

As simulações PhET são recursos interativos desenvolvidos pela Universidade do Colorado, projetados para tornar conceitos abstratos de Química mais acessíveis e compreensíveis. Elas permitem que os estudantes explorem fenômenos químicos de forma visual e dinâmica, facilitando a compreensão de temas complexos, como reações químicas, estruturas moleculares e propriedades dos elementos.

Além disso, as simulações PhET oferecem uma abordagem investigativa que motiva os estudantes a formular hipóteses, testar suas ideias e refletir sobre os resultados, promovendo um aprendizado ativo e colaborativo. Essa metodologia contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes, habilidades essenciais no contexto educacional atual.

Dessa forma, ao integrar as simulações PhET nas aulas de Química, os professores podem enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, interativo e alinhado às necessidades educacionais atuais. Essa prática não só facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também prepara os estudantes para os desafios e demandas da sociedade digital.

Ao minimizar o tempo dedicado à resolução de problemas técnicos, a cartilha facilita um uso mais eficiente do aplicativo, permitindo que o foco permaneça no conteúdo pedagógico. Além disso, ao oferecer orientações claras e práticas, ela contribui para aumentar a confiança dos professores no uso da tecnologia, o que pode resultar em maior motivação e menor resistência à adoção de novas ferramentas digitais. Esse tipo de material pode cumprir diversas funções que vão além de simples manuais de instrução, pois contribui para uma melhor integração da tecnologia ao processo de ensino-aprendizagem (Souza, 2021).

Após a introdução do Chromebook em sala de aula, a cartilha se mantém como um recurso essencial para consultas eventuais, funcionando como uma referência constante para o uso apropriado do dispositivo, incluindo a inserção de softwares e aplicativos. Esse material fornece aos professores orientações claras e objetivas, garantindo que possam acessar rapidamente informações fundamentais sempre que necessário. Além disso, ao oferecer soluções práticas para dúvidas recorrentes, a cartilha facilita a implementação eficaz das ferramentas digitais, permitindo que os professores integrem essas tecnologias de forma mais fluida e assertiva em suas práticas pedagógicas, promovendo um ensino mais dinâmico e

inovador.

Materiais de suporte contínuo auxiliam na retenção do conhecimento adquirido, contribuindo para o aprendizado de longo prazo e para a resolução de dúvidas que surgem ao longo do processo educativo (Gomes e Ribeiro, 2021).

Ao orientar o uso de novas tecnologias educacionais, não apenas facilitamos o aprendizado de uma ferramenta específica, mas também promovemos um ambiente propício à inovação. Cartilhas educacionais estruturadas incentivam a experimentação com novas práticas pedagógicas e a integração de tecnologias emergentes no ensino. materiais de apoio didático são fundamentais para criar um ambiente escolar inovador e favorecer o uso de tecnologias que potencializam a aprendizagem (Alves e Machado, 2023).

3.2. Procedimento metodológico

Os aplicativos educacionais oferecem diversos benefícios, como a facilitação da compreensão de conceitos complexos e a preparação dos estudantes para os desafios tecnológicos e científicos do futuro. Com a disponibilização de Chromebooks nas escolas da rede estadual de Mato Grosso, o uso de aplicativos específicos para o ensino de Ciências da Natureza, sem a necessidade de dispositivos móveis pessoais, tornou-se uma alternativa viável para os professores (Silva e Pereira, 2021).

Embora os aplicativos educacionais ofereçam vantagens, como interatividade, feedback imediato e personalização do aprendizado, o potencial dos aplicativos educacionais ainda não foi plenamente explorado nas aulas de Ciências da Natureza (Prado e Nakayama, 2020).

Os resultados obtidos nas entrevistas revelam que, apesar do crescente acesso à tecnologia, a maioria dos professores ainda não utiliza os Chromebooks de maneira abrangente em suas práticas pedagógicas. Isso pode ser atribuído a uma série de fatores, como a falta de familiaridade com as funcionalidades do dispositivo, a ausência de formação específica e a resistência à adoção de novas metodologias de ensino, o que limita o pleno aproveitamento do potencial dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Essa abordagem restrita não explora todo o potencial dos dispositivos, especialmente no que se refere ao uso de aplicativos específicos para o ensino de Química; acaba por limitar-se principalmente à aplicação de avaliações e ao registro de atividades na plataforma Plurall,

adotada oficialmente pela rede estadual de ensino de Mato Grosso.

Durante as entrevistas, os professores relataram que, até o momento, não realizaram o download ou a pesquisa de aplicativos educacionais que poderiam ser explorados no ambiente dos Chromebooks. Esse cenário pode ser atribuído à falta de tempo dedicado à busca por recursos digitais, à ausência de orientações claras sobre as possibilidades oferecidas pela plataforma ou até mesmo à falta de confiança na eficácia desses aplicativos para complementar o processo de ensino-aprendizagem. Essa situação evidencia uma lacuna na formação contínua e na exploração de ferramentas digitais, que poderia potencializar o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais inovadoras e alinhadas com as necessidades do ensino contemporâneo.

Com base nos dados coletados e nas respostas dos professores, que indicaram a termoquímica como a habilidade de maior dificuldade de ser trabalhada nas práticas pedagógicas, observa-se um desafio significativo na adaptação do ensino de conceitos químicos complexos, particularmente aqueles que envolvem processos termoquímicos. Esses processos, que muitas vezes são abstratos e difíceis de visualizar, exigem abordagens didáticas inovadoras para facilitar a compreensão dos estudantes. A BNCC, ao estabelecer diretrizes para o ensino de Ciências, enfatiza a importância do desenvolvimento de competências e habilidades que possibilitem aos alunos “compreender os fenômenos naturais a partir da investigação científica”, “analisar a aplicabilidade de conceitos científicos para o entendimento de fenômenos naturais e sociais” e “formular e testar hipóteses” (BNCC, 2018).

Estas competências específicas são fundamentais para a formação de cidadãos críticos e capazes de utilizar o conhecimento científico para compreender e interagir com o mundo ao seu redor. No entanto, o ensino de conteúdo como a termoquímica, que envolve fenômenos muitas vezes invisíveis aos olhos dos alunos, pode se tornar um grande desafio, especialmente quando as metodologias tradicionais não são suficientes para facilitar a assimilação de tais conceitos.

Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais, como simuladores e aplicativos educacionais, emerge como uma solução pedagógica essencial. Tais ferramentas podem representar visualmente os processos químicos, permitindo que os alunos visualizem e experimentem conceitos complexos de maneira interativa. Ao integrar essas tecnologias ao currículo de Ciências, é possível não apenas aproximar os estudantes do conhecimento

científico de forma mais prática e concreta, mas também atender às diretrizes da BNCC, que preveem o uso da tecnologia como ferramenta para promover a aprendizagem ativa, o pensamento crítico e a resolução de problemas. A dificuldade mencionada pelos professores, portanto, não se resume apenas à falta de estratégias pedagógicas eficientes, mas também à necessidade de uma formação contínua e específica que permita aos professores se apropriarem das tecnologias disponíveis, utilizando-as de forma a maximizar seu potencial no desenvolvimento das competências estabelecidas pela BNCC.

E partindo dessa dificuldade, propusêmo-nos a elaborar uma cartilha orientativa sobre o uso de um aplicativo que mais se encaixava no contexto das aulas de Química. O PhET , foi o mais adequado para atender a proposta, pois oferece simulações interativas de fenômenos científicos, o que pode facilitar o ensino de conceitos complexos nas disciplinas de Ciências da Natureza, especialmente em Química, promovendo uma abordagem mais dinâmica e prática do conteúdo (Adams et al., 2020).

As simulações nele apresentadas são voltadas para o ensino de Ciências e Matemática de forma visual e intuitiva, permitindo que os estudantes explorem e testem teorias por meio de experimentos virtuais. O PhET foi fundado em 2002 pelo laureado com o Prêmio Nobel Carl Wieman, com o objetivo de tornar o aprendizado de ciências mais acessível e envolvente. Desde então, o projeto cresceu significativamente e hoje oferece simulações em diversas áreas, como Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática.

A habilidade a ser trabalhada será a EM13CNT102, prevista para o Ensino Médio, que aborda a temática da Termoquímica, englobando conceitos fundamentais sobre energia, calor, trabalho e as transformações energéticas em reações químicas. Essa habilidade pode ser adaptada à habilidade EF08CI14 do Ensino Fundamental, que também trata de fenômenos químicos e suas relações com as energias envolvidas nas reações. A adaptação entre essas habilidades permite uma continuidade na aprendizagem, facilitando uma abordagem progressiva e integrada dos conceitos, adequando o conteúdo às capacidades cognitivas dos alunos em cada fase do processo educacional.

Essa transição entre as habilidades EM13CNT102 e EF08CI14 tem como objetivo consolidar a compreensão dos estudantes sobre a Termoquímica, desde a introdução aos conceitos de energia e calor até a análise detalhada das transformações energéticas nas reações químicas. Ao abordar essa habilidade, os estudantes não apenas aprendem sobre a ciência por

trás de fenômenos cotidianos, mas também desenvolvem competências gerais previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como a capacidade de analisar, aplicar e discutir os conhecimentos científicos de maneira crítica e contextualizada.

Além disso, o ensino da Termoquímica, ao ser inserido dentro do currículo de Química, possibilita aos alunos uma compreensão mais ampla e profunda das interações energéticas no mundo ao seu redor, proporcionando uma base sólida para o entendimento de fenômenos naturais e tecnológicos. Essa compreensão é essencial, pois a Termoquímica não só se relaciona com o conteúdo programático da disciplina, mas também com diversas áreas do conhecimento e com o cotidiano dos estudantes, favorecendo a aplicação de conhecimentos de forma interdisciplinar.

A habilidade EM13CNT102 inclui realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos (BNCC, 2018); cujo objeto de conhecimento é a Termoquímica (entalpia das reações químicas, composição, variáveis que influenciam, cálculo e balanço energético, variação de energia) e também o efeito estufa e aquecimento global. Já a habilidade EF08CI14 trata de relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.

3.3. Construção da Cartilha Orientativa sobre o uso do PhET

A construção de uma cartilha de como utilizar o PhET nas aulas pode ser vista como uma ferramenta estratégica para os professores terem um guia claro e simples no uso dessas simulações em suas práticas pedagógicas (Figura 15).

Figura 15: Apresentação da Cartilha



Fonte: A autora, 2024.

Em sua introdução, é apresentado os objetivos e benefícios da utilização desse simulador, conforme Figura 16. O principal objetivo do PhET é proporcionar aos estudantes a oportunidade de visualizar conceitos abstratos de uma maneira interativa. Fenômenos complexos, como reações químicas, forças e movimento, campos elétricos e muitos outros, são difíceis de serem visualizados de forma prática em sala de aula. O PhET oferece simulações que tornam esses conceitos visíveis, permitindo que os estudantes explorem e compreendam como esses processos ocorrem no mundo real (Silva et al., 2021).

Em vez de apenas assistir a uma explicação ou ler sobre um conceito, os estudantes podem interagir com as simulações, modificando variáveis e observando os efeitos dessas alterações. Isso incentiva uma postura investigativa, na qual os estudantes testam hipóteses e refletem sobre os resultados, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo (Costa e Almeida, 2020).

Figura 16: Introdução



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Outro objetivo do PhET, é um meio de viabilizar experimentos práticos que muitas vezes são inviáveis em sala de aula, seja por limitações de equipamentos, segurança ou tempo. A simulação virtual não substitui totalmente o experimento físico, mas pode enriquecer a compreensão dos estudantes ao permitir que eles explorem fenômenos que seriam difíceis de reproduzir no laboratório (Martins e Ferreira, 2022).

Ao utilizar o PhET, os estudantes são desafiados a pensar criticamente, uma vez que as simulações incentivam a formulação de perguntas, a testagem de hipóteses e a análise de resultados. O uso do simulador é estruturado de maneira que os estudantes possam não apenas observar, mas também interpretar os dados obtidos e fazer conexões entre diferentes conceitos científicos.

Na figura 17 será mostrado como o PhET oferece simulações visuais, interativas e dinâmicas, que são muito mais envolventes do que métodos tradicionais de ensino, como

palestras ou textos expositivos. Esse formato interativo mantém os estudantes motivados e interessados, permitindo que eles participem ativamente de seu próprio aprendizado. Esse aumento no engajamento é particularmente importante em áreas como a física e a química, que, muitas vezes, são percebidas como abstratas e desafiadoras pelos estudantes (Fernandes e Costa, 2020).

Figura 17 – Atividades interativas



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

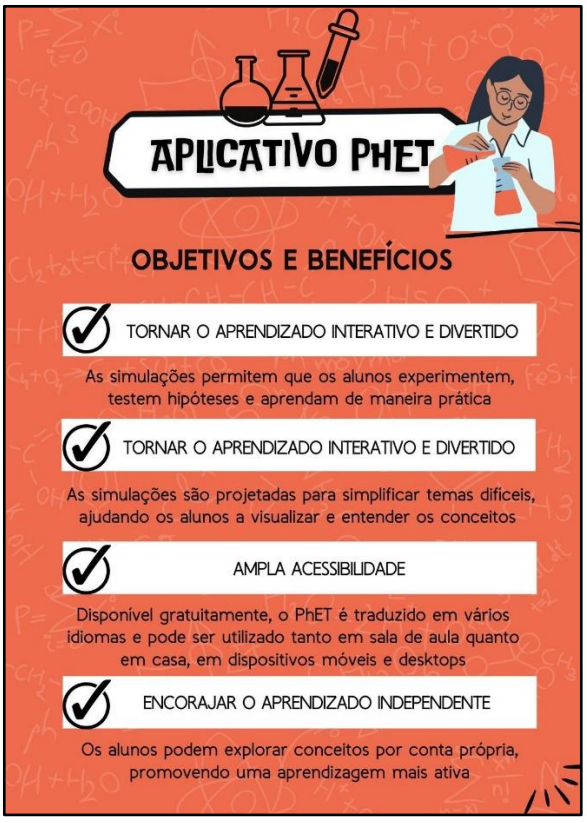
Uma das principais vantagens do PhET é a capacidade de fornecer feedback instantâneo. Quando os estudantes modificam uma variável em uma simulação, eles imediatamente veem os efeitos dessa alteração. Isso permite que eles compreendam rapidamente as relações de causa e efeito, corrigindo equívocos e reforçando o aprendizado de maneira dinâmica. O feedback imediato também promove uma experiência mais ativa e reflexiva do que o ensino expositivo tradicional.

Por ser um recurso gratuito e acessível, o PhET contribui para a inclusão digital no contexto educacional. As simulações do PhET são desenvolvidas, segundo seus autores, para

alinhar-se aos padrões curriculares, facilitando sua incorporação ao plano de ensino dos professores. Isso permite que os mesmos utilizem a plataforma para atingir objetivos de aprendizagem específicos, de forma integrada e coerente com o conteúdo programático.

O PhET Simulador oferece uma combinação de benefícios que tornam seu uso relevante para o ensino de Ciências, como apresentado na Figura 18 ao promover a visualização de conceitos abstratos, engajar os estudantes em atividades práticas, e fornecer flexibilidade e acessibilidade, o PhET se apresenta como um recurso eficiente tanto para o desenvolvimento das habilidades investigativas dos estudantes quanto para a inclusão digital nas escolas.

Figura 18: Benefícios do uso do PhET



Fonte: A autora (2024).

Em se tratando de um material preparado para professores da rede Estadual de ensino, utilizaremos da plataforma adotada pelo governo Estadual e de livre acesso aos professores e estudantes que seguem suas disponibilidades: site, aplicativo, material impresso e com avaliações periódicas de para anélise de resultados; para planejamento da aula onde utilizaremos o PhET (Figura 19). A aula ficará armazenada no perfil do professor dentro da plataforma

Plurall, e o acesso aos estudantes será liberado pelo mesmo de acordo com a turma cuja habilidade será estudada.

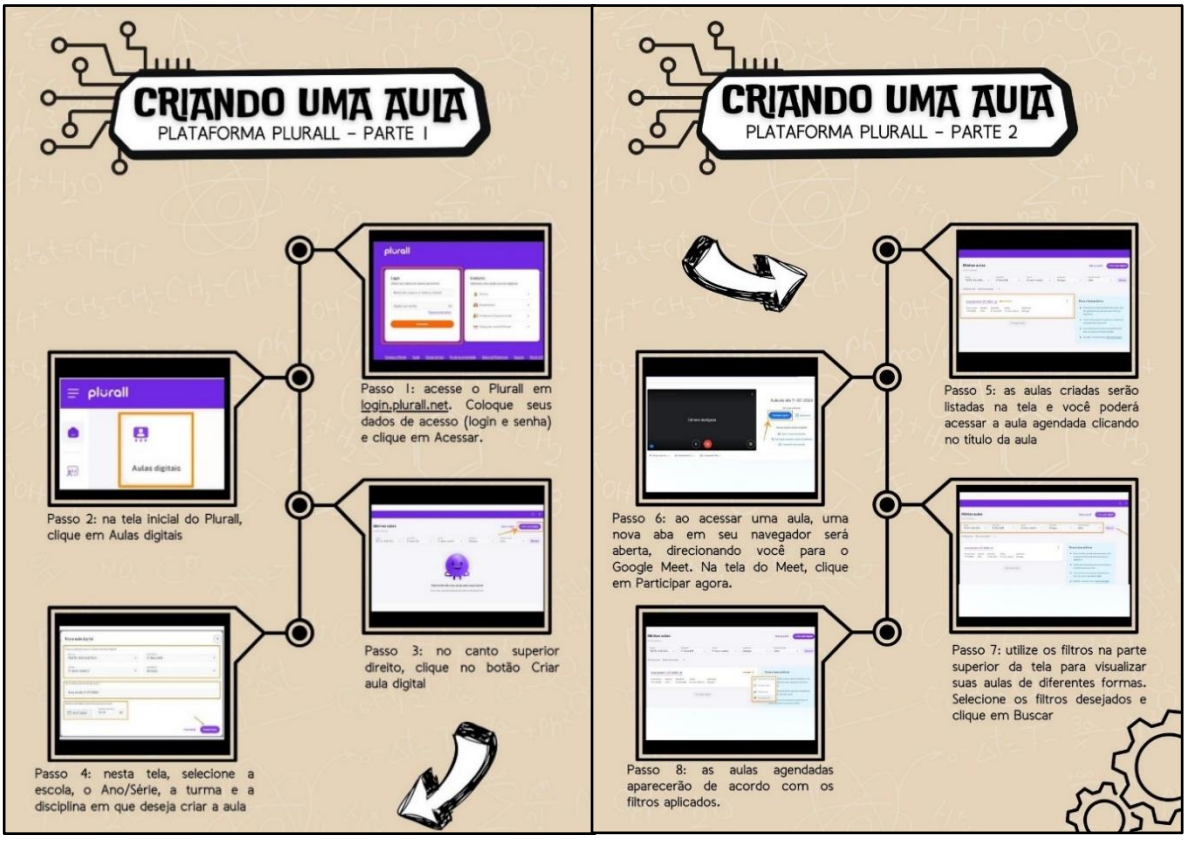
Figura 19: Plataforma Plurall



Fonte: A autora (2024).

Após essa breve introdução, que seria mais para professores novos na rede, uma vez que a plataforma já vem sendo usada desde 2021, a cartilha demonstra ao professor o passo a passo para a criação de uma aula dentro dessa plataforma, conforme Figura 20.

Figura 20: Criando uma aula dentro da plataforma Plurall



Fonte: A autora (2024).

A cartilha fornece orientações claras e práticas sobre como criar uma aula utilizando o PhET na plataforma, permitindo que os professores, especialmente os novos na rede, se sintam mais seguros e preparados para integrar essa tecnologia em suas práticas pedagógicas.

3.4. Planejando uma aula na plataforma Plurall com utilização do PhET

Primeiramente selecionamos uma competência fundamental conforme a BNCC, que se refere à capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver desafios e demandas da vida cotidiana. Especificamente, essa competência está alinhada à Competência Específica 1, a qual trata da compreensão dos conceitos fundamentais das Ciências da Natureza. Essa competência envolve a análise crítica de fenômenos naturais e processos tecnológicos, baseando-se nas relações entre matéria e energia, com o objetivo de propor ações individuais e coletivas que possam aperfeiçoar processos produtivos, minimizar

impactos socioambientais e melhorar as condições de vida em diferentes contextos — local, regional ou global.

De acordo com a BNCC, essa competência não só foca no entendimento dos conceitos científicos, mas também no desenvolvimento de habilidades para aplicar esse conhecimento de maneira ética e responsável, considerando os aspectos sociais e ambientais. Ao investigar e compreender as interações entre matéria e energia, os estudantes são incentivados a refletir sobre suas próprias ações e decisões, e como essas podem contribuir para a sustentabilidade e para o bem-estar coletivo. Além disso, a BNCC destaca que a formação desses alunos deve contemplar a capacidade de argumentação científica, a resolução de problemas e a tomada de decisões fundamentadas em evidências, competências essenciais para que os estudantes possam enfrentar os desafios contemporâneos de forma crítica e consciente.

Nesta competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem mobilizar estudos referentes a: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; entre outros (BNCC, 2018).

No âmbito da competência selecionada, será desenvolvida a habilidade EM13CNT102, que envolve a capacidade de realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos voltados à sustentabilidade. Essa habilidade considera a composição dos sistemas e os efeitos das variáveis termodinâmicas em seu funcionamento, incluindo o uso de tecnologias digitais como ferramentas de apoio para o cálculo de estimativas e a elaboração dos protótipos (BNCC, 2018). Tal abordagem visa promover a articulação entre teoria e prática, favorecendo a compreensão dos conceitos de Termoquímica (entalpia das reações químicas, composição, variáveis que influenciam, cálculo e balanço energético, variação de energia) por meio de recursos pedagógicos inovadores.

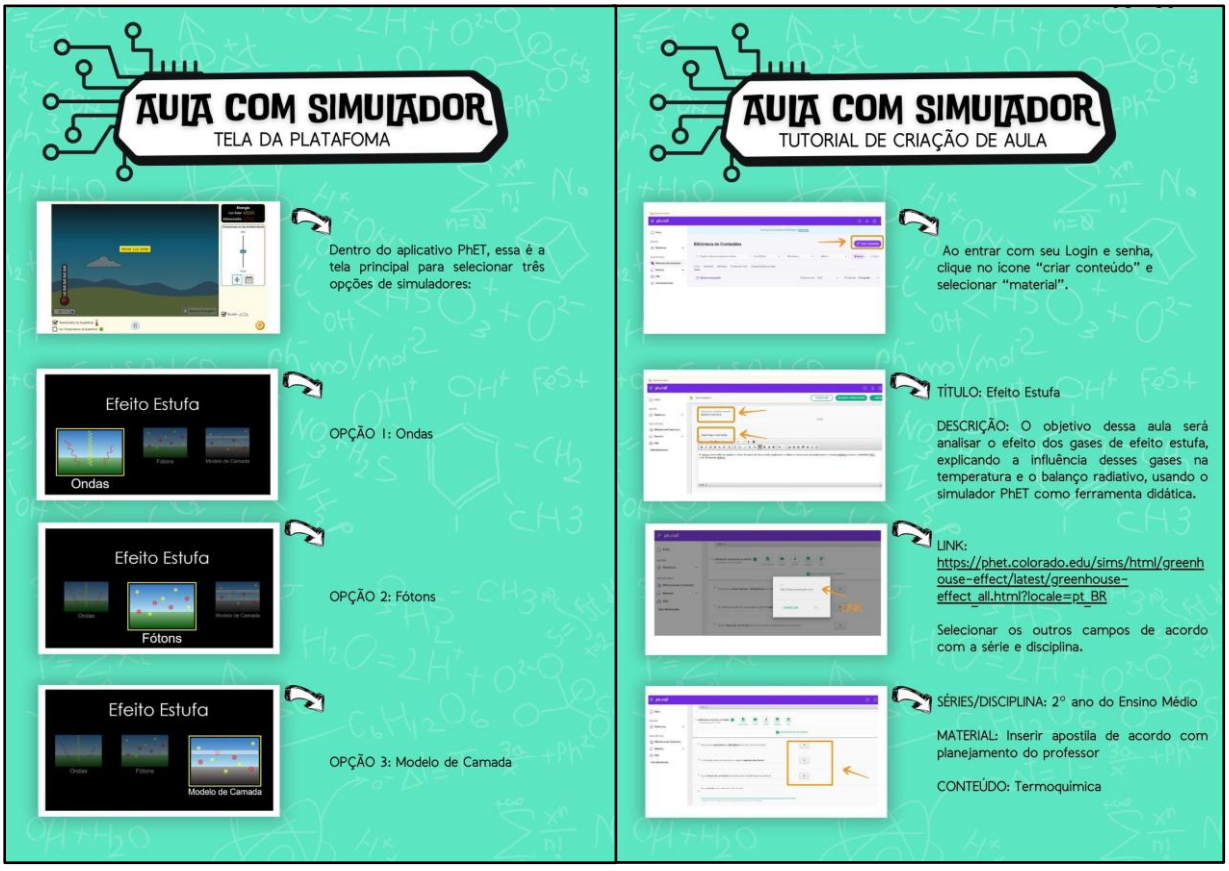
Como através dessa competência podemos ver também o efeito estufa e aquecimento global, pode-se também ser trabalhada a habilidade EF08CI14 que trata de relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.

3.5. Desenvolvimento do produto educacional

Após a seleção da competência, foi planejada uma aula, em que o objetivo foi analisar o efeito dos gases de efeito estufa, explicando a influência desses gases na temperatura e o balanço radiativo, usando o simulador PhET (Figura 21).

Como metodologia acessaremos ao simulador PhET "Efeito Estufa - Ondas".[17]

Figura 21: Implantando o PhET na aula criada

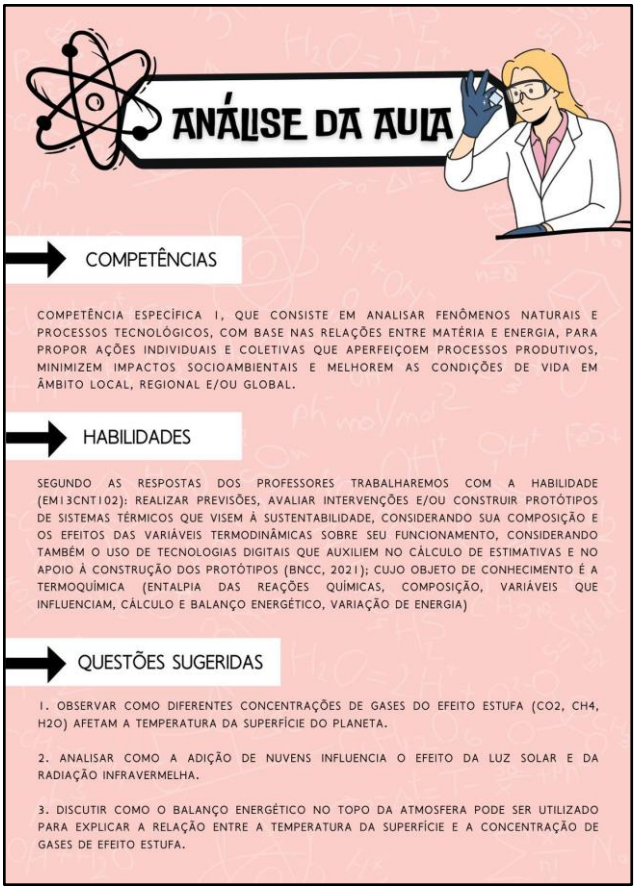


Fonte: A autora (2024).

[17] https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_all.html?locale=pt_BR.

Os estudantes após observarem e analisarem o simulador e o que ocorre no fenômeno em questão estudado, juntamente com o professor devem fazer uma discussão sobre os impactos dos gases estufa e estratégias de preservação, com as seguintes atividades (Figura 22): 1. Observar como diferentes concentrações de gases do efeito estufa (CO_2, CH_4, H_2O) afetam a temperatura da superfície do planeta; 2. Analisar como a adição de nuvens influencia o efeito da luz solar e da radiação infravermelha e; 3. Discutir como o balanço energético no topo da atmosfera pode ser utilizado para explicar a relação entre a temperatura da superfície e a concentração de gases de efeito estufa.

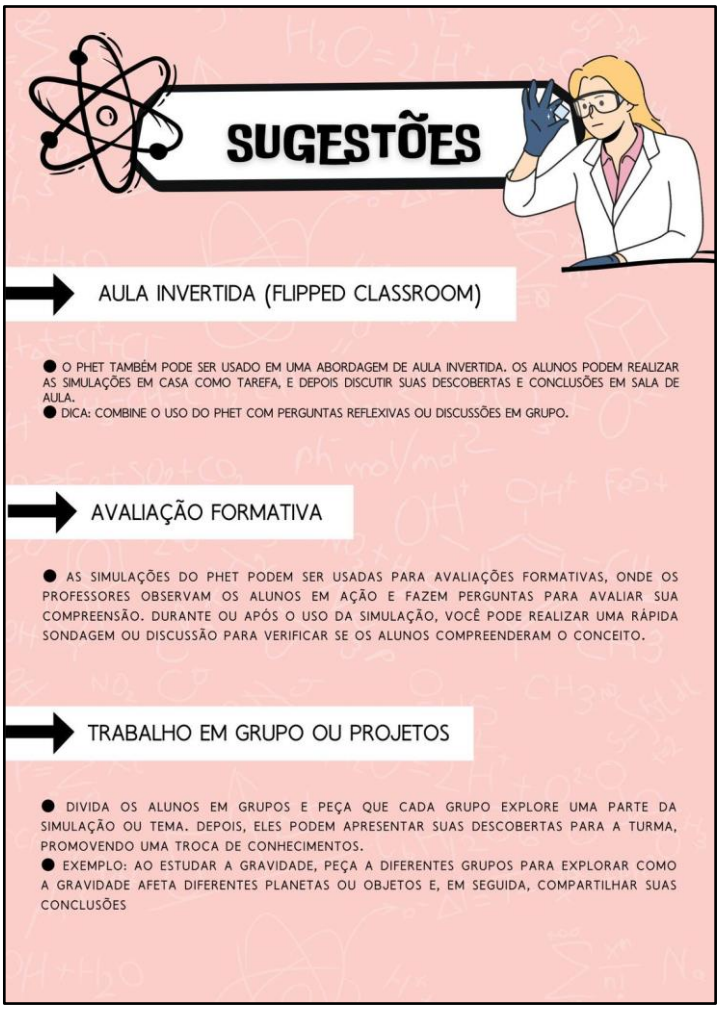
Figura 22: Itens abordados na aula



Fonte: A autora (2024).

Apresentamos algumas sugestões de atividades complementares para enriquecer a aula criada, conforme ilustrado na Figura 23. Essas propostas servem como incentivo para que o professor explore novas perspectivas e abordagens em sua prática pedagógica.

Figura 23: Sugestões para além da aula criada



Fonte: A autora (2024).

Acreditamos que a implementação do PhET nas aulas de Química facilita não apenas a visualização de fenômenos abstratos, mas também aumenta o engajamento dos estudantes, promovendondo o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo e contribui para a inclusão digital. Dessa forma, esperamos que essa cartilha possa fomentar a utilização do PhET e tantos outros dispositivos tecnológicos disponiveis, consolidando a prática da modernização do ensino de Ciências, alinhando-se aos desafios contemporâneos da educação e às demandas de um ensino mais prático, acessível e inovador. A cartilha orientativa na íntegra, encontra-se em Anexo 2 – QR Code de acesso.

3.6. Algumas considerações

A elaboração de uma cartilha voltada para a criação de aulas online pode representar um avanço significativo na modernização do ensino de Química, especialmente em um cenário em que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais central nas práticas pedagógicas. Ao oferecer orientações claras e práticas, essa cartilha não apenas facilita a integração de ferramentas digitais no cotidiano dos professores, mas também fortalece a confiança dos mesmos na adoção dessas tecnologias.

A utilização do simulador PhET nas aulas de Química se destaca como uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais dinâmico e interativo. Por meio de simulações visuais e experimentos virtuais, os estudantes têm a oportunidade de explorar conceitos complexos de forma lúdica e acessível, o que pode resultar em um maior engajamento e compreensão dos conteúdos abordados. Essa abordagem não apenas motiva os estudantes, mas também promove uma compreensão mais profunda dos fenômenos químicos, fundamental para sua formação científica.

A cartilha ainda serve como um recurso de incentivo à inovação pedagógica, estimulando os professores a experimentarem novas metodologias e abordagens no processo de ensino e aprendizagem. A troca de experiências entre os educadores, aliada ao suporte fornecido pela cartilha, enriquece a prática docente e contribui para a construção de um ambiente de aprendizado mais colaborativo e eficaz.

Em suma, espera-se que este trabalho não apenas contribua para a formação contínua dos professores, mas também inspire uma reflexão mais ampla sobre o papel das tecnologias no ensino de Ciências da Natureza. O uso consciente e criativo dessas ferramentas tem o potencial de transformar a educação, preparando os estudantes para os desafios vindouros e fomentando uma compreensão mais crítica e aprofundada do mundo ao seu redor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação tratou da aplicação de recursos tecnológicos no ensino de Ciências da Natureza, com ênfase no uso dos Chromebooks e de aplicativos educacionais voltados para o ensino de Química. A pesquisa buscou compreender as possibilidades e limitações associadas à integração desses recursos no contexto escolar, destacando seu potencial para favorecer a compreensão dos conteúdos e ampliar as oportunidades de realização de atividades experimentais, muitas vezes comprometidas pela falta de infraestrutura nas escolas.

Abordou a aplicação de recursos tecnológicos no ensino de Ciências da Natureza, traçando um panorama das potencialidades e desafios que o uso dos Chromebooks e aplicativos voltados para Química trazem para o ensino desse componente curricular, especialmente no que tange à melhoria da compreensão dos estudantes e à facilitação de práticas experimentais que muitas vezes são limitadas em contextos sem o suporte tecnológico.

A investigação demonstrou que a integração desses dispositivos nas práticas pedagógicas pode representar uma oportunidade relevante para inovar e enriquecer o ensino, promovendo uma aprendizagem mais interativa e engajadora para os estudantes.

Os resultados indicam que, embora muitos professores reconheçam o potencial dos Chromebooks, ainda existe uma utilização limitada desse recurso pedagógico, frequentemente restrita à aplicação de testes e atividades simples. Essa realidade revela a necessidade de um maior investimento em formação continuada, que permita aos professores explorar de maneira mais abrangente e eficaz as funcionalidades dos Chromebooks e outros recursos digitais. O desenvolvimento de uma cultura de inovação pedagógica, acompanhada de suporte técnico, é essencial para que os professores se sintam seguros e motivados a integrar plenamente a tecnologia em suas aulas.

Esses recursos não apenas facilitam a visualização de fenômenos químicos, mas também incentivam a experimentação e o pensamento crítico entre os estudantes, contribuindo para uma formação científica mais sólida.

A análise dos dados revelou uma variação significativa na interação dos professores com as TDICs e o impacto direto dessa interação na qualidade das práticas pedagógicas. Professores com maior domínio tecnológico tendem a utilizar uma ampla gama de ferramentas digitais, como plataformas educacionais, simuladores e aplicativos interativos, promovendo

aulas mais dinâmicas e interativas. A integração de aplicativos educacionais no currículo escolar tem mostrado melhorar significativamente o desempenho dos estudantes em tópicos de Química, especialmente no que diz respeito ao entendimento de reações químicas e equilíbrio (Oliveira, 2024).

Como contribuição prática deste trabalho, foi elaborada uma apostila didática destinada a professores de Química, contendo sugestões de atividades, orientações para o uso de aplicativos, indicações de simuladores virtuais e propostas de experimentos que utilizam recursos digitais. A produção desse material revelou-se pertinente diante da carência de instrumentos que apoiem o uso pedagógico das tecnologias de forma planejada e efetiva.

A análise dos dados evidenciou que, embora muitos professores reconheçam o valor dos Chromebooks como ferramenta de apoio ao ensino, seu uso ainda é limitado e, em grande parte, restrito a tarefas simples, como a aplicação de testes. Esse quadro reforça a necessidade de investimentos em formação continuada, que favoreça a apropriação crítica e criativa das tecnologias digitais por parte dos docentes. Para que essas ferramentas se tornem parte integrante do processo de ensino-aprendizagem, é essencial que os professores contem com apoio técnico e pedagógico, bem como com uma gestão escolar que valorize práticas inovadoras.

Observou-se também que o uso de recursos digitais contribui para tornar o ensino de Química mais acessível e atraente, permitindo a visualização de fenômenos abstratos e estimulando o desenvolvimento do pensamento científico. Professores com maior familiaridade com as tecnologias tendem a diversificar suas estratégias didáticas, utilizando plataformas educacionais, aplicativos interativos e simulações, o que resulta em aulas mais envolventes e eficazes.

Conclui-se, portanto, que o uso de recursos tecnológicos no ensino de Ciências da Natureza — em especial os Chromebooks e aplicativos digitais — tem potencial para endizagem mais colaborativos e motivadores. A contribuição desta pesquisa está tanto na análise do cenário atual quanto na oferta de um material de apoio concreto, que pode auxiliar os professores na incorporação das tecnologias em suas aulas. Para que esse potencial se concretize, é fundamental que as escolas invistam de forma contínua em infraestrutura e na formação dos profissionais da educação, garantindo condições para uma prática pedagógica mais alinhada às demandas atuais e ao desenvolvimento pleno dos estudantes.

5. REFERÊNCIAS

ACD/Labs. *ChemSketch*. 2023. https://www.acdlabs.com/products/chemsketch/

ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K.; DUBSON, M.; FINKELSTEIN, N. D.; KAMINER, N.; KNOX, K. C.; WENDEL, C.; LOPEZ, J. **PhET Interactive Simulations: Transforming STEM Education through Interactive Simulations**. Journal of Science Education and Technology, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2020.

ALBUQUERQUE, S. S.; **Ensino de Química Experimenta l**: uma proposta de ensino híbrido no contexto de pandemia de Covid-19 – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

AL-MASHHADANI, F.; AL-RAWE, H. **Uso de Aplicativos Móveis Desenvolvidos por Universidades**. Revista de Administração e Sistemas de Informação, v. 15, n. 2, p. 45–58, 2018.

ALMEIDA, L. S.; SANTOS, M. R. **Superando a resistência ao uso de tecnologias na educação: a importância da formação continuad.** Educação e Tecnologia, v. 10, n. 3, p. 45-59, 2022.

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. **Formação de professores para o uso das tecnologias digitais: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Educação, v. 25, p. e250037, 2020. DOI:10.1590/s1413-24782020250037.

ALVES, M. **Tecnologia e inclusão no ensino de ciências: Avanços e desafios**. Revista Brasileira de Educação, v. 27, n. 3, p. 65-79, 2021.

ALVES, M.; MACHADO, J. **Inovação tecnológica no ensino: desafios e estratégias pedagógicas**. Revista de Educação e Tecnologia, 2023.

ANDRADE, T. Y. I., COSTA, M. B., **O laboratório de Ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos-SP**. Química Nova na Escola, 38(3), 208-214, 2016.

ANTUNES, I. R.; RODRIGUES, A.; **Recursos Educacionais Abertos para o ensino de ciências:** análise de uma narrativa digital interativa – Tecnologias, Sociedade e Conhecimento, v. 9, n. 1, p. 6-24, 2022.

ARAÚJO, E. S.; NASCIMENTO, J. L. B. do; SILVA, J. C.; **O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental** – REnCiMa – Revista de ensino de ciências e matemática, 2021.

BARBETTA, Pedro A**. Estatística aplicada às ciências sociais**. 9. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2022.

BELLUZZO, F.; CARVALHO, E. **Docência digital e o novo normal: as TICs e a ressignificação das práticas pedagógicas**. Educação em Revista, v. 37, p. e243672, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.BREDOW, V. H. **Pesquisa e trabalho docente a partir da interação das tecnologias digitais no contexto escolar**. Convergencias y divergencias en investigación, p. 351. 2020.

CARVALHO, E. da C.; OLIVEIRA, S. R. B.; GARCIA, F. W. da S. **Abordagens para o ensino de gerenciamento de projetos de software**: uma revisão sistemática da literatura. Caderno Pedagógico, v. 6, pág. e4481, 2024.

CARVALHO, A. M. P. **A experimentação no ensino de ciências: teoria e prática em harmonia**. Revista Brasileira de Educação em Ciências, v. 14, n. 1, p. 47-61, 2019.

COSTA, L.; ALMEIDA, R. **Ferramentas digitais no ensino de ciências: análise do uso do PhET em escolas públicas**. Revista de Educação Científica, 2020.

COSTA, L.; LOPES, M. **A inserção das tecnologias na prática docente em tempos de pandemia**. Revista de Educação e Tecnologia, v. 27, n. 2, p. 45-60, 2021.

COSTA, L.; MARTINS, F. **Padronização no uso de tecnologias educacionais: impactos no ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação Tecnológica, 2020.

COSTA, M.; OLIVEIRA, J**. Personalização do ensino e tecnologias digitais: novos paradigmas educacionais**. Revista Brasileira de Educação, v. 28, n. 1, p. 113-129, 2022.

COUTINHO, C. P.; ALVES, M. **Formação de professores e promoção da competência digital dos seus aprendentes: uma experiência em tempos de transição digital**. Revista Brasileira de Educação, v. 25, p. e250037, 2020. DOI:10.1590/s1413-24782020250037.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CUNHA, M. M.; OLIVEIRA, J. R. **As tecnologias digitais na educação: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Educação, v. 26, n. 1, p. 45-62, 2021.

CUNHA, T. A.; ALMEIDA, F. R. **Desafios da integração das tecnologias na educação: o papel da carga horária**. Revista Brasileira de Educação, v. 26, n. 1, p. 50-68, 2021.

DE LIMA, L. K. S. et al.; **Contribuições da neurociência para a educação no processo de ensino-aprendizagem**: revisão interativa da literatura, os desafios do mundo contemporâneo. Cadernos da Pedagogia, 2018.

DE OLIVEIRA LIMA, L. A. de.; SOUZA, H. Y. S. de; **A educação pós-pandemia: oportunidades e desafios na utilização de TICs como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem**. Revista Contribuciones, 2023.

DE OLIVEIRA, V. S.; LEITE, B.S. **Modelo de avaliação de aplicativos educacionais: avaliando aplicativos de Química orgânica da GooglePlay** – Química Nova, Vol. 47, No.

8, 2024.

DE SOUZA, Átila et al.; **Além das fronteiras digitais: a formação docente para a educaçã0 futura**. Revista Ilustração, v 5, n. 3, p. 119-135, 2024.

DE SOUZA, L. D. et al.; **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.

DELAMUTA, B. H.; NETO, J. C.; JUNIOR, S. L. S.; ASSAI, N. D. de S. **O uso de aplicativos para o ensino de Química**: uma revisão sistemática de literatura. Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 7, p. e145621, 2021.

FERNANDES, M.; COSTA, P. **Uso de simulações virtuais no ensino médio: estudo de caso com o PhET**. Revista Brasileira de Educação em Ciências, 2020.

FERNANDES, R. C.; LIMA, S. F. **O papel dos aplicativos interativos no ensino de química: desafios e oportunidades**. Educação em Questão, v. 45, n. 1, p. 29-45, 2023.

FIALHO, N. N.; **Jogos no ensino de química e biologia**. Editora Intersaberes, 2024.

FIGUEIREDO, A. F.; COSTA, R. M. **Formação docente em tecnologias educacionais: desafios e perspectivas.** Revista Brasileira de Educação, v. 27, n. 2, p. 110-125, 2022.

FIORINI, Pedro; RIOS, Marcela. **A gamificação na educação: uma revisão da literatura**. Revista Brasileira de Educação v. 24, n. 70, p. 1-19, 2019.

FREIRE, P.; SILVA, R. **Tecnologias na educação: reflexões sobre sua integração crítica**. Revista Brasileira de Educação, v. 26, n. 2, p. 207-222, 2021.

FREITAS, L.; COSTA, R. **Metodologias ativas no ensino de Ciências da Natureza: Integração com tecnologias digitais**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2022.

FREITAS, S. dos A.; ANDRADE, A. S. de; **Gestos no processo de ensino e aprendizagem:** uma revisão sistemática de literatura; Educação em Revista, v. 39, p. e39705, 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, R. P.; ALMEIDA, V. F. **Treinamento personalizado para docentes: a chave para a efetividade das tecnologias na educação**. Educação e Inovação, v. 18, n. 3, p. 200-215, 2023.

GOMES, R.; RIBEIRO, T. **Materiais de suporte contínuo e seu papel no reforço de aprendizagem**. Educação em Foco, 2021.

HUNGARO FARIA, M. V. et al; **Para além dos livros: ACD/ChemSketch® como ferramenta facilitadora no ensino de Química** – Perspectivas em Diálogo. Revista de Educação e Sociedade, v. 11, n. 27, p. 247-263, 28 jun. 2024.

JESUS SOBRINHO, A. V.; DE OLIVEIRA, D. **O uso de laboratórios virtuais pode minimizar as abstrações no ensino de Física?**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar v. 4, n. 5, p. e453139, 2023.

LIMA, A.; SANTOS, D. **Ansiedade tecnológica em educadores: o papel dos materiais de suporte**. Psicologia e Educação Digital, 2020.

LIMA, A.; SANTOS, D. **Ansiedade tecnológica em educadores: o papel dos materiais de suporte**. Psicologia e Educação Digital, 2020.

LIMA, F.; SANTOS, D. **O papel do professor no uso de tecnologias digitais: desafios e oportunidades na educação contemporânea**. Revista Pedagógica, v. 25, n. 4, p. 34-49, 2020.

LIMA, J. C.; SANTOS, F. R. **O papel da capacitação docente na implementação de tecnologias: desafios e oportunidades**. Cadernos de Educação, v. 12, n. 2, p. 75-92, 2022.

LIMA, M. F. de; ARAÚJO, J. F. S. de; **A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem**. Revista Educação Pública, v. 21, nº 23, 22 de junho de 2021.

LIMA, T. C.; ROCHA, A. L. **A formação docente em tecnologias: um desafio para a inovação pedagógica**. Educação e Sociedade, v. 44, n. 2, p. 190-205, 2023.

LOCATELLI, A.;, BOTH, G. B. **Aplicativos para dispositivos móveis no ensino Química**: uma pesquisa na literatura estrangeira. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, 2020.

MALDONADO, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. **Simuladores e tecnologias digitais no ensino de ciências: práticas e possibilidades**. Revista Brasileira de Educação, v. 27, n. 3, p. 113-131, 2022.

MARQUES, V. **O uso da plataforma Khan Academy em escolas da Rede Municipal de Educação Pública de Pelotas**: um estudo de caso; Universidade Federal de Pelotas, 2022.

MARTINS, J.; FERREIRA, D. **Tecnologia e experimentação no ensino de química: impacto do uso de simulações virtuais**. Educação e Tecnologia, 2022.

MARTINS, S. O.; SERRÃO, C. R. G.; SILVA, M. D. B. **O uso de simuladores virtuais na educação básica**: uma estratégia para facilitar a aprendizagem nas aulas de Química. Revista Ciências e Ideias vol 11, n 1,2020

MARTINS, W. V.; **Possibilidades e desafios no uso de simulações virtuais no ensino de**

Química. São Paulo, 2022.

MELO, J. P.; ANDRADE, T. R. **O impacto da formação docente na adoção de tecnologias educacionais: um estudo de caso**. Educação em Questão, v. 45, n. 1, p. 29-45, 2023.

MESQUITA, J. M. **Softwares educativos aplicados no ensino de Química**: recursos didáticos potencializadores no processo de aprendizagem. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2021.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2020.

MONTEIRO, E.; LEITE, C. **A formação de professores para a utilização das TIC: Desafios e propostas.** Revista Lusófona de Educação, v. 49, p. 73-92, 2020.

MOURA, J. R.; SILVA, A. S. **Carga horária e tecnologia no ensino: implicações para a prática docente**. Cadernos de Educação e Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 25-40, 2022.

NASCIMENTO, F. A., **Educação e tecnologia na sociedade atual**: desde a evolução da internet e dos smartphones, essas inovações vêm causando um grande impacto em diversos aspectos da vida em sociedade. Aya Editora, 2022.

NASCIMENTO, K. R. da S. do; **Formação continuada de professores em robótica educacional com práticas no ambiente Tinkercad**: uma experiência maker; Universidade Federal do Ceará, 2024.

NETO, J. D. B. M.; Amaral, N. C. L. **A química experimental por meio de plataformas digitais e aplicativos**. Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade, v. 11, 183-200, 2024.

OLIVEIRA, C. N. dos S. **Experimentação no ensino de Física com o uso do simulador computacional PhET na aprendizagem de força e movimento no ensino médio**. Maceió 2021.

OLIVEIRA, J. **Recursos digitais e a visualização de conceitos abstratos nas ciências**. Revista de Ensino de Ciências Naturais, v. 15, n. 2, p. 45-61, 2019.

OLIVEIRA, M.; MARTINS, J. **Desafios da integração das tecnologias digitais no ensino: perspectivas de professores experientes**. Educação e Cultura Contemporânea, v. 18, n. 1, p. 85-100, 2022.

OLIVEIRA, P.; SILVA, M.; NUNES, A. **Materiais de suporte no uso de tecnologias digitais em sala de aula**. Educação Digital e Tecnologias, 2021.

OLIVEIRA, R. M.; COSTA, S. L. **A inclusão digital na escola: Chromebooks como ferramenta de aprendizado**. Cadernos de Educação e Tecnologia, v. 9, n. 2, p. 45-61, 2022.

OLIVEIRA, S.; LOPES, A.; CARVALHO, F. **Inclusão digital no ensino de ciências: potencial do uso de simulações virtuais**. Educação & Sociedade, 2022.

OLIVEIRA, T. S.; FARIAS, J. G**. Construção e validação de questionários na pesquisa em educação**. Revista Brasileira de Educação, v. 24, n. 75, p. 67-89, 2019.

PAVÃO, A. C., DE FREITAS, D. **Quanta ciência há no ensino de ciências**. EdUFSCar, 2022.

PEREIRA, C.; ALMEIDA, S. **Otimização do tempo em sala de aula com uso de guias práticos**. Revista de Práticas Educacionais, 2021.

PEREIRA, L. A.; OLIVEIRA, M. R. **Competência digital docente: desafios e possibilidades na educação contemporânea**. Revista de Educação e Tecnologia, v. 16, n. 3, p. 234-250, 2021.

PEREIRA, L. A.; SOUZA, R. M. **Capacitação docente em tecnologias educacionais: uma necessidade contemporânea**. Cadernos de Educação e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 23-38, 2022.

PEREIRA, L., E SILVA, M. **Tecnologias móveis na educação: tendências e desafios para o ensino híbrido**. Revista de Educação e Tecnologia, 12(3), 45-58, 2021.

PIRES, D. R. G.; SÁ, L. P. **A experimentação no ensino de cinética química**: buscando indícios da aprendizagem significativa. Scientia Naturalis, v. 3, n. 2, p. 678-693, 2021.

PIZOLOTTO, J.; **Conhecimento psicolinguístico e ensino**: revisão sistemática de literatura. Santa Catarina, 2023.

PRADO, D. A. B. **A gestão participativa e políticas públicas**: desafios e possibilidades. Scielo, 2018.

PRETTO, N. L.; BONILLA, M. H. S. **Tecnologias e educação: um caminho em aberto.** Em Aberto, v. 113, 2022.

RAMOS, R. C.; JÚNIOR, W. L. B.; **Realidade virtual da educação**: fundamentos, dispositivos, aplicações e inovação no ensino. RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber, Brasil, v. 1, n. 1, 2024.

RAUPP, D. T., REPPOLD, D. P. **Ensino de química contextualizado: analisando as diferentes perspectivas dos artigos publicados na revista Química Nova na Escola de 2009- 2019**. Brazilian Journal of Development, 2020.

RIBEIRO, M. A.; SILVA, T. R. **Formação continuada de professores e uso de tecnologias educacionais: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Educação e Tecnologia, v. 23, n. 1, p. 30-45, 2021.

SÁ, M. B. Z., SANTIN FILHO, O., PRANDI, J. F. **Opções de Professores de Química por estratégias de ensino**: a crença na eficácia. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017.

SALVAGNI, J. et al. **Plataformas digitais**: uma análise sob as lentes da crítica da economia política. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 50, p. 1–12, 2025.

SANTOS, B.; CONCEIÇÃO, A.; MOTA, M. D.; CROSARA M. L. R. **Concepções Prévias sobre o ensino por investigação**: um estudo exploratório com licenciandos em ciências biológicas. Revista Insignare Scientia - RIS, v. 5, n. 1, p. 106-127, 16 mar. 2022.

SANTOS, J. A.; OLIVEIRA, M. C. **Resistência dos professores às tecnologias digitais no ensino: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Educação e Tecnologia, v. 13, n. 2, p. 35-52, 2020.

SANTOS, P.; ANDRADE, R. **Competências digitais e práticas pedagógicas: desafios para os professores no cenário contemporâneo**. Educação e Sociedade, v. 41, n. 3, p. 1205-1220, 2020.

SANTOS, P.; FERREIRA, C. **Competências digitais no século XXI: a importância do uso de tecnologias no ensino básico**. Educação e Sociedade, v. 44, n. 159, p. 275-290, 2023.

SANTOS, R. S. de O. dos; **Estratégias didáticas para o ensino de cinética química visando a aprendizagem significativa**. Universidade Federal do Amazonas, 2021.

SANTOS, R.; PEREIRA, T. **Tecnologias interativas no ensino de Ciências: Engajamento e motivação dos estudantes**. Cadernos de Educação Científica, v. 18, n. 1, p. 89-102, 2018.

SANTOS, R. P., SOUZA, A. C. B. **Khan Academy e o ensino/aprendizagem de Matemática para além da sala de aula.** Revista de Educação Matemática, 13(2), 45-60., 2021.

SCCHETTINO, M. E. P. G. O. **Desenvolvimento de jogos usando o power point como metodologia para o ensino de eletroquímica na educação básica**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2019.

SECCO, L.; MARINHO, A. **O impacto das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação, v. 29, n. 1, p. 77-91, 2023.

SILVA, C. S. B. da.; **Teoria e prática nas aulas de genética do ensino médio: aplicabilidade de uma metodologia intervencionista numa escola pública estadual da cidade de Arroio Grande/RS**. Universidade Federal do Pampa, Campus Jaguarão, 2024.

SILVA, J.; MENDES, L.; CARVALHO, R. **Inclusão digital no contexto educacional: desafios e avanços**. Educação e Diversidade, 2022.

SILVA, J.; PEREIRA, M. **Tecnologias digitais no ensino de Ciências: O uso de Chromebooks e aplicativos educacionais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Educação, 2021.

SILVA, M. C.; GOMES, R. **Jogos educativos e laboratórios virtuais: Potencialidades para o ensino de ciências**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 28, n. 2, p. 99-116, 2020.

SILVA, R. A.; GOMES, J. M. **Integração de tecnologias na educação: um olhar sobre a prática docente**. Cadernos de Educação e Tecnologia, v. 12, n. 1, p. 55-72, 2022.

SILVA, R. T. **O papel da experimentação no ensino de ciências: abordagens e reflexões**. Ciência e Educação, v. 27, n. 2, p. 145-162, 2021.

SILVA, R. A.; SOUZA, L. C. **Desafios da prática pedagógica: a relação entre formação docente e inovação**. Cadernos de Pesquisa em Educação, v. 29, n. 2, p. 99-115, 2022.

SILVA, T.; ALMEIDA, R. **Tecnologias no ensino de ciências: Desafios e oportunidades**. 3. ed. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.

SILVA, T.; ANDRADE, L. **Desenvolvimento de competências digitais no ensino de Ciências**. Revista de Ciências e Educação Tecnológica, v. 20, n. 4, p. 33-47, 2020.

SILVA, T.; SOUZA, L.; ANDRADE, G. **Explorando o potencial do PhET no ensino de física**. Revista de Tecnologia Educacional, 2021.

SOARES, L. T. **Uma abordagem interativa para o ensino da Tabela Periódica**. Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, 2019.

SOUZA, A.; ALMEIDA, R. **O uso de tecnologias digitais no ensino de Ciências: uma abordagem para a Química**. Educação em Foco, v. 18, n. 2, p. 67-82, 2020.

SOUZA, D. P. B.; **Formação crítica, para cidadania, e tecnologias digitais: reagentes para uma Educação em Química**. Rio de Janeiro, 2022.

SOUZA, E.; FERREIRA, T. **Autonomia no aprendizado com uso de tecnologias educacionais**. Educação, Cultura e Tecnologia, 2022.

SOUZA, E. F.; GOMES, R. L**. A eficácia do uso de questionários na coleta de dados: uma análise de suas potencialidades**. Educação em Questão, v. 58, n. 3, p. 81-102, 2020.

SOUZA, F.; PEREIRA, J. **Desenvolvimento de habilidades investigativas com o uso de simulações interativas**. Ciências na Escola, 2021.

SOUZA, J. **A integração da tecnologia no ensino: O papel das cartilhas educativas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Educação, 2021.

SOUZA, J. P. S. **Tecnologias digitais: desafios e possibilidades no ensino de Ciências nos anos finais do ensino fundamental**. Universidade Estácio de Sá, Brasília, 2022.

SOUZA, T. A.; LIMA, J. P. **O planejamento pedagógico e a integração de tecnologias: um novo olhar para a educação**. Revista de Educação e Tecnologia, v. 18, n. 3, p. 145-160, 2023.

SOUZA, T. A.; LIMA, J. P. **O uso de Chromebooks na educação: potencialidades e limitações**. Cadernos de Educação e Tecnologia, v. 15, n. 1, p. 88-103, 2023.

STREB, V. et al.; **Jogos digitais na educação básica: proposta de curso–MOOC–para fomentar a produção de recursos educacionais abertos**. O manancial, 2023.

THEODORO, M. E. C. **Proposta e avaliação de uma sequência didática para aulas prático-laboratoriais no ensino superior em química**. Universidade de São Paulo, 2016.

WIKIPEDIA. **Software.** Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Software.

VALENTE, W. R., BERTINI, L. F., MOARAIS, R. S. **Saber profissional do professor que ensina matemática: discussões teórico-metodológicas de uma pesquisa coletiva em perspectiva histórica**. Revista Brasileira de História da Educação, v. 21, 2021.

VILAR, R. M.; AMORIM, A. **A formação contínua de professores na era digital: desafios e perspectivas**. Revista Brasileira de Educação e Tecnologia, v. 29, n. 3, p. 223-236, 2023.

ANEXO 1

Roteiro de Entrevista Semiestruturada

1. Identificação

Nome

E-mail

Data de nascimento

Ano de formação

Leciona a quanto tempo?

Tem especialização?

Qual o nome da sua especialização/mestrado/doutorado?

Seu mestrado/doutorado é: ( ) acadêmico ( ) profissional

2. Conhecimentos sobre os Chromebooks

Como você se identifica em relação a utilização de recursos tecnológicos/digitais?

Quais tecnologias digitais já utiliza em suas aulas?

Já tiveram formação para o uso dos Chromebooks?

Sabe quantos Chromebooks têm na unidade escolar, onde leciona? Se sim, quantos têm?

Sabe todas as funcionalidades dos Chromebooks?

Segundo seus conhecimentos e pela utilização dos Chromebook, quais os pontos positivos e negativos do equipamento?

3. Utilizando os Chromebooks

Você utiliza os Chromebooks em suas aulas?

Se a resposta foi não, diga o por que de não utilizá-los.

Se a resposta foi sim, diga como costuma utilizá-los.

Já baixou algum aplicativo? Se sim, qual?

Como você considera o uso dos Chromebooks nas salas de aula, em especial nas suas aulas de Química?

A plataforma educacional disponibilizada para os professores e estudantes, têm atendido suas necessidades em sala de aula? Comente.

O que você acha que poderia ser acrescentado na plataforma para melhorar suas aulas?

Você utiliza em suas aulas algum aplicativo ou simulador, para ampliar seu repertório e tornar suas aulas mais “dinâmicas”? Qual ou quais?

Deixe um comentário sobre suas expectativas em relação ao uso do Chromebook e a plataforma disponibilizada. O que foi atendido e o que deixou a desejar?

Se tivesse que optar por um tema que mais gosta de trabalhar durante suas aulas qual seria?

Se tivesse a oportunidade de receber uma cartilha sobre um tema, qual conteúdo considera que precisaria de mais ajuda em suas aulas?

ANEXO 2 – CARTILHA ORIENTATIVA



https://scanned.page/p/682a23ccb5a2d