



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL -
PROFQUI**

AMELIA SANTANA NOGUEIRA

**EXPLORANDO O APRENDIZADO DE QUÍMICA A PARTIR DO
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS
EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS BEM COMO CONTEÚDO
APROPRIADO AO ENSINO DESTA CIÊNCIA**

**Ilhéus – BAHIA
2023**

AMELIA SANTANA NOGUEIRA

**EXPLORANDO O APRENDIZADO DE QUÍMICA A PARTIR DO
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS
EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS BEM COMO CONTEÚDO
APROPRIADO AO ENSINO DESTA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Santa Cruz
como parte da exigência do Mestrado
Profissional em Química (PROFQUI),
como requisito para obtenção do grau
de Mestre.

Área de concentração: Ensino de
Química – TDIC (Tecnologias Digitais
de Informações e Comunicações)

Orientador: Prof. Dr. Antonio de
Santana Santos.

AMELIA SANTANA NOGUEIRA

**EXPLORANDO O APRENDIZADO DE QUÍMICA A PARTIR DO
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS
EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS BEM COMO CONTEÚDO
APROPRIADO AO ENSINO DESTA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Santa Cruz
como parte da exigência do Mestrado
Profissional em Química (PROFQUI),
como requisito para obtenção do grau
de Mestre.

Ilhéus, 12 de julho de 2023.

Prof. Dr. Márcio Luís Oliveira Ferreira

UESC/DCEX

Prof. Dr. Fábio Alan Carqueija do Amorim

UESC/DCEX

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por tudo que Ele colocou em minha vida e, em especial, a conclusão dessa etapa.

Aos meus pais, Maria de Lourdes Santos Nogueira e José Alves Nogueira (falecido) por sempre serem presentes na minha vida. O amor de vocês para comigo é a força que preciso para seguir em frente.

Aos meus colegas do mestrado que sempre tinham algo especial e essencial para cada momento que passamos durante o curso.

Aos meus amigos, pela força e apoio.

Ao meu esposo, Sidney, sempre me incentivando e apoiando.

Aos professores do curso por tantos ensinamentos.

Ao amigo Rodrigo Sá, pela colaboração, apoio e compreensão.

Ao meu orientador Prof Dr Antonio de Santana Santos por toda paciência, incentivo, apoio, amizade e compreensão.

EXPLORANDO O APRENDIZADO DE QUÍMICA A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS BEM COMO CONTEÚDO APROPRIADO AO ENSINO DESTA CIÊNCIA

RESUMO

O presente trabalho: “Explorando o aprendizado de química a partir do desenvolvimento de aplicativo via internet contendo vídeos editados para projeções holográficas bem como conteúdo apropriado ao ensino desta ciência”, emprega as novas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) para maximizar o entendimento abstrato exigido em alguns conteúdos de ciência, onde elementos visuais, interativos e de três dimensões são de muita relevância. Tais ferramentas associadas capacitam ao professor e aos alunos estarem em constante aprendizagem independentemente do lugar e hora, bastando acesso à internet e um celular, possibilitando o estudo de química de maneira mais assertiva. Este trabalho consiste no desenvolvimento e associação de quatro eixos principais: (1) construção da pirâmide para projeções holográficas; (2) edição de vídeos de conteúdo de química e ciências para formato que permita projeções holográficas; (3) desenvolvimento de aplicativo via internet para aparelhos de comunicação (smartphone, tablets e notebooks) e (4) apresentação dessas ferramentas educacionais para docentes e discentes do ensino médio afim de captar suas impressões e considerações após serem devidamente demonstradas. (1) As pirâmides holográficas foram feitas de vários materiais de fácil acesso (acrílico, garrafa pet, etc) mas as que se portaram melhores foram a com folha de transparência e a de acetato pet transparente também (2) os vídeos foram editados usando-se recurso do *Powerpoint* para tanto agrupa-se quatro imagens em movimento no mesmo vídeo; (3) o aplicativo foi desenvolvido com base na plataforma gratuita kodular creator (<https://www.kodular.io/creator>), neste ambiente foi gerado todo código fonte do aplicativo, posteriormente, fez-se a configuração externa do aplicativo utilizando o banco de dados gratuito denominado Firebase (www.firebase.com.br) nesta plataforma é possível configurar externamente páginas Web, figuras, legendas. O aplicativo desenvolvido (<https://play.google.com/store/apps/details?id=holograma.myapp>) permite atualizações constantes, portanto, novos assuntos, novos vídeos e novas ideias oriundas de alunos e professores podem facilmente serem incorporados ao sistema, deixando-o constantemente atualizado; (4) em relação a demonstração das ferramentas aos docentes e aos discentes foi constatado, imediatamente, o efeito motivacional positivo, além do interesse em verificar todo o processo houve participação efetivamente na melhoria dessa ferramenta, ou seja, através da atualização do sistema levando-se em conta as sugestões pertinentes sugeridas por eles: alunos e docentes.

Palavras-Chave: Aplicativos, Holografia, Ensino de Química, TDICs e Abstração

EXPLORING CHEMISTRY LEARNING FROM THE DEVELOPMENT OF AN APPLICATION VIA INTERNET CONTAINING EDITED VIDEOS FOR HOLOGRAPHIC PROJECTIONS AS WELL AS APPROPRIATE CONTENT FOR THE TEACHING OF THIS SCIENCE

ABSTRACT

The present study: "Exploring chemistry learning from the development of an web-based application containing edited videos for holographic projections as well as content appropriate to the teaching of this science," employs new digital information and communication technologies (ICTs) to enhance the abstract understanding required for certain science topics, where visual, interactive, and three dimensional elements are highly relevant. These associated tools enable teachers and students to engage in continuous learning regardless of their location or time, as long as they have internet access and a mobile device, allowing a more effective approach to chemistry study. This paper consists of development and association of four main priorities: (1) construction of a pyramid for holographic projections; (2) video editing of chemistry and science content to a format suitable for holographic projections; (3) development of a web-based application for communication device (smartphones, tablets and notebooks) and (4) presentation of these educational tools to high school teaching staff and student body in order to capture their impressions and considerations after being properly demonstrated. (1) The holographic pyramids were made of various materials easily accessible (acrylic and PET bottle, etc) but the ones that performed best were the one with the transparency sheet and the transparent pet acetate sheet as well (2) the videos were edited using *PowerPoint* resource for this purpose it groups four moving images in the same video; (3) the application was developed based on a free platform kodular creator (<https://www.kodular.io/creator>), in this scenario was generated the entire application source code, subsequently, the external configuration of the application was made using the free database named Firebase (www.firebase.com.br) in this platform it is possible to configure externally web pages, images, captions. The developed application (<https://play.google.com/store/apps/details?id=holograma.myapp>) allows for constant updates, therefore, new subjects, new videos and new ideas coming from students and teachers can easily be incorporated into the system, keeping it constantly updated; (4) in relation to the demonstration of these tools to teaching staff and student body it was evidenced, immediately, the positive motivational effect, besides the interest in verifying the whole process there was an effective participation in the improvement of this tool, in other words, by updating the system taking into account the relevant suggestions suggested by them: students and teachers.

Keywords: Applications, Holography, Chemistry Education, ICTs, Abstraction

LISTA DAS FIGURAS

Figura 01. Dados anuais (2012 a 2020) referentes à quantidade de jovens matriculados no ensino médio. (Fonte: IBGE/Pnad Contínua. Elaboração: Todos Pela Educação).

Figura 02. Panorama digital nas escolas do Brasil, Censo Escolar de 2021. Fonte: <https://tecnologia.educacional.com.br/blog/>.

Figura 03. Comercial de um projeto de holograma #D feito pela Olomagic (Marbella, Spain). A esquerda nota-se um projetor comercial e a direita dois estudantes estudando os movimentos da terra e a lua. <https://www.olomagic.com/es/uso-vitrina-holografica-3d/>

Figura 04. Representação gráfica do trapézio isósceles e do tronco de pirâmide com um quadrado menor no topo e um quadrado maior na base. Fonte: <https://www.preparaenem.com/matematica/tronco-de-piramide.htm>.

Figura 05. Foto tirada durante a apresentação da projeção holográfica da geometria molecular para alguns alunos convidados do terceiro ano do ensino médio

Figura 06. Display de hologramas 3d, para aplicação em ambientes internos. Fonte: <https://www.amazon.com.br/>

Figura 07. Foto representativa da estrutura atômica tirada do vídeo (A) normal sem preparo para ser usado em projeções holográficas e (B) foto do vídeo editado para uso em projeções holográficas.

Figura 08. Representação gráfica das áreas onde a holografia vem sendo aplicada na sociedade.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Compilado dos vídeos e assuntos presentes no aplicativo.

Quadro 02. Algumas respostas dos alunos a respeito da primeira pergunta do questionário.

Quadro 03. Respostas dos alunos a segunda pergunta do questionário, gerando três categorias distintas.

Quadro 04. Categorias referentes a percepção do aluno a respeito da abstração associada as ferramentas educacionais apresentadas.

Quadro 05. Respostas dos alunos referentes a possibilidade de aplicação das ferramentas apresentadas em outras aulas, outras situações.

Quadro 06. Respostas dos alunos a respeito de possíveis alterações nas ferramentas demonstradas a eles.

Quadro 07: Respostas dos professores da primeira pergunta do questionário, ou seja: *“O que você achou do aplicativo? O manuseio é fácil? E da holografia? Realmente a imagem fica em 3D”*.

Quadro 08: Resposta dos docentes a indagação: você consegue enxergar alguma aplicação da holografia associada ao aplicativo em suas aulas

Quadro 09: Resposta relativa a terceira questão do questionário, (você procura empregar em suas aulas recursos de TDCI, poderia descrever algum?)

Quadro 10: Estando os vídeos holográficos prontos e depositados no aplicativo, essa ferramenta facilitaria o planejamento de algum conteúdo de suas aulas?

Quadro 11: Resposta dos professores referente a questão 05: *você faria alguma alteração/modificação/atualização nesta ferramenta de ensino apresentada para você.*

ABREVIATURA

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNC	Base Nacional Comum
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CP	Código Penal
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica
LDB	Lei de diretrizes e Base
MEC	Ministério da Educação
NTI	Tecnologias da Informação
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PNE	Plano Nacional de Educação
PISA	Programme for International Student Assessment (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes)
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
RNP	Rede Nacional de Pesquisas
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias Informação e Comunicação

UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VR Realidade Virtual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo Geral.....	18
2.2. Objetivos Específicos.....	18
3. REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1. Resumo da Legislação da Educação Básica do Brasil: da Constituição de 1988 até o “Novo Ensino Médio” e Seu Viés Tecnológico.....	20
3.2. Panorama Atual da Tecnologia de Informação e Comunicação nas Escolas do Brasil.....	26
3.3. Emprego das TDICs na Educação.....	29
3.4. A Importância das TDICs no Fomento da Perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....	32
3.5. TDICs na Perspectiva do Ensino de Química.....	35
3.6. Aspectos Gerais da Holografia e o seu Potencial como Instrumento Educacional.....	37
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. Construção da Pirâmide com Material Alternativo para Projeção Holográfica.....	48
5.2. Descrição do Aplicativo e do Conteúdo Presente no mesmo.....	49
5.3. Relato e Análise da Percepção dos Discentes Frente à Demonstração das Ferramentas de Ensino Desenvolvidas.....	51

5.4 Análise das Respostas dos Alunos Após a Apresentação das Ferramentas.....	55
5.5 Análise das Respostas dos Professores após Apresentação das Ferramentas.....	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICES	
APÊNDICE 1 – EDIÇÃO DOS VÍDEOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS.....	89
APÊNDICE 2 – CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO.....	95
ANEXO	
ANEXO 1 – PERGUNTAS SOBRE HOLOGRAFIA.....	100

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as novas tecnologias de informação e comunicação fizeram com que a sociedade passasse por intensas transformações. Hoje, os dispositivos tecnológicos com acesso à internet ganharam status de bens de primeira necessidade e, conforme verificado em Pesquisa promovida pelo Comitê Gestor da Internet do Brasil, revelou-se que em 2020, o país chegou a 152 milhões de usuários - um aumento de 7% em relação a 2019. Com isso, 81% da população com mais de 10 anos têm internet em casa, (EBC, 2021). No campo educacional a introdução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), estão incorporando muitas mudanças na sala de aula. Graças aos dispositivos eletrônicos e seus avanços em novos programas, novos aplicativos, novos softwares além de novas tecnologias de comunicação (5G) que têm sido implementados pela indústria da alta tecnologia. Vivenciamos, portanto, uma exigência natural de adequação das mediações de ensino à linguagem de uma sociedade que convive e manipula essas tecnologias no seu cotidiano (JUNIOR; MACEDO, 2023, ESPÍNDOL; GIANNELLA, 2018).

A percepção da importância da inserção tecnológica no ensino é consenso, pois o CIEB (Centro de Inovação para a Educação Brasileira) avalia com base nas metas do Plano Nacional da Educação (PNE) 2014-2024, que para garantir a universalização do ensino e o direito à educação básica de qualidade, a tecnologia torna-se uma potente estratégia de acesso ao ensino e de promoção ao protagonismo na aprendizagem. No entanto, não basta fornecer equipamentos a alunos e a professores, e não é suficiente levar conexão às escolas. A tecnologia educacional só vai resultar em impacto positivo se integrada as práticas pedagógicas orientadas para a inovação nas salas de aula capazes de tirar o estudante do lugar de receptor passivo, levando-o a apropriar-se das ferramentas que lhe permitam participar ativamente da construção do próprio conhecimento (CIEB, 2018).

A respeito da nomenclatura acerca da tecnologia, devido aos avanços constantes e as diversas formas de seu emprego na sociedade, ao longo dos últimos anos os termos ou expressões empregados para denominar a tecnologia que usamos vem sofrendo alterações constantes. Inicialmente falava-se em Novas Tecnologias da Informação (NTI) depois veio o termo Tecnologias da Informação e Comunicação

(TIC) e mais recentemente Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), a qual introduziu o elemento digital (KENSKI, 2009).

Desta forma, o conceito de TIC é utilizado para expressar a convergência entre a informática e as telecomunicações, agrupando ferramentas computacionais e meios tele comunicativos como: rádio, televisão, vídeo e Internet, facilitando a difusão das informações (CARDOSO, 2011; LEITE, 2014).

Já as TDICs englobam, ainda, uma tecnologia mais avançada: a digital. Por meio desta é possível processar qualquer informação, o que provocou mudanças radicais na vida das pessoas, principalmente no que se refere a comunicação instantânea e busca por informações (GEWEHR, 2016; KENSKI, 2009; JUNIOR; MARTINS; DIAS, 2023).

Essa nova cultura digital produz conteúdos, práticas sociais e novas linguagens que precisam ser problematizados nos espaços educativos, a fim de entender como tais elementos se instituem no campo educacional e reconfigura os currículos escolares. Nesses novos delineamentos, nos contextos educacionais em que a cultura digital está presente, percebe-se que:

Interagir com as informações e com as pessoas para aprender é fundamental. Os dados encontrados livremente na Internet transformam-se em informações pela ótica, o interesse e a necessidade, com que o usuário o acessa e o considera. Para a transformação das informações em conhecimentos é preciso um trabalho processual de interação, reflexão, discussão, crítica e ponderações que são mais facilmente conduzidos, quando partilhado com outras pessoas (KENSKI, 2009, p. 5).

Tais avanços tecnológicos vêm corroborando em mudanças no processo de ensino formal, centrado nos professores, para um processo interativo, centrado nas necessidades dos alunos. O processo educacional evoluiu a partir da transmissão de informações para um processo ativo de aquisição de conhecimento, baseado mais no estudo e compreensão dos aspectos práticos de um processo e, em seguida, aprendizagem dos conceitos teóricos envolvidos. Dentro do contexto de educação científica as TDICs oferecem ferramentas e possibilidades diversas de interação professor aluno, sejam através de produtos de multimídia (internet, televisão, smartphones) ou instrumentação virtual, todos mostrando-se muito eficientes no ensino de ciências (JUUTI at al., 2009; GORGHIU at al., 2010).

Como o ensino de ciências tem por objetivo promover aos estudantes a construção do conhecimento científico pensando na sua atuação na sociedade moderna, entende-se que o avanço significativo das tecnologias digitais vem transformando os processos de comunicação em todos os setores da sociedade, e, quando colocadas no âmbito educacional, esses recursos podem auxiliar na aprendizagem do educando, promovendo mais possibilidades no ensino de Ciências (MENEZES; CHARLOT; ARAUJO, 2023, SILVA; BARBOSA, 2016).

No caso do ensino de química o uso das TDICs como recurso pedagógico ao professor, abre espaço para a criação de diversas estratégias. O uso dessas novas metodologias pode possibilitar ao professor sair do ensino tradicionalista para utilizar concepções de ensinar e aprender de forma mais motivadora (OTERO; LLANOS; GAZZOLA, 2023, MELO, 2007). Segundo Giordan (2008), a utilização das TDICs é particularmente atrativa no ensino de química, especialmente quando se considera a representação de fenômenos do meio natural em meio digital, como forma de dinamizar o ensino e aprendizagem, pois permite, por exemplo, formular e testar hipóteses e simulações de fenômenos químicos, a fim de consolidar os conceitos teóricos com a prática (CANTANHEDE; CANTANHEDE, 2020)

O professor de Química, ciente do potencial das TDICs, pode se beneficiar enormemente uma vez que essas novas tecnologias permitem aos alunos entenderem o que acontece ao seu redor. Como os tópicos de química geralmente estão relacionados a estrutura da matéria, a química se mostra um assunto difícil para muitos estudantes. Os currículos de química geralmente incorporam muitos conceitos abstratos, que são centrais para aprendizagem adicional em química e outras ciências (REINALDO; CALDEIRA, 2023; LUIGI, 2018). Estes conceitos são importantes porque outros conceitos ou teorias de química/ciência não podem ser facilmente compreendidos se esses conceitos subjacentes não forem suficientemente apreendidos pelo estudante (SIRHAN, 2007; ÜNAL et al., 2006).

Consonante com as particularidades da química supracitadas as tecnologias de Realidade Virtual (RV) tornaram-se mídias promissoras em ambientes educacionais com melhor senso de presença e interação (ERBAS; DEMIRER, 2019; MERCHANT et al., 2014). RV é uma “simulação interativa” na qual os usuários estão imersos no ambiente virtual onde os objetos e personagens são representados

visualmente, auditivamente e hapticamente por meio de interfaces de usuário. Entre os métodos de exibição de RV, a holografia é a mais famosa tecnologia de representação de imagem criando representações volumétricas que podem ser visualizadas em espaços tridimensionais (3D) (YOO et al. 2022; DOLEGA-DOLEGOWSKI, 2022).

Sobre a holografia ela incide na tecnologia que tem como característica a interatividade dos elementos tridimensionais e a expressão que a define seria reconstrução das frentes de onda. Ao observar uma imagem holográfica, o espectador através de uma placa de vidro pode presenciar uma imagem de diferentes ângulos e ter a impressão de ver um objeto realmente existente. Há este fenômeno justifica-se por ocorrer uma ilusão de ótica na qual as ondas luminosas geradas são idênticas as reproduzidas no objeto real (UNIVERSAL-HOLOGRAM, 2009).

Atualmente a holografia ganha espaço e aplicações em diferentes áreas da ciência como a biologia, medicina, comunicação, arquitetura, segurança entre outras (ABBASI et. al., 2014; ESPÍNDOLA; GIANNELLA, 2018). No entanto, percebe-se que para o ensino da química ainda é pouco explorada mesmo diante da necessidade de recursos como este, sabendo-se que há bastante dificuldade de visualização dos educandos em relação a conteúdos e fenômenos que deveriam ser explanados utilizando-se de microscópios ultra potentes para se visualizar a comprovação das ocorrências e manifestações da ciência, porém são descritos em 2D com a utilização somente de quadros e slides durante as aulas (ALMEIDA, 2017). Corroborando com o potencial da holografia a existência e disponibilidade de dispositivos portáteis (smartphones, tablets, notebooks) e de recursos de vídeo (youtube®) e software de edição de vídeo (ex. Adobe Premiere Pro®, Movavi Video Editor®) potencializam, ainda mais, o emprego de ferramentas que necessitam de recursos gráficos abundantes (ANJOS; SILVA, 2018).

Desta maneira, é bem plausível que ferramentas do universo TDICs como a holografia possam ampliar as formas tradicionais e abstratas de conceber o ensino nas escolas e em particular o estudo de química, levando-se em consideração que a abordagem metodológica estabelecida para trabalhar o objeto desse conhecimento em sala de aula, é uma ideia que se tem construído continuamente. A busca desse conhecimento expresso a partir de um enfoque epistemológico, cuja base de

sustentação teórica possibilita ao professor compreender o objeto de ensino numa perspectiva dinâmica e de interação com o cotidiano do aluno, exige rompimentos. Logo, perante a esta nova realidade, as escolas e educadores precisam rever suas metodologias para fazer o melhor uso possível das ferramentas tecnológicas de maneira a colaborar com o ensino e aprendizagem dos estudantes (HEIDE; STILBORNE, 2020).

Conforme relata Melo e Melo (2005, p.52) “torna-se imperativo a eclosão de novas formas de aprender e ensinar, que requerem novas concepções do fazer pedagógico”. Desta forma, fica evidente a necessidade do uso da Internet, dos computadores, tablets e smartphones como ferramentas auxiliares ao trabalho do professor. Entretanto, é preciso identificar quais são os objetivos da inserção destes recursos tecnológicos na sala de aula. Portanto, é fundamental que o uso dos computadores e dispositivos de comunicação na educação seja coerente com a proposta curricular e didático-pedagógica que o docente segue (TAJRA, 2000; VALENTE, 1999).

Logo, é preciso haver a fomentação, em sala de aula, de métodos que viabilize de maneira significativa o aproveitamento do potencial do computador, da internet e dos dispositivos de comunicação no desenvolvimento e construção do ensino e da aprendizagem e acreditamos que a holografia empregada no ensino da química possa contribuir significativamente com tal objetivo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Com base no pressuposto que as TDICs inseridas no ensino de ciências representam ferramentas de grande relevância, pois estimulam o trabalho cooperativo e permitem ao docente ser pesquisador protagonista produzindo parte de seu material de ensino. Esta pesquisa propõe-se explorar a técnica de holografia aplicada ao ensino de química a partir do desenvolvimento de aplicativo via internet contendo vídeos editados para projeções holográficas bem como conteúdo apropriado ao ensino desta ciência.

2.2 Objetivo Específico

- a) Fazer levantamento de dados bibliográficos referente ao uso de TDIC no meio educacional e verificar a inserção das TDICs como ferramenta de apoio no ensino de Química;
- b) Analisar os tipos de aprendizagem mais adequados ao emprego de ferramentas holográficas;
- c) Construir fisicamente as pirâmides para projeção holográfica com materiais acessíveis;
- d) Produzir/adaptar vídeos com os conteúdos de química que serão projetados nas pirâmides holográficas;
- e) Promover a projeção holográfica a partir das pirâmides desenvolvidas e dos vídeos elaborados em dispositivos tais como: notebooks, smartphone e tablets;
- f) Desenvolver aplicativo remoto que trabalhe conteúdos de química e receba os vídeos editados especificamente para a holografia;
- g) Demonstrar essas ferramentas a jovens e docentes do ensino médio;

- h) Promover o estudo de conteúdos da grade curricular do ensino de química tais como: estrutura molecular, modelo atômico, funções orgânicas, etc, através do uso de ferramentas holográficas;
- i) Analisar se o conjunto dessas ferramentas (holografia, aplicativo e smartphone) auxilia a aprendizagem de química a partir dos conteúdos trabalhados.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Resumo da Legislação da Educação Básica do Brasil: da Constituição de 1988 até o “Novo Ensino Médio” e Seu Viés Tecnológico

Aprovado em 2017, o **Novo Ensino Médio** vinha sendo implantado e trouxe mudanças importantes alterando, consideravelmente, os currículos da educação básica no Brasil. Atualmente, as redes de ensino de todo o país pararam com a elaboração e implementação dos currículos para o Novo Ensino Médio, pois em 4 de abril de 2023 o Ministro da Educação Camilo Santana assinou a Portaria Nº 627/23 que suspende o cronograma de implantação do Novo Ensino Médio por 60 dias, alterando a Portaria Nº 521 de 13 de julho de 2021, que definia os prazos de implementação da reforma (MEC, 2023). Independentemente do momento incerto dos rumos do ensino médio, a implantação do sistema educacional, segue um conjunto de documentos legais e normativos que orientam desde questões pedagógicas até definições necessárias sobre gestão e organização das redes, fundamentais para sustentar as mudanças e consolidar a implantação do modelo (Canal Nexo-políticas Pública, 2022).

A seguir, será apresentado um breve processo de construção da política educacional do Brasil a partir da constituição de 1988 destacando-se os marcos legais e normativos mais relevantes e seu viés tecnológico.

A educação tem relevância no texto base da **Constituição Federal Brasileira de 1988** abordando o assunto nos artigos: - art. 208: “O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de: I - ensino fundamental obrigatório e gratuito, inclusive para os que a ele não tiveram acesso na idade própria” – art. 206: “O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I- igualdade de condições de acesso e permanência na escola” – art. 3º: “Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil: IV- promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer formas de discriminação” (BRASIL, 1988).

Desta forma, a constituição de 1988 alicerça as bases para que as futuras tecnologias da informação e de comunicação pudessem atuar como importantes instrumentos de disseminação do direito a educação, levando o conhecimento as mais

distantes localidades no Brasil, através de seus recursos tecnológicos, facilitando a aprendizagem e democratizando o ensino nos mais variados níveis educacionais (SPANHOL, LUNARDI e SOUZA, 2016)

Em 1996 é aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional estabelecendo que os currículos escolares deveriam ter uma Base Nacional Comum (BRASIL, 1996). Isto é, uma referência comum obrigatória para todas as escolas de educação básica que traz os conhecimentos essenciais, as competências, as habilidades e aprendizagens pretendidas para crianças e jovens em cada etapa da educação básica. Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais, (BRASIL, 1996). Em seu Art 32º ressalta a importância da compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade, ainda nesta lei em seu Art. 39º destaca que a educação profissional, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, conduz ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva, (BRASIL, 1996).

Rossi enxerga ainda que no processo de incorporação das tecnologias na escola aprende-se a lidar com a adversidade, a abrangência e a rapidez de acesso às informações, bem como com novas possibilidades de comunicação e interação o que propicia novas formas de aprender, ensinar e produzir conhecimento. Porém, ao utilizar as TDICs o professor precisa saber a finalidade das ferramentas para incorporá-las ao processo ensino aprendizagem. Sendo assim, em 1997 foi criado pela Secretaria de Educação à distância do Ministério da Educação (MEC) o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO) com o objetivo de introduzir a tecnologia de informática na rede pública de ensino, (ROSSI, 2015).

Em 2013 nasceu o **Movimento pela Base Nacional Comum** grupo não governamental e apartidário de pessoas, organizações e entidades voltadas à causa da construção e implementação da BNCC (como ficaria conhecida a sigla da Base Nacional Comum Curricular). Seu objetivo foi acelerar o processo de construção da Base e facilitar esse caminho a partir da divulgação de pesquisas e do estabelecimento de contato com professores, gestores, líderes da sociedade civil e

todos os interessados na elaboração de um currículo nacional para o ensino brasileiro (FERREIRA; SANTOS 2020).

No ano de 2014 o MEC elaborou o **Plano Nacional de Educação (PNE)** (lei nº. 13.005/2014) adotando como meta universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 a 17 anos e elevar, até 2024, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85%. Entre as estratégias para alcançar a meta, o texto propôs criar um programa nacional de renovação do EM, a fim de incentivar práticas pedagógicas com abordagens interdisciplinares, estruturadas pela relação entre teoria e prática e baseadas em currículos que organizassem, de maneira flexível e diversificada, conteúdos obrigatórios e eletivos (Brasil, PNE 2015). É notório que para este estágio da educação do Brasil adotar, adaptar e apropriar as tecnologias na educação, em qualquer modalidade, é uma urgência, que deverá ser planejada por equipes interdisciplinares, pelo professor e pelo aluno, de modo a serem entendidas e usadas como metodologias de formação. Não entendendo esse ponto, não haverá documento que integre o recurso tecnológico à nação educacional (VOSGERAU; BRITO; CAMAS, 2016).

Quanto à taxa líquida de matrícula no ensino médio de 85%, é possível observar no gráfico da Figura 01, que o acesso da população jovem ao ensino médio vem crescendo de forma contínua desde 2012, mas que terá muita dificuldade para alcançar a meta estabelecida em 2014 (BRASIL, PNE, 2015)

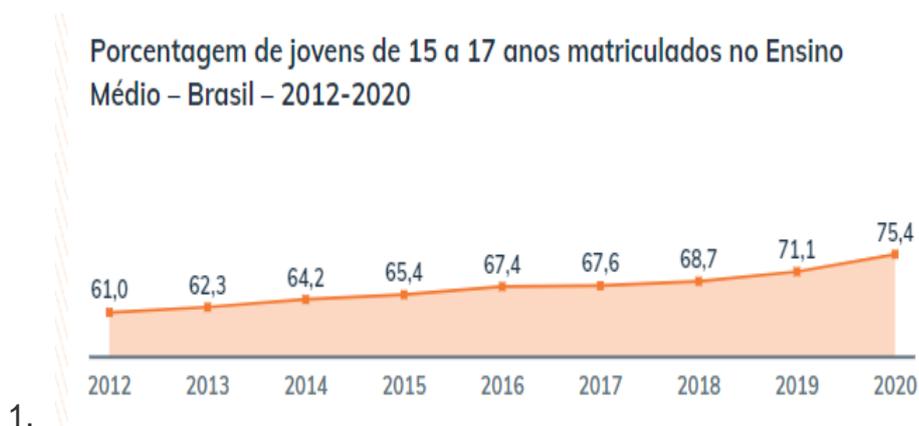


Figura 01. Dados anuais (2012 a 2020) referentes à quantidade de jovens matriculados no ensino médio. (Fonte: IBGE/Pnad Contínua. Elaboração: Todos Pela Educação).

Posteriormente, procurando melhorias na grade curricular do ensino do Brasil, no decorrer do ano de 2015 dá início a elaboração da **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, sendo um documento normativo para as redes de ensino e suas instituições públicas e privadas, constituindo referência obrigatória para elaboração dos currículos escolares e propostas pedagógicas para a educação infantil, ensino fundamental e ensino médio no Brasil. A (BNCC) começou a ser elaborada em 2015, a partir de uma análise aprofundada dos documentos curriculares brasileiros realizada por 116 especialistas indicados por secretarias municipais e estaduais de educação e por universidades e em 16 de setembro de 2016 a primeira versão da BNCC é disponibilizada (BNCC, 2018). Outras versões seguiram visando uma normatização mais clara e discutida. De certo a BNCC deixa claro a importância das **novas tecnologias** na formação de professores e alunos em tempos modernos, como pode ser destacado abaixo:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BRASIL, BNCC, 2018).

[...] o professor não precisa ser o detentor do conhecimento técnico sobre o uso das ferramentas disponíveis, mas sim o mediador que vai auxiliar os estudantes na reflexão sobre os melhores usos possíveis das TDICs” (BRASIL, BNCC, 2018).

Em 2017 o MEC propôs uma nova reformulação no ensino, anunciando em fevereiro daquele ano a lei nº. 13.415/2017 que institui o **Novo Ensino Médio** que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, ampliando o tempo mínimo do estudante na escola de 800 horas para 1.000 horas anuais (até 2022) e definindo uma nova organização curricular, mais flexível, que contemple uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a oferta de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, os itinerários formativos, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional, (BRASIL, Lei nº 13.415, 2017).

Ainda na busca do aprimoramento normativo das bases da Educação Nacional em 2018 o MEC divulga o **Parecer CNE/CP nº 15/2018**, aprovado em 4 de dezembro de 2018, constando a Instituição da Base Nacional Comum Curricular do Ensino

Médio (BNCC-EM) e orientação aos sistemas de ensino e às instituições e redes escolares para sua implementação, em regime de colaboração entre os sistemas de ensino, nos termos do Art. 211 da Constituição Federal e Art. 8º da Lei nº 9.394/1996 (LDB). Já em 2019 surge a **resolução n. 2 do Conselho Nacional de Educação**, publicada em dezembro, a qual definiu a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC- Formação). O documento trata da organização curricular dos cursos superiores para a formação docente e define as competências profissionais que qualificam os professores para colocar em prática as aprendizagens previstas na BNCC (BRASIL – CNE, 2019)

A partir de 2020, o MEC orientou as redes de escolas a construir e realizar consultas públicas para os currículos estaduais do Novo Ensino Médio e cabe aos Sistemas de Ensino (que abrangem os Conselhos, Secretarias de Educação e Instituições privadas de Ensino) elaborar normas complementares para regular a política em cada território. Atualmente na BNCC, no portal do MEC, encontra-se na área de implementações/práticas e aprofundamentos, diretriz que ressalta a importância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto escolar e suas possibilidades (MEC, 2023). Neste contexto o MEC ressalta que a BNCC contempla o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao uso crítico e responsável das tecnologias digitais tanto de forma transversal – presentes em todas as áreas do conhecimento e destacadas em diversas competências e habilidades com objetos de aprendizagem variados – quanto de forma direcionada – tendo como fim o desenvolvimento de competências relacionadas ao próprio uso das tecnologias, recursos e linguagens digitais, ou seja, para o desenvolvimento de competências de compreensão, uso e criação de TDICs em diversas práticas sociais (MEC, 2023).

Nessa vertente para apoiar a construção de currículos escolares e de propostas pedagógicas que contemplem tal uso “ativo” das TDICs nas escolas, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) elaborou e disponibilizou de forma aberta e gratuita o **Currículo de Referência em Tecnologia e Computação** (2018), prevendo eixos, conceitos e habilidades alinhadas à BNCC e voltadas exclusivamente para o desenvolvimento de competências de exploração e de uso das tecnologias nas escolas, além de propor uma reflexão sobre os usos das TDICs (CIEB, 2018). Os

eixos propostos nesse currículo perpassam todas as etapas da educação básica, e são: Cultura digital, Tecnologia digital e Pensamento Computacional, (MEC, 2023).

Complementando tais orientações Lucia Dellagnelo, diretora-presidente do (CIEB) em entrevista a Fundação Telefônica explica que:

Por meio das tecnologias digitais, os professores podem diferenciar, personalizar a experiência de aprendizagem e obter dados que ajudem a conhecer o processo de aprendizagem de seus alunos, oferecendo experiências de acordo com ritmo, com tempo, com espaço e com desejo de seus estudantes”, como também: As tecnologias digitais possibilitam que o aluno continue seu processo de aprendizagem para além das atividades da sala de aula e para a vida. Mais do que apenas ensinar essa disciplina, a cultura digital deve ter foco dentro das escolas e proporcionar aos alunos conhecimentos úteis, não somente para eles, mas para a sociedade como um todo, (FUNDAÇÃO TELEFONICA, 2021)

Lucia Dellagnelo complementa ainda que essa competência abre a possibilidade de inclusão nos currículos escolares de disciplinas ligadas à tecnologia. Não é só uma aliada no processo de ensino-aprendizagem, mas é também o conteúdo necessário para preparação dos cidadãos do século XXI, (FUNDAÇÃO TELEFONICA, 2021).

Por fim, com base nas metas do Plano Nacional da Educação (PNE) 2014-2024, o CIEB avalia que para garantir a universalização do ensino e o direito à educação básica de qualidade, a tecnologia torna-se uma potente estratégia de acesso ao ensino e de promoção ao protagonismo na aprendizagem. No entanto, não basta fornecer equipamentos a alunos e a professores, e não é suficiente levar conexão às escolas. A tecnologia educacional só vai resultar em impacto positivo se integrada a práticas pedagógicas orientadas para a inovação nas salas de aula, capazes de tirar o estudante do lugar de receptor passivo, levando-o a apropriar-se das ferramentas que lhe permitam participar ativamente da construção do próprio conhecimento (CIEB, 2022).

O CIEB avalia ainda que uma educação básica eficaz, com qualidade e equidade, contempla o conceito de *Escola Conectada*, desenvolvido pelo CIEB com base em estudos e experimentações voltados para o uso de tecnologia educacional. Neste contexto o próprio CIEB define Escola conectada como:

Escola Conectada como aquela que tem uma visão estratégica e planejada para incorporação da inovação e da tecnologia em seu currículo e nas práticas pedagógicas, com uma equipe capacitada para uso de tecnologia, que utiliza recursos educacionais digitais selecionados e que dispõe de equipamentos e de conectividade adequada (CIEB, 2022).

Dessa forma, entender o que é tecnologia passa também por entender “que inovação não significa apenas ter à disposição coisas como automóveis de luxo, televisores de altíssima definição ou netbooks” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2010, p. 103). Na educação, sentimos, ainda, que falta muito para entender que a simples disponibilização do recurso - televisão, computador, smartphone, tablet - não garante uma inovação no processo de ensino- aprendizagem, se não for acompanhada de um bom planejamento de formação dos professores para seu uso (VOSGERAU, BRITO, CAMAS, 2016). Portanto, consideramos tecnologia educacional a aplicação de recursos tecnológicos diversos no processo de ensino-aprendizagem como veremos melhor no próximo item.

3.2. Panorama Atual da Tecnologia de Informação e Comunicação nas Escolas do Brasil

Buscando melhor compreensão do panorama digital escolar no Brasil o Censo Escolar de 2020 mostrou que a internet está presente em 96,8% das escolas particulares, enquanto, na rede municipal, o percentual é de 66,2%. O Ensino Fundamental é o que menos dispõe de recursos tecnológicos, como lousa digital (9,9%), projetor multimídia (54,4%), computador de mesa (38,3%) ou portátil (23,8%) para os alunos ou mesmo internet disponível para uso dos estudantes (23,8%), dados presentes na Figura 02 (BRASIL, CENSO ESCOLAR, 2021).

O censo evidencia também que as escolas da rede estadual estão mais equipadas tecnologicamente do que as municipais. A disponibilidade de recursos tecnológicos no Ensino Médio é maior do que nas do Ensino Fundamental: 80,4% das unidades têm internet banda larga e o percentual de computadores de mesa para alunos é de 79,3%.



Figura 02. Panorama digital nas escolas do Brasil, Censo Escolar de 2021. Fonte: <https://tecnologia.educacional.com.br/blog/>

Esses dados confirmam a enorme transformação que passa a sociedade brasileira e o mundo como um todo graças às constantes mudanças no mundo tecnológico que vive um momento singular de avanço e influencias na sociedade contemporânea. O Brasil já identificou a importância do aparato tecnológico, pois em seu relatório da **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016/2022** consta que:

O desenvolvimento econômico dos países está assentado, cada vez mais, na inovação baseada no desenvolvimento científico e tecnológico. Não é por acaso que vários países, a exemplo de Estados Unidos e China, têm colocado a inovação como eixo central de suas estratégias de retomada do crescimento após a crise de 2008. Essa centralidade das políticas de ciência, tecnologia e inovação precisa ser perseguida pelo país, pois ela é fundamental para sustentar o desenvolvimento econômico brasileiro no longo prazo, (BRASIL, ENCTI, 2016/2022).

Segundo o Instituto Locomotiva, os dados apresentados até o momento podem esconder ou mascarar a real situação do nosso país, pois o Brasil ocupa a **80ª** posição, entre 120 países, no ranking de alfabetização digital do índice “The Inclusive Internet 2021”, publicado pela revista britânica *The Economist*. O indicador mede o nível de competência para uso da internet, como a capacidade de leitura para acessar notícias na Web. Entre os 20 países da América Latina, estamos em 16º lugar (INSTITUTO LOCOMOTIVA, 2022). Essa situação não poderia ser muito diferente pois segundo o relatório Leitores do século 21: desenvolvendo habilidades de alfabetização em um mundo digital, feito pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) com base nos resultados do **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, na sigla em inglês)**, 67% dos estudantes de 15

anos no Brasil não conseguem diferenciar fatos de opiniões na leitura de textos, evidenciando o longo percurso que a nossa educação ainda tem a percorrer, (OCDE, 2021).

O resultado desse quadro é o uso limitado dos recursos da tecnologia e da internet para conseguir explorar plenamente as oportunidades que o ambiente on-line oferece em termos de educação, exercício da cidadania e inserção no mercado de trabalho. Pessoas sem habilidades digitais ou incapacidade de interpretar textos têm dificuldades para buscar conhecimentos de forma autônoma como parte do processo de aprendizado contínuo que é exigido hoje dos profissionais. Esses indivíduos também são vítimas mais fáceis da desinformação e da polarização política nas redes sociais e têm menos chances de concorrer a empregos que exigem alta qualificação (INSTITUTO LOCOMOTIVA, 2022)

Ainda com base nos dados supracitados é perceptível que existe uma linha muito pequena entre os avanços tecnológicos e as desigualdades sociais. Há um risco que deve ser considerado, para evitar o aumento das desigualdades sociais à medida que nem todos têm condições de acesso aos recursos tecnológicos, por questões financeiras ou físicas e nisso se justifica a necessidade de pensar políticas e ações de inclusões sociais que respondam a esta demanda. Essa falta de acesso aos dispositivos tecnológicos que é enfrentada não apenas por estudantes, mas também por alguns professores, tende a impactar o domínio sobre as tecnologias empregadas em tais dispositivos. Não é plausível que nos dias atuais ainda existam profissionais da educação, ou mesmo alunos, que por condições socioeconômicas desfavoráveis, não façam uso no dia a dia das tecnologias disponíveis, (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2022).

O fato de não se ter um computador em casa, por exemplo, dificulta muito todo o processo de ensino-aprendizagem, e isso porque do ponto de vista do professor, ele precisa ser familiarizado e muitas vezes até dominar tecnologias empregadas em dispositivos, softwares, aplicativos, jogos, etc., e que são utilizadas para se obter e disseminar conhecimento. Do ponto de vista do aluno, ele precisa desse acesso para justamente aprender a lidar com as tecnologias atuais e a depender da área de conhecimento, será necessário que o mesmo pratique em casa o que aprende na escola, pois as transformações que ocorreram na educação ao longo da sua trajetória histórica se deram pelo contato com as transformações tecnológicas e suas

necessidades (TEDESCO, 2004). Desta forma Oliveira e Oliveira esclarecem também que:

A escola dispor de artefatos tecnológicos, não significa necessariamente que os mesmos serão utilizados da forma correta. Inúmeras escolas espalhadas pelo Brasil tanto da rede pública quanto privada, possuem um laboratório de informática, mas não utilizam o mesmo da forma apropriada. Isso se dá muitas vezes pela ausência de professores ou monitores de informática, mas não apenas isso, principalmente pela inexistência de um projeto pedagógico que inclua as tecnologias disponíveis no ambiente escolar (Oliveira; Oliveira, 2022, p. 358).

A Cultura Digital produz conteúdos, práticas sociais e novas linguagens que precisam ser problematizados nos espaços educativos, a fim de entender como tais elementos se instituem no campo educacional e reconfigura os currículos escolares. Nesses novos delineamentos, nos contextos educacionais em que a cultura digital está presente, percebe-se que, segundo Kenski:

Interagir com as informações e com as pessoas para aprender é fundamental. Os dados encontrados livremente na Internet transformam-se em informações pela ótica, o interesse e a necessidade, com que o usuário o acessa e o considera. Para a transformação das informações em conhecimentos é preciso um trabalho processual de interação, reflexão, discussão, crítica e ponderações que são mais facilmente conduzidos, quando compartilhado com outras pessoas (KENSKI, 2009, p.5).

A partir deste olhar, os espaços educativos não seriam hierarquizados e o professor ocuparia um papel de propulsor e, ao mesmo tempo, interlocutor das informações produzidas. Para alguns, é possível enxergar uma descaracterização das instituições educativas, todavia isso não seria possível, pois a escola contribui com a transformação da informação em conhecimento que envolve identidades, produções culturais, processos crítico-reflexivos reconhecidos e propiciados culturalmente pelos espaços educativos (ANJOS, SILVA, 2018).

3.3. Emprego das TDICs na Educação

O uso de tecnologias possibilita a construção de soluções produtivas para inovar e qualificar os processos educativos. De tal modo, a mediação pedagógica proporcionada pelo uso das tecnologias projeta a qualificação da ação docente

voltada para a construção de interfaces que impulsionem o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos envolvidos nos processos educacionais.

Neste sentido a tecnologia contribui para orientar o desenvolvimento humano, pois opera na zona de desenvolvimento proximal de cada indivíduo por meio da internalização das habilidades cognitivas requeridas pelos sistemas de ferramentas correspondentes a cada momento histórico. Assim, cada cultura se caracteriza por gerar contextos de atividades mediados por sistemas de ferramentas, os quais promovem práticas que supõem maneiras particulares de pensar e de organizar a mente (COLL, MONEREO, 2010).

No cenário digitalizado, atuais processos educacionais são marcados pela inserção e constante atualização das TDIC como recursos que facilitam o processo de aprendizagem a fim de potencializar as tecnologias que estão conectadas em redes sócio digitais constituidoras de ciberespaços. Segundo Lévy (1999), a palavra “ciberespaço” foi inventada em 1984 por Willian Gibson, em seu livro de ficção científica *Neuromante*. No livro, este termo indica o universo de redes digitais. Assim, define-se ciberespaço como lugar aberto para comunicação interconectado mundialmente através da internet (ANJOS, SILVA, 2018).

Portanto, as novas relações são estabelecidas a partir de lugares não fixos, porém sintonizados com informações muitas vezes compartilhadas no momento que acontecem. Essa cultura tem atraído as gerações mais novas que já nasceram imersas nas diferentes tecnologias e exigem que seus processos educativos sejam produzidos a partir do uso das tecnologias (ANJOS, SILVA, 2018).

Assim, os desafios postos aos sistemas escolares, bem como na formação de profissionais envolvidos nos processos educativos em tempos de TDIC, convergem, cada vez mais, para o entendimento da instituição escolar como espaço privilegiado de socialização e emancipação das crianças e jovens, considerando, para tanto, a aquisição de conhecimentos científicos, culturais e sociais que poderão, cada vez mais, estar inscritos na lógica da rede. De fato, a discussão sobre as TDIC e a formação de professores põe na cena educacional o debate sobre o lugar das tecnologias nesse território (ALONSO, 2008).

Em vários estudos sobre TDIC (ALONSO, 2008; VALENTE, 2013; FANTIN, 2012) os pesquisadores posicionam-se a favor do uso das TDIC enquanto instrumentos semióticos para aprendizagem em situações de experiências autênticas que potencializam o desenvolvimento de alunos e ampliam as interações coletivas. O uso de TDIC pode possibilitar a modificação, amplificação e exteriorização de numerosas funções cognitivas como a memória, a percepção, a imaginação, raciocínio. A memória pode ser ampliada a partir do uso de banco de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais. A imaginação pode ser estimulada a partir de simuladores e instrumentos de criação e representação do pensamento abstrato. A percepção pode ser estimulada por meio de sensores digitais, realidades virtuais. O raciocínio pode desenvolver-se através de inteligência artificial. Tais tecnologias podem ser compartilhadas entre numerosos indivíduos, e aumentam, portanto, o potencial de inteligência coletiva das identidades humanas (LEVY, 2010).

As TDIC aparecem como recursos para ampliar o repertório de signos, sistemas de armazenamento, gestão e acesso à informação impulsionando as aprendizagens. Há de se considerar que as TDIC transformaram numerosos aspectos da vida e fazem emergir novas perspectivas educativas. “Esta circunstância ajuda a explicar porque praticamente todas as perspectivas sobre o ensino e aprendizagem podem argumentar que encontraram no computador um aliado de valor inestimável” (SANCHO, 2006, p.21).

As TDIC exigem do professor conhecimento sobre as ferramentas multimídias disponíveis, a utilização do dispositivo para buscar, interpretar e comunicar informações, avaliar seu uso e julgar criticamente as informações recolhidas. A televisão é um dispositivo com mais tempo de uso, portanto mais domínio quanto a sua usabilidade e interatividade.

Nesse cenário, os alunos, muitas vezes, têm mais acesso às TDIC do que o professor, de forma que é possível um aluno ter mais conhecimento sobre a usabilidade de determinadas tecnologias (ANJOS, SILVA, 2018).

Assim, o que pretendemos é a construção de práticas docentes que se aproximem do uso das tecnológicas. O saber oral e os gêneros de conhecimento fundados sobre a escrita ainda existem, é claro, e sem dúvida irão continuar existindo sempre. Não se trata aqui, portanto, de profetizar uma catástrofe cultural causada pela

informatização, mas sim de utilizar os trabalhos recentes da psicologia cognitiva e da história dos processos de inscrição para analisar precisamente a articulação entre gêneros de conhecimento e tecnologias intelectuais (LEVY, 2010).

3.4. A Importância das TDICs no Fomento da Perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Na literatura recente no campo da tecnologia educacional, é crescente a importância dada para a construção de uma visão situada e crítica do uso pedagógico das TDICs, que esteja ancorada nas necessidades dos contextos específicos de ensino e que busque perceber a natureza dos conteúdos da área de formação, seus desafios e estratégias (ANGELI; VALANIDES, 2015).

Além disso, com as mudanças sociais recentes torna-se necessário um ensino voltado para a contextualização entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade, dessa forma surgiu a perspectiva CTS no ensino. Esta tem por função formar alunos críticos quanto à importância da Ciência e da Tecnologia, para que os mesmos sejam capazes de interferir nas decisões sobre essas vertentes. “Compreender a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, significa ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva no mundo” (Brasil 2000, p. 14).

Na modalidade de atividades autênticas, discute-se o potencial pedagógico da aprendizagem situada para a construção ativa do conhecimento pelos alunos. As atividades autênticas podem ser: contextualmente autênticas, quando envolvem a resolução de problemas reais; cognitivamente autênticas, quando estimulam o desenvolvimento de processos cognitivos necessários à expertise na área; atividades de construção, que envolvem análises, integração e organização da informação para comunicar aos pares ou para a criação de produtos. (ESPÍNDOLA; GIANNELLA, 2019)

No âmbito do ensino de ciências diversos autores vêm buscando estabelecer categorias de atividades baseadas nas TDIC, que aprimorem o processo de aprendizagem dos alunos. Com base na literatura, Giannella (2007), Costa, Presa (2017) e Giannella, Struchiner (2010) caracterizam as atividades autênticas no ensino

de ciências e da saúde em diferentes estratégias de ensino-aprendizagem mediadas pelas TDIC: aprender explorando, quando incentivam os alunos a buscar conhecimentos e informações em diferentes fontes; aprender fazendo, ao explorar atividades práticas e reais; aprendizagem incidental, que englobam as atividades de entretenimento e lúdicas que geram aprendizado; ensino baseado em casos que partem de situações reais ou que simulam a realidade para o tratamento de problemas complexos que envolvem diferentes variáveis; e aprender refletindo, que são estratégias que criam oportunidades para os estudantes realizarem perguntas e questionamentos, externalizando seu processo de construção do conhecimento (ESPÍNDOLA; GIANNELLA, 2019).

Alguns exemplos de recursos tecnológicos que podem funcionar como suporte para a aprendizagem são: jogos digitais, aplicativos, filmes, imagens, hologramas entre outros. O uso de tais recursos possibilita o desenvolvimento do conhecimento de maneira divertida e interativa, aumentando a motivação dos alunos, já que disponibilizar atividades diversas e atrativas, constitui-se como um instrumento multifacetado que favorece o aprender e/ou resolver problemas, através da interação com o saber (SOUSA, MOITA, CARVALHO 2011 Apud CARVALHO, GUIMARÃES 2022).

Segundo Azevedo (2008) o ensino de Ciências deve promover a articulação dos saberes no cotidiano escolar, contribuir com a educação e sem perder de vista a necessidade de valorizar o conhecimento científico-tecnológico. Porém, apesar da grande discussão da necessária reforma do ensino de ciências, pouca coisa mudou e a aula expositiva citada por Krasilchik (2004) continua sendo a modalidade didática mais comum no ensino de Ciências. Além da aula expositiva, os professores ainda estão muito presos aos livros didáticos, que tem sido praticamente o único instrumento de apoio do professor, como mostra a realidade da maioria das escolas, o que pode tornar o ensino sistemático e pouco inovador, gerando desinteresse e falta de motivação nos alunos (FRISON et al, 2009 Apud CARVALHO, GUIMARÃES 2022).

Diante do que foi exposto e das diversas mudanças políticas, sociais e tecnológicas, notamos a necessária transformação do ensino, este que deve se tornar transformador e contextualizado, ampliando as discussões sobre a tecnologia e inserindo o uso desta no processo de aprendizagem (CADENA; SARAIVA; DOS

SANTOS, 2020). Nessa perspectiva, Chassot (2011) afirma que os currículos de Ciências se encontram cada vez mais buscando uma abordagem interdisciplinar, na qual a Ciência é estudada de maneira inter-relacionada com a Tecnologia e a Sociedade.

Nesta mesma vertente, segundo Moran (2007), as tecnologias se constituem em pontes que abrem a sala de aula para o universo científico, além de serem formas de representação da realidade, seja de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas combinadas e integradas, possibilitando assim uma melhor apreensão da realidade, além de favorecer o desenvolvimento de todas as potencialidades do discente.

No âmbito do ensino de ciências, McCrory (2008) ressalta o potencial das TDIC para representar fenômenos de difícil visualização, onde as imagens estáticas ou dinâmicas podem ajudar na interpretação, construção de sentido e representação de conceitos. Por meio de ferramentas digitais, animações permitem a visualização e representação de fenômenos complexos, atividades que contribuem com a construção de conhecimento conceitual (BLANCHARD et al., 2011).

No âmbito do ensino de ciências, McCrory (2008) ressalta o potencial das TDIC para representar fenômenos

Linn (2003) ressalta a possibilidade de incorporação de novas representações para a visualização dos fenômenos, mas enfatiza que as TDIC têm favorecido também o letramento científico, contribuindo para o entendimento da ciência como uma linguagem. Para Blanchard e colaboradores (2011) essa potencialidade das TDIC favorece leituras de conteúdos científicos que circulam em diversas mídias permitindo contrapor diferentes ideias sobre um mesmo tema.

Discutindo diferentes atividades relacionadas à aplicação de princípios, fatos e conceitos envolvidos no processo do “fazer ciência”, Blanchard, Harris e Hofer (2011) apontam que as TDIC podem auxiliar a praticar procedimentos de segurança, a realizar procedimentos em laboratórios virtuais, a gerar, registrar, coletar e computar dados com auxílio de planilhas, por meio de softwares de processamento de dados, calculadoras gráficas e científicas e instrumentos científicos digitais. Os autores

discutem também a importância de os estudantes desenvolverem e expressarem seus próprios entendimentos sobre um determinado conhecimento. Para isso salientam que as TDIC podem auxiliar a construir modelos próprios, imagens, mapas representativos e materiais audiovisuais, propondo novas formas de expressar conhecimentos (ESPINDOLA, GIANNELLA, 2018).

3.5. TDICs na Perspectiva do Ensino de Química

Em se tratando da disciplina de Química no Ensino Médio, duas situações são alvo constantes de discussões acadêmicas: a primeira relacionada com o professor, que muitas vezes sente dificuldade em manter a atenção e interesse dos alunos na aula; e a segunda relacionada com os alunos que, geralmente, acham monótonas e pouco atrativas as aulas de Química, demonstrando desinteresse pelos conteúdos trabalhados (SILVA, CANTANHEDE, CANTANHEDE, 2020). Nesse contexto, a dissociação dos conteúdos trabalhados com o cotidiano dos alunos contribui para que os alunos tenham dificuldades na compreensão de conteúdos químicos, gerando resistência na aprendizagem e dificuldade na assimilação de conceitos dessa disciplina (KRASILCHIK, 2004). Nesse sentido, a introdução das TDICs pode contribuir para o envolvimento dos alunos durante as aulas, sendo também uma alternativa promissora para o favorecimento do processo de ensino-aprendizagem, auxiliando os professores e facilitando a compreensão dos conteúdos pelos alunos (LUCENA, SANTOS, SILVA, 2013).

O uso das TDICs, como recurso pedagógico ao professor, abre espaço para a criação de diversas estratégias de ensino nas aulas de Química. O uso dessas novas metodologias pode possibilitar ao professor sair do ensino tradicionalista para utilizar concepções de ensinar e aprender de forma mais motivadora (MELO, 2007). Segundo Giordan (2008), a utilização das TDICs é particularmente atrativa no ensino de Química, especialmente quando se considera a representação de fenômenos do meio natural em meio digital, como forma de dinamizar o ensino e aprendizagem, pois permite, por exemplo, formular e testar hipóteses e simulações de fenômenos químicos, a fim de consolidar os conceitos teóricos com a prática.

Dentre as TDICs utilizadas no ensino de Química, podemos citar os softwares educativos, que são baseados em uma programação criada para desenvolver uma

atividade específica. Os softwares educativos vêm conquistando seu espaço e contribuindo no processo de ensino-aprendizagem, favorecendo os alunos, professores e as próprias instituições de ensino. Existem inúmeros softwares que abordam os mais diversos conteúdos e funcionalidades no ensino de química, entre eles: os laboratórios virtuais que simulam experimentos muito próximos da realidade; software de interação com a tabela periódica com as características e aplicações dos elementos químicos; simuladores de estruturas e construção de compostos químicos orgânicos ou inorgânicos e visualização de tais moléculas 3D; software de modelagem molecular de estruturas moleculares etc. E ainda software que permite a observação dos tamanhos dos átomos e verificação das ligações químicas (LEITE, 2015).

As ferramentas e dispositivos digitais oferecem meios e práticas pedagógicas para o ensino de Química que podem contribuir com a construção de relações conceituais entre os três níveis do conhecimento químico enfatizados por Santos e Ferreira (2018): o fenomenológico, o representacional e o teórico. De acordo com os referidos autores, o nível fenomenológico relaciona-se à observação possibilitada pelos sentidos, o representacional aos símbolos, fórmulas e equações próprias do campo da química e o nível teórico, compreende a estruturação teórico-conceitual que fundamenta a explicação das entidades químicas, como os átomos e as moléculas, bem como de suas interações de caráter submicroscópico. É nessa triangulação dos níveis que transita a maior dificuldade do processo de ensino e aprendizagem da química. (DA MATA, 2021).

Nessa perspectiva, Jesus, Soares e Mesquita (2017) argumentam sobre o uso de aplicativos para dispositivos móveis digitais, no intuito de motivar e proporcionar representações simbólicas a nível submicroscópico de moléculas orgânicas. Para os autores, os aparelhos *smartphones* trazem símbolos em sua linguagem, permitindo a interação do usuário com estes símbolos por meio da manipulação do programa instalado no aparelho. Assim, como nos conceitos químicos, os símbolos apresentados pelos aplicativos auxiliam na compreensão dos diferentes níveis do conhecimento químico (DA MATA, 2021, YESGAT, 2022).

A ciência em geral e a química em particular são ferramentas essenciais para o progresso das nações e desenvolvimento (OLAKANMI, 2015; YESGAT, 2022). Os alunos devem ter a oportunidade de descobrir e inventar para a rápida expansão da

ciência e da tecnologia. A química como ciência teve grande impacto no desenvolvimento das nações e sua importância justifica a necessidade de expor os estudantes de química métodos inovadores como instrução assistida por computador (CAI – Computer assisted Instruction) e métodos de investigação. Os alunos expostos a métodos apropriados de ensino, eles serão capazes de aplicar o conhecimento, comunicar de forma eficaz, e ser analítico, pensador crítico, curioso e imaginativo [EDYING, ODEY, GIMBIA, 2015], corroborando para tornar os alunos mais próximos do letramento científico proposto na BNCC, (BRASIL 2018).

Sendo assim, ressalta-se a importância de discutir, (re)pensar e (re)formular a formação de professores, para que estes sejam capazes de fazer uso desse recurso tão importante em sala de aula, que é a tecnologia. Com investimento na formação inicial e continuada, os docentes podem ser capazes de adequar as estratégias de ensino às mudanças tecnológicas. Além disso, é importante ressaltar que a formação docente é incessante, ou seja, não tem fim, e acontece todos os dias, em cada sala de aula e em contato com cada indivíduo (CARVALHO, GUIMARÃES 2022).

3.6. Aspectos Gerais da Holografia e o seu Potencial como Instrumento Educacional

A importância da ciência na sociedade exige que os métodos de ensino usados nas salas de aula incentivem a aprendizagem significativa com base na realização de competências. Por esta razão, conceitos científicos devem ser ensinados de tal forma que despertem o interesse dos alunos compreensão dos fenômenos contemplados no mundo que nos cerca. A metodologia do ensino de ciências na sala de aula é crucial, pois visa abordar a aprendizagem interdisciplinar. Esse tipo de metodologia traz importantes benefícios quando realizada em uma forma adequada, pois permite transferir os conhecimentos e habilidades do aluno para o mundo real em que vivem, conferindo uma aprendizagem significativa em que a motivação desempenha um papel muito importante (ORGOS, MAGREÑÁN, 2018)

Como visto até o momento nesta revisão, as tecnologias estão presentes e é uma consequência do desenvolvimento da sociedade, e em importante destaque pode-se enfatizar o mundo das imagens em 3D que ganham o mercado através de filmes, televisores, câmeras fotográficas, celulares e jogos de videogame. A

holografia, representada na Figura 03, incide na tecnologia que tem como característica a interatividade dos elementos tridimensionais e a expressão que a define seria reconstrução das frentes de onda (UNIVERSAL-HOLOGRAM, 2009).



Figura 03. Comercial de um projetor de holograma 3D feito pela Olomagic (Marbella, Spain). A esquerda nota-se um projetor comercial e a direita dois estudantes estudando os movimentos da terra e a lua. <https://www.olomagic.com/es/uso-vitrina-holografica-3d/>

O surgimento da holografia deu-se em 1948 com as habilidades do cientista Dennis Gabor (ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1971) que trabalhava na melhoria da precisão de um microscópio eletrônico. Desta forma, atribui-se o termo Holos: todo, inteiro e Graphos: sinal, escrita, visto que este é um método de registro completo com profundidade (HARIHARAN, 2002). Desta forma, holografia é uma técnica de registro de padrões de interferência de luz, que podem gerar ou apresentar imagens em três dimensões, de maneira analógica a fotografia que resulta do processo fotográfico, ou seja, o holograma clássico é uma imagem reproduzida através de laser que tem como principal característica a tridimensionalidade da imagem (HARIHARAN, 2002; TOLEDO et. al., 2011).

A técnica de holografia está crescendo, se diversificando e ganhado importância e utilização no dia-a-dia da sociedade moderna. Seu estudo está se aprofundando criando perspectivas fantásticas na área do entretenimento, arte e ensino. E por trás desta técnica existem dois conceitos principais: O fenômeno de interferência e o fenômeno da difração (SCHIVANI, SOUZA, PEREIRA, 2018).

É inegável o aspecto lúdico que carrega as ilusões de óptica presente na holografia, evidenciando um enorme potencial para despertar a curiosidade dos

indivíduos de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridades. Medeiros (2008) destaca que:

[...] as ilusões de óptica poderiam ser úteis não apenas no ensino da própria óptica, mas igualmente para auxiliar os estudantes no desenvolvimento dos processos de observação, comunicação, controle de variáveis, formulação de hipótese, coleta e interpretação de dados.

Stephen Benton, um dos pioneiros da holografia, apontou em mais de uma ocasião que o que torna a holografia tão interessante é o fato deste fenômeno físico atuar na interseção da ciência, da arte e da tecnologia (MIT NEWS, 1999). É verdade que a holografia é um dos ramos mais importantes da ótica moderna e deu origem a um grande número de aplicações científicas e tecnológico e tem fornecido técnicas que podem ser usadas em quase qualquer área de pesquisa pura ou aplicada, mas não é menos verdade que a holografia é um dos poucos campos científicos que forneceu também um meio para a arte (BELENDEZ, 2009).

A holografia também tem sido aplicada à análise de partículas microscópicas sendo possível analisar seu tamanho, posição, deslocamento e velocidade. Desta forma é possível estudar desde aerossóis até plâncton marinho e ainda tem sido usado para analisar a dinâmica de partículas microscópicas e crescimento de cristais em condições de microgravidade através de experimentos feito a bordo do ônibus espacial discovery em que mais de mil hologramas foram registrados (BELENDEZ, 2009, TROLINGER et al., 1996).

Samain (2005) aponta que o holograma produz a sensação de estar diante de outra realidade: a hiper-realidade sensível das formas visuais dotadas de efeitos tridimensionais que surgem no espaço holográfico. O caráter referencial do holograma é dado pela sua capacidade de registrar e documentar a realidade, como costuma acontecer com a fotografia e, aqui, tem-se o adicional da “tridimensionalidade” da imagem holográfica (RIBEIRO et al., 2018).

A holografia é a única técnica que pode registrar toda a qualidade tridimensional de um objeto, e permite que o observador veja facilmente isso como uma imagem que é verdadeiramente 3D (KO, 1998). Hologramas de órgãos humanos e outras figuras podem ser usados para ensinar a adultos e crianças dissecações simples, bem como instruir estudantes de medicina e médicos com as mais recentes técnicas cirúrgicas,

ferramentas e ambientes inovadores. Para alunos de todas as idades e origens, jogos tridimensionais e sistemas oferecem uma formação educacional estimulante que pode tornar informações científicas complexas e conteúdo de saúde não apenas significativo e instrutivo, mas mais envolvente (WALKER, 2013).

O estudo de Serra et al. (2009) estabelece uma base pedagógica de como o holograma é um meio de ensino considerando que é suportado pelos princípios da pedagogia geral. Ao concluir este estudo, o aluno tem a sensação de que este objeto é presente e ele ou ela está mais predisposto para a aprendizagem. Existem três fatores que permitem argumentar este fato:

- ✓ A possibilidade dessa observação facilita a representação mental e a formação de conceitos, leis, etc.
- ✓ Permite obter as representações baseadas nas relações entre a forma e o conteúdo.
- ✓ Os alunos tornam-se são capazes de estabelecer relações conceituais.

Em estudo realizado por Wong et al. “Pesquisa e Prática em Aprendizagem Aprimorada por Tecnologia” tradução direta do inglês, em relação à incorporação dos hologramas na educação infantil os alunos se mostraram bem mais interessados neste tipo de método de aprendizagem em comparação às abordagens convencionais de ensino. “Eles gostaram e pediram para ter este tipo de tecnologia como método de aprendizagem na escola” (Wang, 2017).

No entanto, como qualquer tecnologia, ainda tem algumas desvantagens. Em comparação com projeções 2D, tem custos de produção mais elevados. Projeção holográfica no design de produtos são mais caros. Criar imagens usando hologramas 3D é demorado. O armazenamento de dados holográficos apresenta problemas de ruído e sensibilidade. Além disso, as salas de aula precisam ser equipadas com o equipamento certo. Países desenvolvidos já estão usando essa tecnologia em sala de aula, mas parece que precisa de muito mais tempo para ser aplicado em países pobres. Treinar professores e alunos para usá-lo é outra história. Finalmente, instalar o material certo nos dispositivos requer mais pesquisas (KALANSOORIYA, MARASINGHE, BANDARA, 2015)

No estágio atual de emprego da holografia é possível visualizar algum tipo de classificação. Os tipos de holografia usados atualmente na educação podem ser: (a) pseudo-holograma, (b) holograma analógico, e (c) holograma digital. O pseudo-holograma está em uma imagem semelhante às imagens de holografia 3D que usam telas 2D e fotos digitais 3D para imitar o efeito de objetos 3D. Holograma flutuante e métodos de mapeamento de projeção são exemplos de pseudo-holograma. O holograma flutuante usa imagens da superfície 2D refletidas nas pirâmides de espelho invertido para obter uma representação 3D da imagem (LIU et al., 2013). Devido à simplicidade e conveniência dos dispositivos necessários, esta tecnologia é frequentemente utilizada e experimentada em o ambiente de sala de aula para fins educacionais (ORCOS, MAGREÑÁN, 2018). O outro tipo de pseudo holograma é o mapeamento de projeção que projeta as imagens de vídeo 2D ou 3D na tela de malha transparente como se o objeto estivesse flutuando no ar. Devido à alucinação e efeito imersivo estético da imagem projetada, este método é frequentemente usado em teatros e performances (RODRIGUEZ et al., 2015). O holograma analógico é uma técnica que registra as luzes refletidas dos objetos em filmes. Também é chamada de holografia óptica que requer dispositivos incluindo lentes, acessórios e filmes fotográficos (TSANG, POON, 2016). Por fim, a holografia digital refere-se à aquisição e processamento de hologramas com um conjunto de sensores digitais, normalmente uma câmera CCD ou um dispositivo similar. A renderização de imagens ou reconstrução de dados de objetos é realizada numericamente a partir de interferogramas digitalizados. Os hologramas digitais podem gravar imagens de 360° representadas como um todo e podem ser vistos a olho nu, sem dispositivos ou telas especialmente projetadas (YOO et al., 2022).

Como visto nesta breve revisão bibliográfica a inserção do universo TDICs no planejamento das aulas dos professores de ciência, é algo imperativo e urgente. Nesta pesquisa, trabalhou-se bastante com as ferramentas TDICs e em especial as projeções holográficas e os aplicativos de internet, como veremos em maior detalhe na metodologia e nos resultados e discussão.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento desta dissertação buscou investigar meios teóricos e práticos sobre o emprego das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e em particular a holografia como instrumento de apoio pedagógico no desenvolvimento de conteúdos de Química. Porém, ao se tratar das (TDICs) no campo educacional, percebe-se que a realidade é complexa e variável, principalmente para obtenção de efeitos imediatos, assim, nesta pesquisa, utilizou-se a abordagem metodológica qualitativa que envolve a obtenção de dados descritivos com apoio na pesquisa bibliográfica para verificar e analisar a utilização de ferramentas como: internet, aplicativos, computadores e dispositivos de comunicação (smartphones e tablets) no desenvolvimento e aplicação de ferramentas holográficas no ensino de química, concomitantemente, buscou-se relatos de experiências diversas que pudessem nortear a fundamentação teórica e práticas do emprego de tais ferramentas na educação.

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender e explicar, além da precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno, (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Portanto, nesta pesquisa a metodologia empregada foi do tipo qualitativa, pois utilizamos a oratória, a escrita, a observação além de ações de docentes e discentes no âmbito do ensino de Química, buscando contemplar os objetivos da pesquisa proposta. Na abordagem qualitativa o ambiente natural faz parte da fonte direta de dados e tem o pesquisador como seu principal instrumento. Eles devem estar em contato direto e prolongado. Os dados coletados são, predominantemente, descritivos e a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto (LÜCKE E ANDRÉ, 1986).

O intuito nesse tipo de estudo é a implementação de uma base de sustentação teórico/metodológica que possibilita uma análise consistente do objeto observável. Não se trata aqui de privilegiar a dimensão dos conteúdos de química, nem tampouco, as abordagens metodológicas a serem instituídas no processo de ensino, mas entendê-las enquanto instâncias objetivas integrantes do referido processo, numa

perspectiva de interface, possibilitando ao professor e também ao aluno uma compreensão mais ampla do objeto de ensino de química (TRIVINÓS, 1987).

Então, esta pesquisa visou estudar assuntos do conteúdo de ciências, em especial a química do ensino médio, os quais a observação em três dimensões (3D) gere um ganho significativo no entendimento do conteúdo trabalhado como, por exemplo: estrutura molecular, modelo atômico, funções orgânicas, etc. Parece-nos, portanto, que a holografia se ajusta muito bem a esse papel, ampliando e dando a oportunidade do discente visualizar, na perfeição, uma matéria abstrata, microscópica, vista usualmente de maneira estática no papel ou em vídeos bidimensionais, passando a enxergá-las em 3D e em movimento (YOO et al., 2022).

ETAPAS DO PROJETO: No que diz respeito as etapas executadas para que pudesse alcançar os objetivos do trabalho pode-se enumerá-las como:

1. Revisão bibliográfica;
2. Construção da pirâmide holográfica com materiais alternativos;
3. Escolha e edição dos vídeos empregados nas projeções holográficas;
4. Desenvolvimento do aplicativo via internet para dispositivos eletrônicos (smartphone, tablete ou notebook) onde vídeos e assuntos correlatos ficaram depositados;
5. Demonstração das ferramentas de ensino desenvolvidas a docentes e alunos do ensino médio;
6. Análise e discussão dos resultados.

A seguir é feito um detalhamento melhor de cada etapa:

Primeira etapa, fez-se uma pesquisa bibliográfica ampla a respeito das tecnologias digitais de informação e comunicação checando vários conteúdos bibliográficos (artigos, dissertações, teses e documentos governamentais) e selecionando 128 documentos com ênfase em assuntos como: legislação da educação básica; panorama atual da tecnologia de informação e comunicação nas escolas do Brasil; emprego das TDICs na educação; importância das TDICs no

fomento da perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); holografia e o ensino de ciências em especial, no ensino de química.

Segunda etapa, construção das pirâmides. A projeção holográfica foi realizada empregando-se pirâmides construídas a partir da junção de quatro trapézios isósceles idênticos (um trapézio isóscele é um quadrilátero cujos lados oblíquos são congruentes entre si, isto é, possuem a mesma medida), formando um tronco de pirâmide com o quadrado menor no topo e o quadrado maior na base, Figura 04.

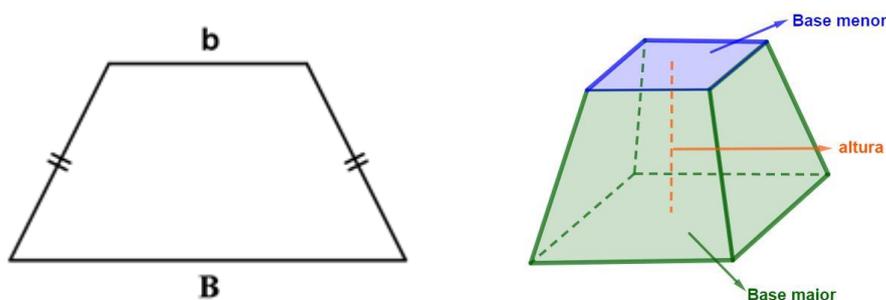


Figura 04. Representação gráfica do trapézio isósceles e do tronco de pirâmide com um quadrado menor no topo e um quadrado maior na base. Fonte: <https://www.preparaenem.com/matematica/tronco-de-piramide.htm>.

As pirâmides podem ser feitas por vários tipos de materiais como folha de acetato transparente; folha de acrílico transparente ou, até mesmo, parede de garrafa Pet transparente. O tamanho da pirâmide é proporcional ao tamanho da tela onde o vídeo é passado, em trabalhos disponíveis na literatura (ORCOS; MAGREÑÁN, 2018) uma pirâmide com quatro lados (quatro trapézios isósceles) teria as seguintes dimensões proporcionais: base menor de 1 cm, base maior de 6 cm e altura de 3,5 cm quando adaptado para uso na tela de um smartphone de 6". Para emprego em dispositivos maiores basta manter essa proporção como para tablete e notebooks, salientando que a base menor da pirâmide fica em contato com a tela do dispositivo e a base maior fica para cima (SCHIVANI, SOUZA, PEREIRA, 2018). Em nosso caso dentre os materiais testados para a confecção da pirâmide a folha de transparência (filme de poliéster com espessura de 100 micra, 100 μm) e a folha de Poliestireno virgem 100% de 0,6 mm foram as que proporcionaram os melhores resultados.

Terceira etapa, escolha e edição dos vídeos empregados nas projeções hologramas. Esta etapa tem associação direta com o conteúdo que se pretende trabalhar, por exemplo, no estudo de orgânica, estrutura molecular e funções,

selecionou-se o vídeo primário da estrutura da aspirina (ácido acetilsalicílico) disponível na plataforma do “Youtube” endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=2hfgegArtww>. Nesta mesma plataforma encontra-se vários vídeos primários mostrando, por exemplo: átomos, moléculas, orbitais, células, modelos atômicos que, devidamente editados e preparados para projeções holográficas, geraram ótimas projeções. As edições dos vídeos foram feitas empregando-se o programa de software “Sony Pro Edition” da “Magic”, versão 7.0, 64 bits, mas não é um soft de uso aberto e sim pago, portanto usamos o “Power Point”. Qualquer um dos programas resulta na mesma qualidade de imagem, ressaltando que o Power Point demanda mais etapas durante a edição. Para maiores detalhes sobre o processo de edição dos vídeos vide **Apêndice 01**. É importante ressaltar que no “Youtube” já existem alguns vídeos com conteúdo de química já editados para projeções holográfica como o vídeo sobre geometria molecular disponível no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=70-4iGk6XT0>

Quarta etapa, desenvolvimento do aplicativo via internet para aparelhos de comunicação (*smartphone, tablets e notebooks*) que possa auxiliar como banco de dados acessível, instantaneamente, contendo os vídeos devidamente editados bem como links de assuntos correlatos aos vídeos. O aplicativo foi desenvolvido com base na plataforma gratuita “kodular creator” (<https://www.kodular.io/creator>), neste ambiente foi gerado todo código fonte do aplicativo, posteriormente, fez-se a configuração externa utilizando o banco de dados gratuito denominado “Firebase” (www.firebase.com.br) nesta plataforma é possível configurar externamente páginas Web, figuras, legendas, etc. O aplicativo desenvolvido cujo endereço eletrônico é: (<https://play.google.com/store/apps/details?id=holograma1.myapp>) permite atualizações de conteúdo constantemente, portanto, novos assuntos, novos vídeos e novas ideias oriundas de alunos e professores podem facilmente serem incorporados ao sistema. Maiores detalhes de como se fez o aplicativo vide **Apêndice 02**.

Quinta etapa, demonstração das ferramentas holográficas (pirâmide, vídeos holográficos, aplicativo e assuntos correlatos) à docentes: dois de química, um de física, um de matemática e um de biologia, sendo que um dos professores de química tem licenciatura em biologia e a 19 discentes do terceiro ano do ensino médio do Colégio Monteiro Lobato, situado na cidade de Coaraci no Sul da Bahia. Todos os docentes e discentes participaram de forma voluntária, pois a demonstração das

ferramentas desenvolvidas não estava vinculada a nenhuma atividade pedagógica do colégio, objetivando deixar os participantes extremamente à vontade com as ferramentas apresentadas afim de emitirem livremente suas críticas e sugestões.

O processo de apresentação das ferramentas teve a estratégia de ser subdividido em três momentos, tanto para docentes como discentes, ou seja, **primeiro** foi disponibilizado o aplicativo para o smartphone do usuário via link ou pelo “Google Play®”, demonstrando o conteúdo disponível nele e relatando também como se deu a produção dos vídeos (edição) para deixá-los aptos a serem empregados em pirâmides holográficas. Num **segundo** momento e em local apropriado foi realizada a apresentação da holografia, apresentando-se inicialmente aos alunos, conforme é possível observar na Figura 05 e posteriormente aos professores convidados.

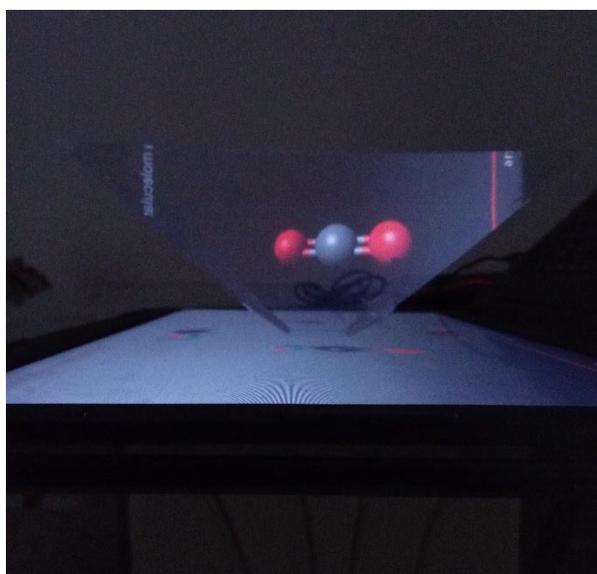


Figura 05. Foto tirada durante a apresentação da projeção holográfica da estrutura atômica para alguns alunos convidados do terceiro ano do ensino médio.

Durante a apresentação das projeções holográficas foi simulada a contextualização do estudo do modelo atômico e de algumas funções orgânicas, demonstrando imagens 3D de um modelo atômico da molécula de aspirina e do DNA. Esta etapa visou observar a aceitação, a compreensão, a acessibilidade às ferramentas holográficas e digitais de docentes e discentes. Buscou-se um ambiente mais informal, sem caráter avaliativo em relação aos discentes, estimulando os participantes ao máximo a manusear, mexer, realizar as projeções, criticar e

participarem de possíveis alterações dadas a flexibilidade de atualização das ferramentas, especialmente o aplicativo. Num **terceiro** momento foi solicitado aos discentes e aos docentes que respondesse a um questionário visando compreender melhor a aceitação e percepção dos participantes a respeito do emprego desta ferramenta no ensino de ciências, em especial de Química. Os questionários tanto para alunos como para docentes encontram-se no **Apêndice 03**.

Sexta etapa, análise e discussão dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da análise da aplicação pedagógica das ferramentas desenvolvidas junto aos alunos e docentes do ensino médio salientamos que o processo de edição dos vídeos para projeção holográficas encontra-se devidamente descrito no Apêndice 01 bem como o processo de construção do aplicativo encontra-se presente no Apêndice 02, nesta seção da dissertação mostraremos o conteúdo presente no aplicativo e posteriormente faremos a discussão dos dados referentes a aplicação em conjunto destas ferramentas junto a discentes e docentes do ensino médio.

Então, como visto na metodologia as ferramentas desenvolvidas (pirâmide holográfica, edição de vídeos para holograma e aplicativo educacional) foram apresentadas a professores e alunos do ensino médio, e os resultados e as discussões seguem a sequência apresentada na metodologia, tal como:

- I. Construção da pirâmide com material alternativo. Pirâmides feitas de folha de transparência (filme de poliéster com espessura de 100 micra, μm) para projeção holográfica
- II. Vídeos devidamente adaptados para projeções holográficas (**Apêndice 01**);
- III. Aplicativo para smartphone contendo os vídeos editados no formato para projeções holográficas além de conteúdo de reforço as projeções efetuadas (**Apêndice 02**);
- IV. Projeções holográficas propriamente ditas apresentadas a discentes e docentes

V. Apresentação e discussão dos dados

5.1. Construção da Pirâmide com Material Alternativo para Projeção Holográfica

Uma parte importante deste trabalho foi a construção das pirâmides, sabendo-se que existem pirâmides disponíveis para comprar no mercado conforme visto na Figura 06. Uma pirâmide pequena de vidro para projeções em tablete ou smartphone é possível encontrar em sites de compras no valor aproximado de 200,00 reais, incluindo frete. A busca por um material alternativo, faz parte do processo de ensino aprendizagem, conforme relata Santana *at al*, devemos entender que a tarefa da escola é zelar pelo desenvolvimento da sociedade e por isso, precisa criar indivíduos capazes de produzir riquezas, de criar, inventar, inovar, transformar. Sendo assim a escola não pode ficar presa ao passado, ao antigo, à tradição; abrindo a possibilidade para o surgimento de uma escola crítica e inovadora (SANTANA *at al.*, 2022)



Figura 06. Display de hologramas 3d, para aplicação em ambientes internos.

Fonte: <https://www.amazon.com.br/>

Desta forma, após uma busca na Internet, foi encontrado algumas maneiras de produzir pirâmides feitas de material alternativo, como: folha de acrílico, folha de Garrafa PET, em nosso caso dentre os materiais testados para a confecção da pirâmide a folha de transparência (filme de poliéster com espessura de 100 micra, 100 μm) e a folha de Poliestireno virgem 100% de 0,6 mm foram as que proporcionaram os melhores resultados, esclarecendo que a dissertação foi feita com a folha de transparência. As Figuras 04 e 05 presentes na metodologia mostram

respectivamente as dimensões ideais de uma pirâmide e uma pirâmide de acrílico em uso.

5.2. Descrição do Aplicativo e do Conteúdo Presente no mesmo

Este aplicativo foi desenvolvido especialmente para que os alunos ou usuários da holografia, pudesse dispor de um ambiente virtual onde os vídeos para projeções holográficas já estivessem editados especialmente para esta função, lembrando que não é possível a projeção de qualquer tipo de vídeo usando as pirâmides holográficas, ver Figura 07.

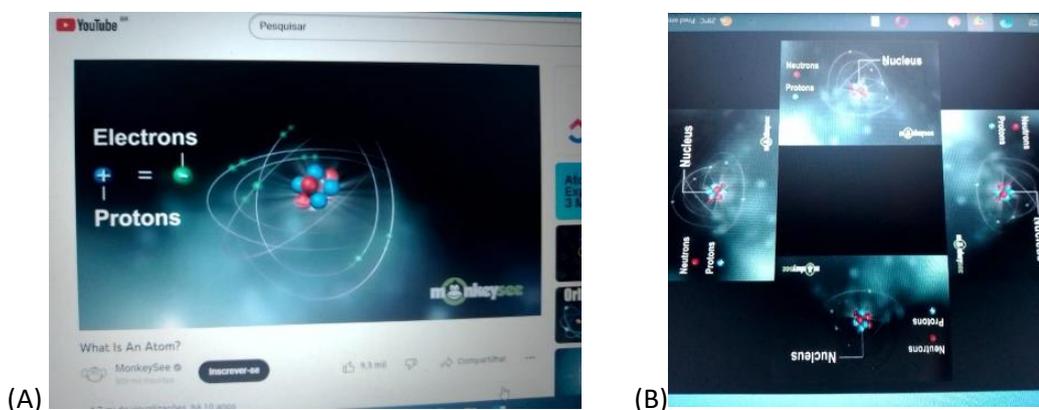


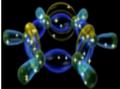
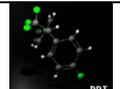
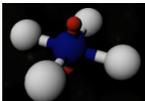
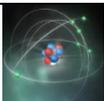
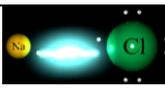
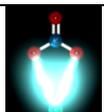
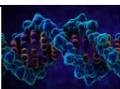
Figura 07. Foto representativa da estrutura atômica tirada do vídeo (A) normal sem preparo para ser usado em projeções holográficas e (B) foto do vídeo editado para uso em projeções holográficas.

Ainda descrevendo o aplicativo é importante mencionar que os vídeos depositados formam grupos de assuntos, conforme pode ser visto no Quadro 01. Esses assuntos são contemplados com material de reforço para que o aluno ou usuário possa enriquecer seus conhecimentos a qualquer momento. Esse material encontra-se associado com os vídeos (*link* disponível), ou seja, no momento que o vídeo é selecionado uma aba aparece recomendando e direcionando o usuário a um blog onde estará depositado o conteúdo.

O aplicativo foi construído pensando no ensino de química, mas acreditamos que essas ferramentas possuem um enorme potencial em outras áreas principalmente

no ensino de ciências. Em nosso caso foi valorizado recursos que possam contribuir em situações onde a abstração seja exigida ao aluno tais como: modelo atômico; estrutura das moléculas, funções orgânicas, além de exemplo de outros assuntos mais diversos, exemplo: DNA, mosquito causador da malária picando, etc.

Quadro 01. Compilado dos vídeos e assuntos presentes no aplicativo

Foto do vídeo	Descrição do vídeo	Assunto associado	1. Link do vídeo da imagem 2. Link do material suporte
	Ressonância eletrônica do benzeno	Estrutura da molecular	1. https://www.youtube.com/watch?v=54jr_wkV0ms 2. https://www.promatecambiental.com.br/blog/o-fenomeno-da-ressonancia-no-benzeno/
	Molécula do DDT*	Estrutura molecular	1. https://www.youtube.com/watch?v=5wf7DDisQP8 2. https://slideplayer.com.br/slide/12271308/
	Exemplo uma molécula quadrado planar	Teoria da repulsão dos pares de elétrons	1. https://www.youtube.com/watch?v=i3FCHVlSZc4 2. https://slideplayer.com.br/slide/12271308/
	Imagem de um átomo	Estrutura atômica	1. https://www.youtube.com/watch?v=o-3l1JGW-Ck 2. https://querobolsa.com.br/enem/quimica/modelo-atomico
	Ligação do cloreto de sódio (NaCl)	Ligação Química	1. https://www.youtube.com/watch?v=013KHqpdQ5M 2. https://www.todamateria.com.br/ligacoes-quimicas/
	Ligação do carbonato de magnésio	Ligação química	1. https://www.youtube.com/watch?v=tqk_CZuinwl 2. https://www.todamateria.com.br/ligacoes-quimicas/
	DNA	Química/Biologia	1. https://www.youtube.com/watch?v=o-6JXLYS-k 2. https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/a-formacao-acidos-nucleicos.htm
	Mosquito transmissor da malária	Biologia	1. https://www.youtube.com/watch?v=rliqij3DQs 2. https://bvsms.saude.gov.br/malaria-5/
	Esqueleto humano	Corpo humano (Biologia)	1. https://www.youtube.com/watch?v=kjTNnYywdXc 2. https://brasilecola.uol.com.br/biologia/esqueleto-humano.htm
	Globo Ocular	Biologia	1. https://www.youtube.com/watch?v=_KANzuYDYBk 2. https://www.infoescola.com/visao/globo-ocular/
	octaedro	Figuras geométricas (matemática)	1. https://www.youtube.com/watch?v=N9dCaJgxHlq 2. https://querobolsa.com.br/enem/matematica/figuras-geometricas

*DDT, Dicloro-Difenil-Tricloroetano

Salientar que durante o processo de construção do aplicativo a partir da primeira versão, várias alterações e melhorias foram implementados, inclusive levando-se em consideração sugestões oriundas dos alunos e professores do ensino médio como veremos na sequência da discussão dos dados. Isso evidencia a grande flexibilidade da plataforma, sendo possível a sua atualização de forma rápida e prática.

Paralelamente ao desenvolvimento do nosso aplicativo e suas sucessivas atualizações a plataforma do *Youtube* vem recebendo vídeos com conteúdo de química já editados especialmente para projeções holográficas como, por exemplo, o vídeo referente a geometria molecular disponível com o endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=70-4iGk6XTo>, também foi encontrado outro vídeo que mostra o átomo e sua eletrosfera disponível com o endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=VySOUW1L8Ww>, certamente novos vídeos com conteúdo de química surgirão dado ao aumento considerável da exploração dessa técnica como instrumento educacional, o que fortalece o nosso entendimento no que diz respeito a força, a importância e a capacidade da holografia em auxiliar a construção do conhecimento na área das ciências naturais.

5.3. Relato e Análise da Percepção dos Discentes Frente a Demonstração das Ferramentas de Ensino Desenvolvidas

Este momento foi muito mais leve e descontraído do que se possa imaginar, conforme relato a seguir. Antes de apresentar as projeções holográficas foi disponibilizado o aplicativo aos alunos com antecedência entre 1 a 7 dias para que eles pudessem baixar e fazer alguma sondagem no aplicativo, foi feito também uma explicação rápida do conteúdo do aplicativo e qual sua função.

No dia da apresentação com aos alunos foi escolhida uma sala adequada na escola, ou seja, um ambiente que quando se apagam as luzes e fecha-se as portas e janelas ficasse escura o suficiente para não atrapalhar as projeções. Para as projeções basta apenas um “notebook” ou um “tablete” ou um “Smartphone” além das pirâmides. Inicialmente os alunos pareciam meio sem saber como as coisas iriam acontecer, pois inclusive, as pirâmides são dobráveis, fazendo com que os alunos não as percebessem.

A partir deste momento os alunos foram reunidos ao redor da mesa presente na sala de aula e foi feita a explicação da sequência lógica das ferramentas desenvolvidas. Fez-se também uma explanação e busca no aplicativo, relatos sobre a construção física das pirâmides holográficas e sobre a edição dos vídeos para projeções. Este bate-papo preliminar foi relativamente breve, ou seja, uns trinta minutos com essa parte. Neste momento os alunos não reagiram muito às explicações pareciam curiosos mesmo com o que estaria por vir.

Na sequência, ligamos o computador e o celular e a partir do aplicativo educacional foi selecionado alguns vídeos (estrutura atômica; molécula da aspirina e o DNA) a luz da sala foi apagada e as projeções foram feitas nessa mesma sequência. Este momento foi muito descontraído e teve uma duração de 40 minutos, contando o tempo que alguns alunos dedicaram a explorar mais uma vez o aplicativo educacional. Os alunos ficaram surpresos e deslumbrados com o efeito das projeções holográficas.

- *Este momento foi muito rico em participação dos alunos, portanto, a seguir faz-se o relato das colocações feitas por eles.*
- Salientando-se que os nomes aqui descritos são todos fictícios.

Inicialmente os alunos expressaram a surpresa com a simplicidade e praticidade das ferramentas demonstradas.

- ✓ “O bom desse aplicativo é que ele é bem simples.” (Levy);
- ✓ “Não sabia que holografia podia ser tão fácil.” (Kaila)
- ✓ “É prático.” (Arthur)
- ✓ “Eu pensei que holografia era algo muito difícil de fazer, mas assim tá muito fácil.” (Pedro)
- ✓ “Eu achei que a senhora iria chegar aqui cheia de coisas, mas chegou só com o notebook e as pirâmides, que nem dá pra gente ver. Isso é muito simples e muito legal.” (Lavignia, se referindo a facilidade na aplicação da holografia).

Neste aspecto essas ferramentas alinham com o propósito das TDICs preconizados na BNCC direcionados ao ensino, visando facilitar e contribuir no desenvolvimento da educação básica. Neste sentido Batista relata que:

As TDIC permitem a transformação de toda linguagem – imagens e sons, textos etc. – que são expostos na tela do computador em números e convertidos naquilo que se vê nos aparelhos destinados a essa conversão, permitindo, assim, uma informação descentralizada, aumentando a segurança dos dados e trazendo mais praticidade na criação das demais tecnologias (BATISTA, 2021, p. 01).

Outro aspecto relevante percebido neste momento foi a questão da motivação e encanto dos alunos com a atividade. A participação foi total e o brilho nos olhos dos alunos era bem perceptível, chegando alguns a relatar:

- ✓ “Que coisa linda! Eu tô encantada!” (Laura, falando a respeito da projeção da molécula de aspirina)
- ✓ “Parece tão real, É lindo!” (Heloisa, enquanto observava a projeção)
- ✓ “Uma aula com isso fica muito interessante e divertida.” (Marisa)
- ✓ “Depois que mostrar isso, quero ver alguém dizer que não entendeu o assunto.” (Hiago)

O aspecto motivacional é algo extremamente importante na esfera do ensino e tem sido negligenciado pelo chamado ensino tradicional, ou seja, aquele em que o professor é considerado figura central e único detentor do conhecimento, que é repassado aos alunos, normalmente, por meio de aula expositiva, sendo o estudante, reduzido a expectador da aula, cabe apenas memorizar e reproduzir os saberes (TEIXEIRA, 2018). Neste contexto a importância da motivação foi muito bem explicada conforme visto no trecho a seguir:

A motivação no contexto escolar tem sido avaliada como um determinante crítico do nível e da qualidade da aprendizagem e do desempenho. Um estudante motivado mostra-se ativamente envolvido no processo de aprendizagem, engajando-se e persistindo em tarefas desafiadoras, despendendo esforços, usando estratégias adequadas, buscando desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio. Apresenta entusiasmo na execução das tarefas e orgulho acerca dos resultados de seus desempenhos, podendo superar previsões baseadas em suas habilidades ou conhecimentos prévios. (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004, p. 143)

Desta forma as TDICs apresentadas neste trabalho, em especial as projeções holográficas, contribuem como instrumento que pode auxiliar o professor em sua estratégia motivacional visto o grande entusiasmo de todos os alunos durante a apresentação das projeções holográficas.

Durante as apresentações os alunos também demonstraram um ganho na capacidade de visualizar o processo, algo absolutamente importante no que diz respeito a um dos principais objetivos deste trabalho que é melhorar a capacidade de abstração do aluno, conforme transcrições a seguir da fala de alguns deles:

- ✓ “Nossa! Assim a gente não precisa tentar **imaginar** porque a gente já tá vendo. Ficou fácil demais.” (João Pedro)
- ✓ “Agora a gente vai conseguir **enxergar** direito aquelas moléculas que não são planas” (Marina referindo-se a compostos orgânicos)
- ✓ “la ser bom **ver** os grupos orgânicos e as funções. Nunca mais eu iria esquecer.” (Lavignia, conversando com Marina)

Sobre a abstração não é algo simples, tanto no que se refere ao conceito propriamente bem como entender o que seria o processo de ensino aprendizagem que passa pela abstração ou depende dela para caminhar e se desenvolver. É notório que a química é uma ciência que a sua compreensão, muitas vezes, exige uma grande capacidade de abstração por parte do observador, pois lida com o propósito de entender, explicar, expandir o conhecimento em áreas tal como: a formação da matéria; a constituição do átomo, a ressonância do elétron, a geometria das moléculas, etc.

Para nos auxiliar melhor nesse entendimento sobre a abstração Lima (2018) em sua Tese de Doutorado discute profundamente os conceitos de abstração passando pela filosofia, psicologia, neurociência entre outros campos, chegando a verificar as relações da abstração com o processo de ensino de ciências, citando Jauch (1986, p.72-73) que entende a abstração como “um ponto fundamental em epistemologia científica” ao expor o diálogo entre dois renomados personagens da física: Salviatti e Sagredo:

Salviati: [...] A natureza se nos apresenta como uma multidão de fenômenos que parecem sem ligação alguma até que nós conseguimos selecionar alguns eventos significantes e os abstraímos de suas circunstâncias irrelevantes e particulares, de modo que eles se tornem idealizados. Somente então podem eles exhibir sua verdadeira estrutura em total esplendor.
Sagredo – Esta é uma ideia maravilhosa! Ela sugere que quando tentamos compreender a natureza, devemos olhar os fenômenos como mensagens a serem compreendidas. A questão é que cada mensagem parece aleatória até que estabeleçamos um código para lê-la. Este código toma a forma de uma abstração.

Esclarecendo que Filippo Vincenzo Salviati (1582-1614) era um patricio florentino, em cuja casa, em 1611, Galileu se reuniu, juntamente com outros intelectuais, para discutirem problemas polêmicos, como por exemplo, os relacionados com a condensação e rarefação, principais temas de discussões entre aristotélicos e os atomistas. Giovan Francesco Sagredo (1571-1620), um talentoso cientista amador, era um nobre veneziano que estudara com Galileu e a quem este recorria quando tinha necessidades financeiras (Bassalo, 2019)

Lima (2018) ressalta ainda que a definição de abstração leva a não consideração de fatos irrelevantes ao fenômeno observado, para que esse fenômeno possa se tornar uma ideia a qual conteria a essência do próprio fenômeno. Ao extrair as qualidades importantes das não importantes chegaríamos a uma coisa, a ideia do fenômeno que, ao ser generalizado em outros contextos traria a compreensão do fenômeno observado como uma abstração.

Nos dias atuais a abstração permanece como foco importante no processo de ensino aprendizagem e quanto a um conceito mais abrangente e atual podemos descrever o presente no trabalho de Neto, Almeida e Feitosa 2018 p. 132, citando Fernandes, 2014.

O significado do termo abstração refere-se à oposição ao termo concreto, à característica não-palpável, à existência fora dos padrões sensíveis aos sentidos, à necessidade de utilização da mentalização e da imaginação para que se torne existente, no âmbito de estudo ou demais investigação, dado mecanismo, modelo ou conceito abstrato.

Voltando as observações dos alunos percebe-se que havia um problema na maneira como eles visualizavam tais fenômenos impedindo-os de extrair a essência do próprio fenômeno, conforme relata Lima, 2018. A holografia parece ter retirado o véu que o impedia de enxergar ou querer enxergar processos químicos que, apenas parecem complexos, mas na realidade são lindos e maravilhosos.

5.4. Análise das Respostas dos Alunos Após a Apresentação das Ferramentas

Continuando com a apresentação e análise dos dados, passamos ao questionário solicitado aos alunos após a apresentação das ferramentas de ensino, conforme item anterior. Nesta parte dos trabalhos os dezenove alunos convidados

aceitaram participar espontaneamente da pesquisa respondendo de forma absolutamente espontânea o questionário proposto (**Anexo 01**). A seguir discutiremos as respostas em sua sequência lógica de 1 a 5.

A primeira pergunta foi bem direta, ou seja: *“O que você achou do aplicativo? E da holografia? E de ambos juntos como uma ferramenta de ensino?”*. Nesta questão todos os alunos responderam de forma similar e bem positiva ressaltando a praticidade do aplicativo e do quão a holografia deixa o tema mais interessante. A seguir no Quadro 02 segue um compilado das cinco principais observações.

Quadro 02. Algumas respostas dos alunos a respeito da primeira pergunta do questionário

Aluno	Observação
01	<i>“O aplicativo é muito bom, bem organizado. A holografia é incrível e bem visível. Os dois juntos seriam bem interessantes, pois ajudaria a compreender a geometria das moléculas e ligações”.</i>
02	<i>“Achei bastante divertido, muito fácil de usar, acredito que seria útil para aprendizado dentro de sala de aula. Acho holografia extremamente interessante, no app tem várias diferentes e dá para projetar em vídeo. Uma ótima ferramenta para várias matérias”</i>
03	<i>“Tanto o aplicativo quanto a holografia se mostraram muito bons, e a interface simples facilita bastante. Acredito que é uma grande ferramenta de ensino, principalmente para estudos mais visuais”.</i>
04	<i>“Achei bom. Me surpreendeu bastante. A ferramenta ficou muito boa pra ser usada no ensino de química e de outras matérias”</i>
05	<i>“O app é muito legalzinho, pois pode ser usado por qualquer pessoa que tenha interesse. A holografia é muito massa. Sim, pois as imagens ganham outros ângulos”</i>

As respostas mostram claramente que os alunos acreditam na capacidade das ferramentas educacionais de serem empregadas no ensino de química e outras disciplinas, ressaltam a praticidade, a organização, a interface e projetam sucesso ao serem usadas em outras situações, como é possível perceber em passagens tais como: “várias matérias”, “estudos mais visuais”, “outras matérias” etc. O papel do aluno no processo de aprendizagem é peça importante neste quebra-cabeça da educação. Fala-se muito do aluno protagonista, mas conforme relata Poza (2002), “O

esforço, principal indicador de motivação, só é utilizado se o aluno acreditar na capacidade de êxito”.

Destaque também para o aplicativo que recebeu bastante elogio, como: “o aplicativo é muito bom e organizado”. Lembrar que, enquanto as projeções holográficas são uma forma nova de aprendizagem, o uso de aplicativos é algo bem corriqueiro na vida de jovens do ensino médio, sendo estes bons avaliadores, mas para avaliar bem uma ferramenta digital é preciso interesse em “navegar” em seu ambiente virtual. Desde o início, mesmo não estando a atividade associada diretamente a grade curricular e, portanto, não valendo nenhuma nota os alunos sempre se mostraram bem participativos.

Importante ressaltar que as novas ferramentas TDICs, como os aplicativos, devem facilitar a inserção dos alunos no protagonismo das aulas bem como facilitar ao professor intermediar esses novos meios de aprendizagem. Neste sentido Guerra e Almeida (2016) nos esclarece melhor que o maior obstáculo, visivelmente, constitui-se em construir processos de ensino que concedam aos docentes coordenarem esses novos métodos pedagógicos e introduzir os novos recursos tecnológicos na elaboração do plano de ensino, uma vez que existindo os novos instrumentos digitais e a internet presentes no cotidiano dos alunos, pensar na sala de aula sem o auxílio dessas ferramentas é retroceder no tempo.

Na segunda pergunta questiona-se sobre a importância dos conteúdos contidos nas ferramentas apresentadas (*“Você acha que o conteúdo nessas ferramenta de ensino (Holografia/aplicativo) iria contribuir para a sua aprendizagem?”*). A partir das respostas dos alunos foi possível identificar três categorias emergentes: uma associada aos conteúdos de química ou outra disciplina; outra ressaltando o apelo visual da holografia e outra categoria ressaltando o ganho na motivação em aprender. Dessas categorias e das respostas associadas, fez-se o Quadro 03.

Quadro 03. Respostas dos alunos a segunda pergunta do questionário, gerando três categorias distintas.

Categoria	Resposta associada
	Aluno 19: <i>“Acho que vai contribuir muito para a aprendizagem de muita gente não só em química como</i>

Associada aos conteúdos de química ou outra disciplina	<p><i>também em outras matérias como física, matemática e outras</i></p> <p>Aluno 18: <i>“Com certeza pode contribuir, pois é muito simples, interessante e mostra de um jeito muito claro coisas de assuntos que já foram estudados ajudando no entendimento”.</i></p> <p>Aluno 17: <i>“Sim. Porque ajuda na compreensão dos assuntos. Acho que completa a aula”</i></p> <p>Aluno 16: <i>“Acho que sim, pois só de ver a projeção da molécula eu consegui entender um pouco do significado de geometria molecular”.</i></p>
Ressaltando o apelo visual da holografia	<p>Aluno 10: <i>“Sim, pois tornaria melhor a visualização de alguns conteúdos, por exemplo: química e geometria”</i></p> <p>Aluno 11: <i>“Sim, porque ao estarmos visualizando o conteúdo podemos aprender de uma forma mais eficiente”</i></p> <p>Aluno 12: <i>“Sim, pois faz parte de uma experiência visual, em que facilita a aprendizagem dos alunos”</i></p>
Ressaltando o ganho na motivação em aprender	<p>Aluno 14: <i>“Sim. Por conta que é uma forma de prender nossa atenção podendo facilitar até o próprio aprendizado da pessoa”</i></p> <p>Aluno 11: <i>“Com certeza, pois seria uma dinâmica diferente da mesmice do dia a dia”</i></p> <p>Aluno 7: <i>“Sim, pois o estudo fica menos monótono e mais prático”</i></p>

Nesta pergunta objetivou verificar se o aluno conseguiria correlacionar a apresentação vista das holografias e do aplicativo com suas atividades educacionais. Além das categorias presentes no quadro 03 encontramos respostas com visão geral de duas ou três categorias, como a resposta dos alunos: **Aluno 01:** *“Sim, não só em Química como em outras matérias que facilitaria minha visualização de assuntos como também iria deixar a aula mais interessante”* e do **Aluno 16:** *“Acho que sim, pois só de ver a projeção da molécula eu consegui entender um pouco do significado de geometria molecular”.*

Além das respostas citadas dos alunos 01 e 16, verifica-se no quadro 03 que os alunos ressaltaram três pontos fundamentais, ou seja, o possível ganho na aprendizagem envolvendo alguns conteúdos; destacam o potencial de abstração da holografia e demonstram motivação no processo ensino aprendizagem. Muito importante a visão desses alunos pois como sabemos a química do ensino médio é taxada de “muito difícil”, chegando ao despropósito de associarem o aluno que gosta de química com alguma coisa anormal, fora de série melhor dizendo. Segundo Silva (2011) em um estudo com dados do ensino médio do estado do Ceará, dentre as disciplinas ministradas tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, a química é citada pelos alunos como uma das mais difíceis e complicadas de estudar,

e um dos motivos que a torna complicada é por conta de ser abstrata e complexa. Eles alegam a necessidade de memorizar fórmulas, propriedades e equações químicas.

Parece notório a importância no desenvolvimento de ferramentas capazes de transportar a tecnologia para dentro da sala de aula, porém, de uma maneira mais suave, “soft” deixando os conteúdos mais acessíveis e desmistificando o ensino de química como algo complicado. Essa dificuldade excessiva nos conteúdos de química é relatada segundo Silva, Farias Filho e Alves, 2020 (apud, Lourenço, Abib e Murilo, 2016): a cultura de um ensino mais teórico e pouco contextualizado ainda é realidade em muitas instituições de ensino, muitas vezes, resultado de um modelo de racionalidade técnica que se preocupa prioritariamente com a técnica em detrimento da prática docente.

Na terceira pergunta os alunos foram questionados diretamente a respeito do potencial da holografia em facilitar a abstração por parte do aluno, (*“Sabemos que é difícil imaginar/vislumbrar/abstrair um átomo, uma molécula, por exemplos. Com essa ferramenta (holografia / aplicativo) você acha que isso pode ser facilitado?”*).

Nesta indagação todos os alunos identificaram melhorias na abstração de sistemas imaginários, no geral, foram identificadas duas categorias mais explícitas: uma que faz associação direta da abstração com a química dos átomos e das moléculas e uma outra associando a importância geral da geometria, das dimensões, do 3D e das imagens como um todo. Tais categorias podem ser vistas no Quadro 04

Quadro 04. Categorias referentes a percepção do aluno a respeito da abstração associada as ferramentas educacionais apresentadas.

Categoria	Resposta associada
Associação direta da abstração com a química dos átomos e das moléculas	<p>Aluno 01: <i>“Sim, não só em Química como em outras matérias que facilitaria minha visualização de assuntos como também iria deixar a aula mais interessante”.</i></p> <p>Aluno 07: <i>“Sim, pois com o aplicativo conseguimos ver um átomo ou uma molécula, por exemplo, como se fosse real”.</i></p>

	<p>Aluno 17: “<i>Sim. É difícil imaginar coisas como um átomo ou uma molécula. O aplicativo já mostra o que a gente teria que imaginar</i>”.</p> <p>Aluno 19: “<i>Sim. Porque as vezes, por mais que se tente, é muito difícil imaginar algumas coisas como uma molécula por exemplo. Com o aplicativo não existiria essa dificuldade</i>”</p>
<p>Associando a importância geral da geometria, das dimensões, do 3D e das imagens como um todo com a motivação do aluno</p>	<p>Aluno 03: “<i>Sim, pois pode ser vista, então facilita o entendimento e tudo fica mais fácil quando tem visualização, foge do comum, do cotidiano</i>”.</p> <p>Aluno 10: “<i>Sim, porque permitiria uma visualização em várias dimensões</i>”.</p> <p>Aluno 11: “<i>Sim, pois estaremos vendo por uma perspectiva 3d da coisa</i>”</p> <p>Aluno 16: “<i>Acho que sim. Além de prender a atenção é muito prático. Tem muitos assuntos que poderia ser melhor compreendidos, até mesmo de outras matérias se utilizassem hologramas simples como os desse aplicativo</i>”.</p>

O desenvolvimento da capacidade de abstração do aluno é de fundamental importância e quanto mais cedo for estimulado melhor para este. No caso da química, conteúdos como: modelo atômico, geometria molecular, orbitais, exigem um grande esforço da imaginação do aluno e, portanto, ferramentas que facilite e estimule a imaginação do aluno muito provavelmente ajudará numa compreensão mais assertiva de fenômenos ligados ao mundo micro e nanométrico.

Aprofundando, um pouco mais neste assunto, Santos e Ferreira (2018), nos orienta que as ferramentas e dispositivos digitais oferecem meios e práticas pedagógicas para o ensino de química que podem contribuir com a construção de relações conceituais entre os três níveis do conhecimento químico: o fenomenológico, o representacional e o teórico. Da Mata, Silva e Mesquita (2021) complementam que o nível fenomenológico se relaciona à observação possibilitada pelos sentidos, o representacional aos símbolos, fórmulas e equações próprias do campo da química. Já o nível teórico, compreende a estruturação teórico-conceitual que fundamenta a explicação das entidades químicas, como os átomos e as moléculas, bem como de suas interações de caráter submicroscópico. É nessa triangulação dos níveis que transita a maior dificuldade do processo de ensino e aprendizagem da química.

Acreditamos, portanto, que o emprego das ferramentas apresentadas aos alunos, na percepção destes, pode sim contribuir como um elo capaz de facilitar o entrosamento entre os três níveis do conhecimento da química citados anteriormente.

No caso do nível representacional a holografia traz uma situação quase fidedigna da realidade dos modelos científicos disponíveis, reforçando a autoconfiança das ideias mencionadas pelos alunos.

Na quarta pergunta os alunos foram indagados sobre a possibilidade de algum professor empregar essas ferramentas em suas aulas (*Se um de seus professores utilizasse essa ferramenta de ensino em uma de suas aulas você acha que a aula ficaria mais interessante? Comente*). Nesta pergunta buscou-se verificar a capacidade multidisciplinar das ferramentas demonstradas bem como a própria percepção do aluno em enxergar aplicações mais diversas das ferramentas. Neste caso observamos duas categorias, uma mais ampla na qual o aluno menciona melhorias em relação ao problema geral da motivação e dinamismo das aulas e outra mais ampla (três alunos) nesta categoria além de concordar com a melhoria geral das aulas apontam também exemplos onde haveria o ganho, ver Quadro 05.

Quadro 05. Respostas dos alunos referentes a possibilidade de aplicação das ferramentas apresentadas em outras aulas, outras situações outras disciplinas.

Categoria	Resposta associada
Associa ao problema geral da motivação e dinamismo das aulas	<p>Aluno 01: Sim, pois descontraí e sai um pouco da rotina do modo como a aula é conduzida.</p> <p>Aluno 03: Sim, seria algo novo, fugindo da rotina, tornaria a aula mais interativa e prenderia a atenção do aluno</p> <p>Aluno 04: Sim, pois além de aumentar a compreensão, o aplicativo prenderia a atenção.</p> <p>Aluno 05: Sim, pois é algo diferente e ativa a curiosidade.</p> <p>Aluno 06: Sim, pois é algo diferente e ativa a curiosidade.</p> <p>Aluno 08: Sim. É algo novo para sala de aula.</p> <p>Aluno 18: Sim. Porque é simples, interessante e divertido. O aluno aprende quase brincando, por exemplo</p>
Vai além da melhoria geral da motivação e aponta exemplos onde haveria o ganho educacional	<p>Aluno 12: Sim, a holografia pode ser utilizada na química, em apresentação dos átomos; na física, utilizando conceitos ópticos; e também em matemática, quando o professor pode apresentar geometria espacial.</p> <p>Aluno 13: Sim, por exemplo, em aulas de formas geométricas.</p> <p>Aluno 15: Sim. Além de conseguir ver o que, muitas vezes, a gente não consegue imaginar, ainda iria prender a atenção em assuntos de qualquer disciplina</p>

Mais uma vez a questão da dinâmica das aulas é ressaltada pelos alunos que veem nas ferramentas apresentadas um forte potencial em proporcionar um ambiente mais descontraído e leve sem perda de atenção. Na primeira categoria reuniu-se a fala de vários alunos que parecem bem preocupados com a questão do ambiente em sala de aula, e acreditam na força motivacional das ferramentas a eles apresentada, como descreve o aluno 18: “Sim. Porque é simples, interessante e divertido. O aluno aprende quase brincando, por exemplo”. Quanto a segunda categoria o aluno vai muito além de apontar melhorias na dinâmica das aulas, mas sim aponta outros caminhos para o uso das ferramentas como no caso do aluno 12 projetando usufrutos nas disciplinas de: Química, Física e Matemática.

Nesse sentido os alunos perceberam algo que vem se consolidando, pois mesmo a holografia sendo pouco empregada, nota-se que vem ganhando mais espaço no ambiente educacional nas mais diferentes áreas da ciência. Ela se insere como uma promissora técnica de visualização tridimensional de imagens que contribui muito para o ensino de diversos conteúdos, não se restringindo a habitual carência da química por melhorias na abstração de moléculas e átomos (ATAIDES JUNIOR, AMORIN, NASCIMENTO, 2021).

Na quinta pergunta, tentamos abrir um canal para que o aluno pudesse avaliar e contribuir de alguma forma com a melhoria das ferramentas apresentadas, para tanto perguntou-se: (*Você faria alguma alteração/modificação/atualização nesta ferramenta de ensino apresentada para você?*). Nesta pergunta enxergamos duas categorias os que responderam apenas que não fariam alterações e os que sugeriram algum complemento, conforme observa-se no Quadro 06.

Quadro 06. Respostas dos alunos a respeito de possíveis alterações nas ferramentas demonstradas a eles.

Categoria	Resposta Associada
Não fariam alterações	Alunos 01; 02; 03; 08; 09; 10; 13; 15: responderam apenas não Aluno 06: Não, está ótimo o trabalho Aluno 07: Não, ele tem todas as funções necessárias para o ensino. Aluno 11: Não. Já está ótimo. Aluno 12: Nenhuma mudança, o aplicativo está ótimo Aluno 14: Nenhuma, porque o aplicativo já está muito completo

Os que sugeriram algum complemento	<p>Aluno 04: Não sei muito do ramo, porém acredito que uma modernização na interface e um número ainda maior dos mais variados hologramas (na área de química, biologia física e matemática) melhoraria ainda mais o aplicativo.</p> <p>Aluno 05: “Seria massa se a escola desse pros alunos a ferramenta transparente de holograma já pronta e o aplicativo com um montão de vídeos”</p> <p>Aluno 16: “Colocaria mais vídeos”</p>
------------------------------------	--

Neste momento percebemos o quanto o aluno ficou motivado a visualizar outras possíveis projeções holográficas, mas que não estavam presentes no aplicativo. É importante mencionar que depois da apresentação das projeções holográficas aos alunos o dispositivo passou por várias melhoras (Upgrade) inclusive referente as observações dos próprios alunos. Essa participação do aluno no processo de desenvolvimento das ferramentas educacionais é de fundamental importância, pois, demonstra que a partir das TDIC o aluno torna-se protagonista participando efetivamente do processo de construção do conhecimento. Sobre esse assunto Stahl nos explica melhor:

Precisamos dar aos alunos o acesso ao conhecimento, prepará-los para uma vida de aprendizagem e descoberta, com o domínio das habilidades e ferramentas de pesquisa como parte de sua educação básica, e para isso nós precisamos criar um ambiente de aprendizagem que integre ensino e pesquisa, onde os alunos exercitem constantemente a comunicação e a colaboração. (Stahl, 1997, p.2)

5.5 Análise das Respostas dos Professores após Apresentação das Ferramentas

Após apresentar e debater as novas ferramentas com os alunos voluntários do ensino médio, fez-se também a apresentação destas a cinco professores do ensino médio, sendo dois de química; um de biologia; um de matemática e um de física, lembrando que um dos professores de química tem licenciatura em biologia. Ao longo do desenvolvimento dos trabalhos percebeu-se o potencial do emprego das ferramentas desenvolvidas em outras áreas além da química, foco primário desta pesquisa. Tanto a nossa percepção (autores) bem como o reforço da visão dos alunos, nos fez aprofundar na busca de um entendimento mais assertivo das capacidades

destas ferramentas, só que desta vez partindo da prospecção da visão de professores atuantes do ensino médio. Foram feitas 5 perguntas aos professores citados e suas respostas foram apresentadas em forma de tabela e discutidas respectivamente.

Salientar que, diferentemente da apresentação feita para todos os alunos ao mesmo tempo, gerando uma fonte rica de detalhes proveniente do comportamento dos alunos, neste estudo com os professores do ensino médio a apresentação foi realizada de maneira individual, portanto não faremos aqui o relato deste momento como fizemos com os alunos, seguindo diretamente para a análise dos dados gerados a partir das respostas do questionário.

Na primeira pergunta “*O que você achou do aplicativo? O manuseio é fácil? E da holografia? Realmente a imagem fica em 3D*”. As respostas estão presentes no Quadro 07. É possível observar que todos os docentes acharam o aplicativo simples, porém interessante e gostaram das projeções holográficas, tomando como exemplo a resposta da professora de biologia: “*O app é muito interessante e de manuseio muito simples. A holografia é uma técnica muito atual e interessantíssima. A imagem fica perfeita, além de “prender” a atenção de quem ver*”.

Associando com a resposta da primeira pergunta feita aos alunos, na qual eles enfatizaram bastante a questão da motivação, acreditamos que essas ferramentas podem corroborar com o que se espera das novas TDICs a serviço dos docentes, pois segundo Brito, Purificação (2012), na atualidade, a educação exige que sejam importados meios que mais interessam no dia-a-dia dos educandos, passando a ser estruturantes de uma revolução digital com ênfase nas tecnologias. Os docentes passam, assim, de simples expositores de determinadas matérias a mediadores e retro alimentadores da aprendizagem de seus alunos. Isso os leva, ainda, a situar-se em um novo jogo pedagógico como facilitador e estimulador de experiências educativas de aprendizagem, o que definitivamente os converte em uma ponte entre o aprendiz e seu aprender (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2012).

De fato, o novo contexto tecnológico e a necessidade de melhorar a qualidade das ofertas educacionais em todos os níveis de educação reforçam a necessidade de incorporar as TDICs nas situações educacionais. Utilizar essas tecnologias de forma inovadora na prática de sala de aula não significa somente otimizar algumas práticas educativas, substituindo ações manuais por eletrônicas (mesmo que essas ações

sejam úteis e muito utilizadas no contexto escolar). O foco principal, entretanto, precisa estar nos processos de aprendizagem pretendidos e, por conseguinte, na adequação dos recursos das TDICs a esses processos (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2012).

Quadro 07: Respostas dos professores da primeira pergunta do questionário, ou seja: “O que você achou do aplicativo? O manuseio é fácil? E da holografia? Realmente a imagem fica em 3D”.

Professor(a)	Resposta da primeira questão
Química	<i>“Gostei muito. Achei muito prático. Essa técnica é muito atual e interessante. Com certeza a imagem fica em 3D. Não tem como um professor comprometido com o ensino não gostar de um app desse”</i>
Química com licenciatura em biologia	<i>“Gostei muito do app. O manuseio é muito simples e fácil. Imaginei que a holografia fosse algo muito complexo. Mas o app faz parecer simples e consequentemente muito mais atrativo”.</i>
Biologia	<i>“O app é muito interessante e de manuseio muito simples. A holografia é uma técnica muito atual e interessantíssima. A imagem fica perfeita, além de “prender” a atenção de quem ver”</i>
Matemática	<i>“O aplicativo é maravilhoso sendo muito fácil a utilização. Os hologramas chamam a atenção de todos os públicos, não tem como não gostar. As imagens ficaram maravilhosas. Não vi defeito”</i>
Física	<i>“Muito massa. O app é simples demais e não exige conhecimentos específicos pra utilizá-lo. A holografia é uma técnica atual, interessante e, do jeito que está apresentada, muito simples. Os vídeos que vi foram bem escolhidos e a imagem ficou perfeita”</i>

Na segunda pergunta, indagou-se aos docentes: “Você consegue enxergar alguma aplicação da holografia associada ao aplicativo em suas aulas?” Aqui todos os professores enfatizaram que usariam essas ferramentas do universo TDIC, mas só o primeiro professor de química citou efetivamente onde poderia explorar tais ferramentas (...“Pensei em moléculas, geometria molecular, funções orgânicas, modelos atômicos entre outros”), Quadro 08. A maneira como as TDIC são empregadas pelos docentes parece ser um ponto crucial não se resumindo em “mostrar aos alunos”. Coll, Mauri e Onrubia (2010, p. 70) relatam que:

[...] não é nas TDIC nem nas suas características próprias e específicas que se deve procurar as chaves para compreender e avaliar os impactos das TDIC sobre educação escolar, incluído o efeito sobre os resultados da aprendizagem, mas nas atividades que desenvolvem professores e estudantes graças às possibilidades de comunicação, troca de informação e conhecimento, acesso e processamento de informação que estas tecnologias oferecem.

Quadro 08: Resposta dos docentes a indagação: você consegue enxergar alguma aplicação da holografia associada ao aplicativo em suas aulas – segunda questão.

Professor	Resposta da segunda questão
Química	<i>“Imaginei alguns assuntos que pudessem ser mostrados em algum momento com o uso do app. Pensei em moléculas, geometria molecular, funções orgânicas, modelos atômicos entre outros”.</i>
Química com licenciatura em biologia	<i>“Consigo e pretendo usar assim que for possível. Os vídeos que o app tem até agora já são muito bons. Vou utilizar com certeza. Ainda mais que até pelo celular pode ser usado. Eu ameí”.</i>
Biologia 02	<i>“Quando fiquei sabendo da holografia já imaginei como seria na prática, mas quando vi tive certeza que é possível utilizar em algumas aulas. Com certeza utilizaria”.</i>
Matemática	<i>“Qualquer recurso que possa ser utilizado para facilitar a aprendizagem de aluno deve ser aproveitado e este app é muito bom para não ser utilizado. Eu utilizaria com certeza em minhas aulas sempre que pudesse principalmente pela praticidade”.</i>
Física	<i>“Com certeza. Quando trabalhos com Física qualquer recurso que facilite a aprendizagem do educando é bem-vindo. Ainda mais quando é algo tão atual e prático”.</i>

Na terceira pergunta, tentando captar mais informações e conhecimentos acerca do emprego das TDICs pelos docentes indagou-se se: *“Você procura empregar em suas aulas recursos de TDICs, poderia descrever alguns?”*

Neste ponto percebemos pelas respostas contidas no Quadro 09 que nenhum professor já havia trabalhado com aplicativos tampouco com Holografia, empregando basicamente: Slides, Vídeos, Podcast, aulas no Youtube® e uma menção ao QRCode. Percebe-se claramente que há uma influência da pandemia do COVID 19 na escolha das ferramentas utilizadas, inclusive sendo relatado pelo docente de Biologia (... *na pandemia fomos “obrigados” a aprender a utilizar muitos recursos*) e

pelo docente de matemática (...com a pandemia nós tivemos que nos adequar e assim eu tentei).

Como visto a pandemia do Corona Vírus empurrou todos nós, docentes e discentes no universo TDIC, pois essas tecnologias tornaram-se um importante elo entre as partes por causa do isolamento ao qual fomos submetidos. Muitos docentes, apanhados de surpresa, passaram a olhar o universo TDIC de maneira mais direta e perceberam o potencial das tecnologias usadas para o ensino ao mesmo tempo que perceberam o quanto são subutilizadas.

Neste sentido, a pandemia de COVID-19 intensificou um processo que já havia se iniciado, ou seja, a inserção das TDICs na sala de aula. Alguns estudantes já utilizavam as tecnologias em seu cotidiano, possibilitando rápida comunicação (ex: grupos de “whatsapp”), permitindo o uso da linguagem mais familiar ou até mesmo a utilização da câmera do aparelho celular para fotografar os registros feitos pelos professores nos quadros, durante as aulas expositivas dentro das salas de aula (ROCHA, CORRÊA e FERREIRA, 2022).

Quadro 09: Resposta relativa a terceira questão do questionário, (você procura empregar em suas aulas recursos de TDCI, poderia descrever algum?).

Professor	Resposta da terceira questão
Química	<i>“Tento utilizar slides, vídeos, já fiz podcast, wordwall. Hoje quando falto por algum motivo na escola, tenho a possibilidade de repor a aula no modo online através do Meet. A tecnologia faz parte da nossa vida e não podemos fugir disso”.</i>
Química com licenciatura em biologia	<i>“Tento, mas em escola pública nem sempre tem o resultado esperado. Já tentei podcast, fiz vídeo aulas, jogos interativos. O resultado não foi o esperado, infelizmente”.</i>
Biologia	<i>“Sim. Durante a pandemia fomos “obrigados” a aprender a utilizar muitos recursos, alguns que não conhecíamos, mas utilizamos. Eu sempre gostei de fazer algumas coisas diferentes na sala como jogos interativos, fóruns em plataformas, vídeos curtos durante apresentação com slides, podcats, vídeos feitos por mim no youtube”.</i>
Matemática	<i>“Com a pandemia nós tivemos que nos adequar e assim eu tentei. Tinha as aulas online, além de vídeos com resoluções de questões. Fazia uma lista de exercícios e do lado de cada questão colocava um QRCode e quando tinham dúvidas acessava e viam a explicação. Ajudou muito”.</i>

Física	<p><i>“Tento me adequar ao momento em que vivemos e que exige que tenhamos “jogo de cintura” para acompanhar uma geração que vive a tecnologia. Utilizo plataformas para aulas, faço jogos interativos, vídeo aula, além de slides. Mas é preciso ter um equilíbrio nesse uso para não banalizar os recursos e ficar chato deixando de ser interessante”.</i></p>
--------	---

Na quarta pergunta, visando maiores informações a respeito de um possível usufruto de nossas ferramentas de ensino por professores do ensino médio em disciplinas diversas, fez-se a indagação: *“Estando os vídeos holográficos prontos e depositados no aplicativo, essa ferramenta facilitaria o planejamento de algum conteúdo de suas aulas?”* As respostas apresentadas pelos docentes encontram-se no Quadro10, independentemente da disciplina todos responderam que usariam em suas respectivas áreas. Tais respostas enfatizam que o uso de projeções holográficas no ensino de ciências, vai muito além da química e seu clamor pela abstração. Destaque para a professora de Biologia muito entusiasmada com o projeto na fase de apresentação respondendo que: *“Com certeza. E com os vídeos já prontos só iria utilizar. Seria perfeito”.*

Para reforçar essa versatilidade da holografia em trabalho recente Yoo et al (2022) cujo título em tradução livre do inglês é: “As potencialidades e tendências da holografia na educação: uma revisão de escopo” traz um estudo interessante que corrobora para demonstrar a grande diversidade de área explorando a holografia conforme Figura 08 adaptada (traduzida) do mesmo trabalho de Yoo (2022).

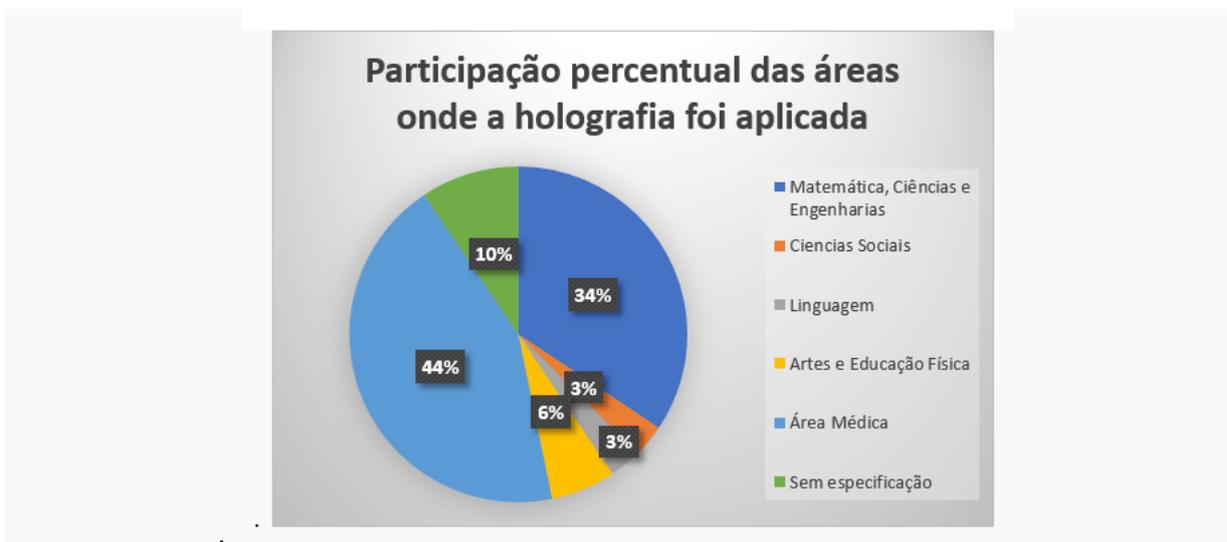


Figura 08. Representação gráfica das áreas onde a holografia vem sendo aplicada na sociedade.

Quadro 10: Estando os vídeos holográficos prontos e depositados no aplicativo, essa ferramenta facilitaria o planejamento de algum conteúdo de suas aulas?

Professor	Resposta da quarta questão
Química	<i>“Usaria sim. Gostei muito e tenho certeza que que facilitaria a aprendizagem”.</i>
Química com licenciatura em biologia	<i>“Vou utilizar, pois acredito que vai ajudar muito na aprendizagem de alguns conteúdos”.</i>
Biologia	<i>“Com certeza. E com os vídeos já prontos só iria utilizar. Seria perfeito”.</i>
Matemática	<i>“Facilitaria. Quando tiver disponível pra uso eu quero utilizar com minhas turmas em algum momento”.</i>
Física	<i>“Facilitaria com certeza. Ele seria utilizado como recurso facilitador da aprendizagem”</i>

Na quinta questão foi perguntado aos docentes: *“Qual ou quais alterações promoveriam nas ferramentas apresentadas?”* O professor de Química com licenciatura em biologia e o de matemática não indicaram alterações, mas dois pontos foram destacados pelos outros três professores, ver Quadro 11, ou seja, depositar mais vídeos e ensinar como fazer as pirâmides, por exemplo, a partir de um vídeo demonstrativo (tutorial). Quanto a adição de novos vídeos concordamos com os docentes e isso foi feito com certa praticidade pois um ponto forte do aplicativo é poder sofrer atualizações sempre que necessário, (ver também o quadro 01). Quanto ao segundo ponto sugerido foi acatado e para tanto fez-se um vídeo ensinando passo a passo como se faz uma boa pirâmide. O link deste vídeo encontra-se em nosso aplicativo com endereço: <https://play.google.com/store/apps/developer?id=Empresa+Rendimento+e+Tecnologia&pli=1>.

Ressalta-se aqui a importância do processo contínuo de atualizações na área digital. Neste ponto o aluno, imerso no universo digital, atualiza-se naturalmente a partir do exercício do próprio processo de comunicação e interação praticado entre seus pares. O professor, muitas vezes menos imerso no mundo digital que o aluno pode defasar-se com uma certa frequência e, portanto, deve procurar meio que o mantenha ativo e operante na ciranda efervescente do mundo digital. Já a ferramenta educacional utilizada deve ter flexibilidade suficiente para constantes atualizações a fim de manter o aluno motivado e participativo no processo de construção do conhecimento mediada pelo professor.

Quadro 11: Resposta dos professores referente a questão 05: *você faria alguma alteração/modificação/atualização nesta ferramenta de ensino apresentada para você.*

Professor	Resposta da Quinta questão
Química	<i>“Colocaria mais vídeos e ensinaria a fazer as pirâmides de projeção”.</i>
Química com licenciatura em biologia	<i>“Nenhuma alteração”</i>
Biologia	<i>“Só acrescentaria um vídeo mostrando como fazer as pirâmides para que qualquer pessoa em qualquer lugar pudesse utilizar o app sem problema”.</i>
Matemática	<i>“Nenhuma alteração”</i>
Física	<i>“No app não. Mas seria interessante aprender a fazer as pirâmides de projeção”.</i>

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado nesta dissertação alcançou grande êxito, pois todas as etapas propostas foram realizadas, gerando dados e resultados que analisados e discutidos reforçam a importância das TDIC no ensino de química e de ciências como um todo.

As ferramentas aqui apresentadas de maneira associativa (aplicativo, projeções holográficas, além de conteúdos correlatos) demonstraram ser uma inserção bem interessante das TDICs no ensino de ciências, ocasionando um ganho considerável na motivação e na participação de alunos e professores, viabilizando este último como um mediador na construção do saber.

A holografia, que no começo dos trabalhos parecia algo mais restrito à nossa disciplina de química emerge neste final como uma técnica poderosa capaz de ser aplicada e contribuir com uma contextualização fidedigna de fenômenos importantes em várias áreas do conhecimento.

O aplicativo parece ter cumprido com seu propósito, pois tanto alunos como professores puderam experimentá-lo e comprovar a simplicidade sem deixar de cumprir com sua função básica de conter boa parte do conteúdo capaz de fazer rodar o sistema holográfico em qualquer lugar, bastando acesso à internet e um smartphone.

A participação dos alunos foi muito importante uma vez que estes estão em constante contato com muitas tecnologias do universo TDIC, por exemplo outros aplicativos e, portanto, sua opinião tem grande relevância. Salienta-se que o aplicativo esteve disponibilizado aos alunos por um bom tempo e todos avaliaram o App muito bem, o que reforça a confiança e motivação do discente na construção do conhecimento ao empregar tais ferramentas.

Ainda em relação a participação dos discentes é importante destacar também a grande motivação demonstrada por eles durante todo o processo de apresentação das ferramentas, em especial as projeções holográficas. Outro ponto a ser destacado é a percepção do ganho no processo de abstração, pois em várias falas e comentários dos alunos ficou evidente reforços tais como: *...já está vindo, agora a gente vai conseguir enxergar, ia ser bom ver os grupos orgânicos e as funções*, expressões relacionadas ao fenômeno químico visto a partir da holografia

Quanto a avaliação da disseminação das ferramentas TDICs junto aos professores do ensino médio que participaram dessa pesquisa, representam uma importante demonstração do uso restrito das TDIC no ensino médio, pois o seu emprego (Slides, Vídeos, Podcast, aulas no Youtube® e QRCode) se dava muito mais pelas necessidades geradas pelas restrições impostas pela pandemia do COVID 19 do que pelas escolhas e planejamento do docente. Esta condição insegura dos professores frente ao emprego dessas ferramentas TDIC restringe grande parte das possibilidades disponíveis nas novas tecnologias educacionais, dificultando que o seu emprego possa contribuir para romper com o ensino tradicional e sua condição histórica na qual o conhecimento encontra-se retido no professor que repassa ao aluno e este apenas, passivamente, o recebe sem participar de sua construção.

Outro ponto importante das ferramentas desenvolvidas e empregadas em conjunto, foi a versatilidade em implementar melhorias no sistema (*upgrade*), sendo atualizado várias vezes durante o seu próprio desenvolvimento, inclusive com a participação de discentes e docentes do ensino médio.

Desta forma, acreditamos que este trabalho demonstra o grande potencial do universo holográfico como instrumento de ensino e a associação com as TDICs podem potencializar ainda mais suas aplicações, não se restringindo as demandas da

química carentes de melhores abstrações durante o entendimento de importantes fenômenos relativos a formação, composição e estrutura da matéria.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, H. et al. Studying the recent improvement in holograms for three-dimensional display. **International Journal Of Optics**. V. 2014 (2014).

Disponível em:<<https://www.hindawi.com/journals/ijo/2014/519012/>>. Acesso em: 21Jul. 2022

ALMEIDA, M.G. **Utilização de holograma como recurso didático para contextualização da atomística no ensino da química**. Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2017. Acesso em: 13 abr. 2023. <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13250/1/utilizacao hologramacomorecursodidatico.pdf>

ALONSO, K.M. Tecnologias da informação e comunicação e formação de professores: sobre rede e escolas. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 104, out. 2008.

ANGELI, C.; VALANIDES, N. **Technological Pedagogical Content Knowledge, Exploring, Developing, and Assessing TPCK**. Springer, New York 2015 <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8080-9>. 2015.

ANJOS, A.M.; SILVA, G.E.G. MEC – Universidade Aberta para Todos. **Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) na Educação**. Secretaria de Tecnologia Educacional Universidade Federal de Mato Grosso, 2018.

ATAIDES JUNIOR, J.R., AMORIM, M.J.D. e NASCIMENTO, M.F. Holograma: uma linguagem inovadora para o ensino da cartografia escolar. **Revista Geoaraguaia**, v.11, n.2, p.166-182. Dez-2021.

AZEVEDO, R.O.M.; **Ensino de ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta**. 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas - UEA, 2008.

BASSALO, J.M., Seara da Ciência – Curiosidades da Física, 2019.

<https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore15.pdf>. Acesso em 28/02/2023

BATISTA, C F. C., O uso de ferramentas digitais no ensino remoto. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 43, 30 de novembro de 2021. Acesso em 25/02/2023.

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/43/o-uso-de-ferramentas-digitais-no-ensino-remoto>

BELENDEZ, A., Holografia: ciencia, arte y tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1602, 2009.

BLANCHARD, M. R.; HARRIS, J.; HOFER, M. **Tipos de actividades en el área de Ciencias Naturales**, 2011. Acesso em: 11 de maio 2023.

<https://docplayer.es/6225310-Tipos-de-actividades-en-el-area-de-ciencias-naturales-1-2.html>

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

BRASIL, **Censo Escolar 2020**, Ministério da Educação, janeiro de 2021.

BRASIL, **Conselho Nacional de Educação-CNE**. Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL, **ENCTI - Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016/2022**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações Brasília, 2016

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL, **Plano Nacional de Educação – PNE, 2014-2024 linha de base**. INEP, Ministério da Educação. Brasília, DF, 2015.

BRASIL, **Lei nº 13.415, de fevereiro de 2017, que institui o Novo Ensino Médio**, Brasília – DF. Fevereiro de 2017.

BRITO, G.S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias: um repensar**. São Paulo: Pearson, 2012.

CADENA, M.R.S., SARAIVA, R.A.; DOS SANTOS, L., **Além da Aula Expositiva: múltiplas estratégias para ensino superior de Ciências Biológicas e da Saúde**. Editora Universitária da UFRPE. Recife, 2020.

CANAL NEXO-POLÍTICAS PÚBLICA. Link: <https://pp.nexojornal.com.br/linha-do-tempo/2020/A-trajet%C3%B3ria-do-Novo-Ensino-M%C3%A9dio>. Acesso em: 20 de abr. 2023.

CANTANHEDE, L.B.; CANTANHEDE, S.C.S. Tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) como estratégia no ensino de química: blog, uma ferramenta para potencializar o conhecimento químico. ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista. Vol. 10, n. 3., p. 57-72, 2020.

CARDOSO, T. M. A Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ambiente Escolar. **Revista ITEC**, v. 3, n. 3, dez. 2011.

CARVALHO, L.J., GUIMARÃES, C.R.P. **Tecnologia: um recurso facilitador do ensino de ciências e biologia**. Acesso: 02 de ago. de 2022.

<https://eventos.set.edu.br/enfope/article/download/2301/716>

CHASSOT, A.; **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**, 5ª ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2011.

CIEB, Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Currículo de Tecnologia e Computação**, 2018. <https://curriculo.cieb.net.br/>

CIEB (Centro de Inovação para a Educação Brasileira), Tecnologia para promover qualidade e equidade na educação básica, (2018) Disponível em: <https://cieb.net.br/tecnologia-para-promover-qualidade-e-equidade-na-educacao-basica>. Acesso em 12/07/2022

CIEB, Centro de Inovação para a Educação Brasileira, (2022) <https://cieb.net.br/tecnologia-para-promover-qualidade-e-equidade-na-educacao-basica>. Acesso em: 12 de jul. 2022.

COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. **A incorporação das tecnologias de informação e comunicação na educação: do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso**. In: COLL, C.; MONEREO, C. Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e educação. Porto Alegre: Artmed, 2010. Cap. 3. p. 66-93. Tradução: Naila Freitas.

COLL, C.; MONEREO, C., **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, S. PRESA, S.A.B. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) nas aulas de Ciências: concepção docente e proposta de abordagem. **Revista Tecnologias na Educação** v.19, n.9, 2017.

DA MATA, J.A.V., SILVA, V.A., MESQUITA, N.A.S. Ensino de química e TDIC na educação de jovens e adultos: o contexto de relações em sala de aula. **R. Bras. Ens. Ci. Technol.**, v. 14, n. 1, p. 94114, 2021.

DOLEGA-DOLEGOWSKI, D. et al. Application of holography and augmented reality based technology to visualize the internal structure of the dental root – a proof of concept. **Head & Face Medicine**, V.18, Nº. 12, p. 2-6, 2022

<https://doi.org/10.1186/s13005-022-00307-4>

EBC – Empresa Brasil de Comunicação. Publicada em 23/08/2021. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-08/brasil-tem-152-milhoes-de-pessoas-com-acesso-internet>

Acesso: 02 de abr. 2023

EDYING, S.D., ODEY, C., GIMBIA, J. ICT and knowledge integration for social development in Nigeria. **British Journal of Education** v.3, nº.10, 13-21, 2015.

ERBAS, C.; DEMIRER, V. The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. **Journal of Computer Assisted Learning**, V. 35(3), p. 450-458, 2019. <https://doi.org/10.1111/jcal.12350>.

ESPÍNDOLA, M. B; GIANNELLA, T.R. Tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de ciências e da saúde: análise das formas de integração de ambientes virtuais de aprendizagem por professores universitários. **R. Bras. Ens. Ci. Tecnol.**, V. 11, n. 2, p. 189-210, maio/ago. 2018.

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>. Acesso em 08/07/2022

ESPÍNDOLA, M.B., GIANNELLA, T.R., Integração de tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de ciências: contribuições do modelo do conhecimento pedagógico-tecnológico do conteúdo. **Revista Educere Et Educare**, Vol. 14, N. 32, 2019.

<https://doi.org/10.17648/educare.v14i32.18287>

FANTIN, M.; RIVOLTELLA, P.C. (orgs.). **Cultura digital e escola: pesquisa e formação de professores**. Campinas: Papirus, 2012.

FERNANDES, D. M. S. **A utilização de Softwares educacionais na diminuição da abstração no ensino-aprendizagem de Química em nível superior**. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química). IFCE, Quixadá, 2014.

FERREIRA, F.S.; DOS SANTOS, F.A. As estratégias do “movimento pela base” na construção da BNCC: consenso e privatização. **Rev. Bras. Psico. e Educ.**, V. 22, n. 1, p. 189-208, 2020.

<https://doi.org/10.30715/doxa.v22i1.14031>

FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNADI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. In: **VII Enpec. Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. Florianópolis, RS, 2009.

FUNDAÇÃO TELEFONICA. Entenda como a competência Cultura Digital, prevista na Base Nacional Comum Curricular, colabora com o desenvolvimento de habilidades essenciais para um mundo em constante transformação, 2021.

<https://fundacaotelefonicavivo.org.br/noticias/o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-competencia-cultura-digital-no-novo-ensino-medio/> Acesso em 11 de maio 2022.

GEWEHR, D. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) na escola e em ambientes não escolares**. Dissertação de Mestrado em Ensino na linha de pesquisa Recursos, Tecnologias e Ferramentas no Ensino. Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIANNELLA, T.R. **Inovações no Ensino das Ciências e da Saúde: Pesquisa e Desenvolvimento da Ferramenta Constructore e do Banco Virtual de Neurociência**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

GIANNELLA, T.R.; STRUCHINER, M. Construção e aplicação de um modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet para o ensino de ciências e

saúde. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** - REEC, v. 9, n.3, p. 530-548, 2010.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 325 p.

GORGHIU, L. M.; GORGHIU, G.; DUMITRESCU, C.; OLTEANU, R.; BIZOI, M., e SUDUC, A.M. Implementing virtual experiments in Sciences education - challenges and experiences achieved in the frame of VccSSe Comenius 2.1. project. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, V. 2, p. 2952–2956, 2010. [doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.446](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.446).

GUERRA, M. G. G. V.; ALMEIDA, M. S. O uso do *tablet* educacional: um estudo numa escola de referência em ensino em Pernambuco. **Revista Espacios**, Pernambuco, v. 38, n. 10, p. 4-10, set./dez. 2016.

GUIMARÃES, S.E.R., BORUCHOVITCH, E., O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 2004, 17(2), pp.143-150.

HARIHARAN, P., **Basics of Holography**. Ed. Cambridge University Press. School of Physics, University of Sydney, Australia 2002.

HEIDE, A; STILBORNE, L. **Guia do professor para a Internet: completo e fácil**. 2. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

HOLOGRAPHIC IMAGES - Prof. Steve Benton of the Media Lab, a pioneer in the field of holography and spatial imaging, invented the hologram seen on millions of credit cards. **Spectrum MIT**, 1999.

<https://spectrum.mit.edu/winter-1999/holographic-images/>

HOLOGRAPHY, Virtual Galery. “**History of the holography.**”[Online]. Disponível em: <http://www.holography.ru/histeng.htm>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

INSTITUTO LOCOMOTIVA. O abismo digital no Brasil: Como a desigualdade de acesso à internet, a infraestrutura inadequada e a educação deficitária limitam nossas opções para o futuro, (2022). PWC - PricewaterhouseCoopers Brasil Ltda. www.pwc.com.br/structure.

Acesso em: 12 de jul. 2022.

JAUCH, J.M. **São os Quanta Reais? Um diálogo Galileano**. Nova Estrella. São Paulo. 1986.

JESUS, C. F. A.; SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. O Celular como Possibilidade Didática: Instrumento mediador no processo de ensino aprendizagem de química. X Congreso internacional sobre investigación em didáctica de las ciencias. **Enseñanza De Las Ciencias**, nº Ext. (2017), p. 1235-1239. Sevilla. 2017.

JUNIOR, L.M.; MARTINS, R.E.M.W.; DIAS, J. Tecnologias digitais da informação e comunicação: o ensino de geografia e a apropriação conceitual. **Rev. FAEEBA**. V. 32, n. 69, p. 223-237, 2023.

JUNIOR, R.B.; MACEDO, M., O uso das tecnologias digitais da comunicação e informação (TDICs) em sala de aula. **RECIMA21 - revista científica multidisciplinar**. v.4, n.2, 2023

JUUTI, K.; LAVONEN, J.; AKSELA, M. & MEISALO, V. Adoption of ICT in Science Education: a Case Study of Communication Channels in A Teachers' Professional Development Project. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**. V. 5, n. 2, p. 103-118, 2009. ISSN1305.8223.

KALANSOORIYA, P.; MARASINGHE, A.; BANDARA, K. M. D. N. Assessing the Applicability of 3D Holographic Technology as an Enhanced Technology for Distance Learning. **IAFOR Journal of Education**, spec ed p. 43-57, 2015.

KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. Campinas, SP: Papirus, 2009.

KO, K., WEBSTER, J. Surgical Neurology. Holographic Imaging of Human Neurology. Brain Preparations v. 44, p. 428-32, 1995.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. 195 p.

LEITE, B. S. *M-Learning*: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, 2014.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: Teoria e Prática na Formação Docente**. 1ª ed. Appris Editora. Curitiba, 2015. 365 p.

LÉVY, P. As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 2010.

LÉVY, P., **Cibercultura**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LIMA, L.G., **A Abstração no Ensino Aprendizagem da Física: Contribuições da Teoria dos registros de Representação Semióticas na Resolução de Problemas**. 2018, 243 f. Tese de Doutorado (Ensino de Ciências e Matemática), Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

LINN, M. Technology and Science Education: starting points, research programs, and trends. **International Journal of Science. Education** 25(6), p. 727-758, 2003.

LIU, Y-Z., PANG, X-N., JIANG, S., DONG, J-W. (2013). Viewing-angle enlargement in holographic augmented reality using time division and spatial tiling. **Optics Express**, 21(10), 12068, 2013.

<https://doi.org/10.1364/oe.21.012068>.

LOURENÇO, A. B.; ABIB, M. L. V. S.; MURILLO, F. J. Aprendendo a ensinar e a argumentar: Saberes de Argumentação Docente na formação de futuros professores de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 295-316, 2016.

LUCENA, G. L.; SANTOS, V. D.; SILVA, A. G. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n.2, p. 28-36, ago. 2013.

LÜCKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação – abordagens qualitativas**. São Paulo, Editora E.P.U.; 2ª edição 2013.

LUIGI, C.A.R. **Desenvolvimento de Competências e Habilidades apontadas no ENEM para a área de Química: Ensino por meio de Situações-problema**. 276 f. Tese (Doutorado Ensino de Química), Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-02052019-160055/publico/Camila_Alexandra_Rodrigues_Luigi_original.pdf.

MCCRORY, R. Science, technology, and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science. In: **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators**. New York: Routledge, p. 193-203, 2008.

MEC, Ministério da Educação, Brasília – DF. 2023. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-depraticas/aprofundamentos>. Acesso em: 11 de abr. 2023

MELO, E. S.; MELO, J. R. F. Softwares de Simulação no Ensino de Química: Uma Representação Social na Prática Docente. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v.6, n.2, p.51-63, jun. 2005. <http://dx.doi.org/10.20396/etd.v6i2.773>.

MELO, J. R. F. **A formação inicial do professor de química e o uso das novas tecnologias para o ensino: um olhar através de suas necessidades formativas**. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

MEDEIROS, A., **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** 23, 329 (2008).

MEDEIROS, J. A.; MEDEIROS, L. A. **O que é tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2010.

MENEZES, D.C.F.; CHARLOT, V.A.C.S.; ARAUJO, E.G., As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e a relação com o saber no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo como objeto de estudo. **Rev. de Ens. de Ciênc. e Mat – RenCiMa**, V. 14, n. 1, p. 1-17, 2023.

MERCHANT, Z. et al. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. **Computers & Education**, V. 70, p. 29-40, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>.

MORAN, J. M. **As mídias na educação**. In: MORAN, J. M. “**Desafios na Comunicação Pessoal**”. 3ª ed. São Paulo: Paulinas, 2007, p. 162-166. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/mídias_educ.htm> Acesso em: 10 jul. 2015.

NETO, M.B.S.; ALMEIDA, S.N. e FEITOSA, R.A. Uso de objetos de aprendizagem para abstração no ensino de química: estado da arte. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, v. 8, n. 2, p. 128-140. 2018.

OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico): Leitores do século 21 desenvolvendo habilidades de alfabetização em um mundo digital, maio de 2021. Acesso em: 14 de jul, 2022.

https://www.oecd.org/pisa/PISA2018_Leitores_PORTUGAL.pdf

OLAKANMI, E. E. The effects of a web-based computer simulation on students conceptual understanding of rate of reaction and attitude towards chemistry. **Journal of Baltic. Science Education**, 14(5), 627, 2015.

OLIVEIRA, F.T.L.; OLIVEIRA, J.C.N. A informática na educação através da utilização das TICS na escola, objetivando auxiliar os processos de ensino-aprendizagem e inclusão sociodigital. *Desafios da Educação na Contemporaneidade* 4, Cap. 4, pg. 355-365, 2022.

DOI: 10.47573/aya.88580.2.53.32

ORCOS, L., MAGREÑÁN, Á.A. The hologram as a teaching medium for the acquisition of STEM contents. *International Journal of Learning Technology*, 13(2), 163-177, 2018. <https://doi.org/10.1504/IJLT.2018.092097>

ORTEGA, M.X.P., Application of the technical – pedagogical resource 3D holographic LED-fan display in the classroom. *Smart Learning Environments*, v. 7, n.32 p.1-13, 2020.

OTERO, M.R.; LLANOS, V.C.; GAZZOLA, M.P., Recursos en la escuela secundaria en la modalidad on-line: analisis de una encuesta. *Rev. Int. de Pesq. em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)*, V. 4, e023003, p. 1-15, 2023

POZO JI. **Aprendizes e mestres: a cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed; 2002.

REINALDO, T.A.S.; CALDEIRA, A.M.A., O ensino de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental: uma análise curricular com enfoque nos conhecimentos químicos. *Rev. de Ens. de Ciênc. e Mat - REnCiMa*, São Paulo, V. 14, n. 1, p. 1-24, 2023.

RIBEIRO, A. et al., Holografía y realidad virtual en la enseñanza de nanotecnología: nuevos horizontes dirigido a educación secundaria. *Revista de Física*, Nº. 56E, p. 34-45, 2018.

ROCHA, R.C.M., CORRÊA, R.P., FERREIRA, R.R., A tecnologia digital de comunicação e informação (TDIC) e suas possibilidades na educação durante a pandemia de COVID-19. *RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara*, v. 17, n. 4, p. 2526-2543, 2022.

RODRIGUEZ, L., QUINT, F., GORECKY, D., ROMERO, D., SILLER, H. R. Developing a mixed reality assistance system based on projection mapping technology for manual operations at assembly workstations. **Procedia Computer Science**, v. 75, 327-333, 2015.

ROSSI, N.L. **Inserção das tecnologias de informação e comunicação na prática pedagógica**, TCC (Especialização em Mídias na Educação) Centro interdisciplinar de novas tecnologias de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 17. 2015.

SANCHO, Juana Maria (org). **Para uma Tecnologia Educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTANA at al., A Reciclagem Como Ferramenta de Ensino. Revista Ibero-Americana de Humanidades, **Ciências e Educação**. São Paulo, v.8. n.06. 2022. doi.org/ 10.51891/rease.v8i6.6119.

SANTOS, B. C. D.; FERREIRA, M. Contextualização como princípio para o ensino de química no âmbito de um curso de educação popular. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n. 5, 2018.

SCHIVANI, M., SOUZA, G.F., PEREIRA, E., Pirâmide holográfica: erros conceituais e potencial didático. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, nº 2, e2506, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0186>

SERRA, R., VEGA, G., FERRAT, Á., LUNAZZI, J.J., MAGALHÃES, D.S.F. El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en Ingeniería. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, Nº. 1, p.1401, 2009.

SILVA, F. E. **A Interdisciplinaridade nos livros de Química no Ensino Médio**. Monografia (Curso de Licenciatura em Química). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza-CE, 2011.

SILVA, K.K.; FARIAS FILHA, T.F. e ALVES, L.A., Ensino de Química: o que Pensam os Estudantes da Escola Pública? **Revista Valore**, Volta Redonda, 5, e-5033, 2020.

SILVA, L.V.C., CANTANHEDE, L.B., CANTANHEDE, S.C.S. Tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) como estratégia no ensino de química: blog, uma ferramenta para potencializar o conhecimento químico. **ENCITEC-Santo Ângelo** – v. 10, n. 3., p. 57-72, 2020.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v10i3.2957>

SILVA, R.L.J.; BARBOSA, A. R. **Ensino de ciências e tecnologias digitais: desafios e potencialidades**. Ciclo Revista: Experiências em formação no IF Goiano, 2016.

<https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/ciclo/article/view/218/131>

Acesso: 21 de jul. 2022

SIRHAN, G. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. **Tüfed-tused**, V. 4, n. 2 p. 2-20, 2007. <https://dspace.alquds.edu/handle/20.500.12213/742>

SOUSA, RP., MIOTA, F.M.C.S.C., CARVALHO, A.B.G. **Tecnologias digitais na educação [online]**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p.

SPANHOL, F.J., LUNARDI, G.M. e SOUZA, M.V., **Tecnologias da informação e comunicação na segurança pública e direitos humanos**. Coleção Mídia, Educação, Inovação e Conhecimento V. 2, Blucher, 2016.

STAHL, M. M. **Formação de professores para uso das novas Tecnologias da Comunicação e Informação**. In: CANDAU, Vera Maria (org.). Magistério: Construção Cotidiana. Petrópolis: Vozes, 1997. p. 292-317.

TAJRA, S.F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade**. 2.ed., São Paulo: Érica, 2000.

TEDESCO, J.C. **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** Cortez, Brasília/Unesco, 2004.

TEIXEIRA, L. H. O. Abordagem Tradicional de Ensino e Suas Repercussões Sob a Percepção de um Aluno. **Revista Educação em Foco**, nº 10, 2018, p. 93-103.

TOLEDO, R. S. et al. Haciendo Hologramas em la escuela y em la casa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010.

TSANG, P.W.M., POON, T.C. Review on the state-of-the-art technologies for acquisition and display of digital holograms. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, 12(3), p. 886-901, 2016. <https://doi.org/10.1109/TII.2016.2550535>

TRIVINÕS, A.N.S. **Introdução a pesquisa em Ciência Sociais: a Pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: altos, 1987.

TROLINGER, J.D., LAL, R.B., MCINTOSH, D.E., WITH-EROW, W.K.; Holographic particle-image velocimetry in the first International Microgravity Laboratory aboard the Space Shuttle Discovery. **Applied Optics** 35, 681-689, 1996.

<https://doi.org/10.1364/AO.35.000681>

ÜNAL, S.; ÇALIK, M.; AYAS, A.; COLL, R.K. A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. **Research in Science & Technological Education** Vol. 24, No. 2, pp. 141-172, 2006. <https://doi.org/10.1080/02635140600811536>.

UNIVERSAL-HOLOGRAM. **What is holography? And, How to light a hologram**. 17 out. 2009. Disponível em:< http://universalhologram.com/what_is_holography.htm/>. acesso em: 20 abr. 2023.

VALENTE, J.A. Integração currículo e tecnologia digitais de informação e comunicação: a passagem do currículo da era do lápis e papel para o currículo da era digital. In: CAVALHEIRI, A.; ENGERROFF, S. N.; SILVA, J. C. (Orgs.). **As novas**

tecnologias e os desafios para uma educação humanizadora. Santa Maria: Biblos, 2013.

VALENTE, J.A. “**O computador na sociedade do conhecimento**”. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VOSGERAU, D.; BRITO, G.S.; CAMAS, N. PNE 2014-2024: tecnologias educacionais e formação de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, v. 08, n. 14, p. 103-118, 2016.
<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>

WALKER, R.A. Holograms as Teaching Agents. **J. Phys. Conf. Series.** V. 415, 012076, 2013. doi:10.1088/1742-6596/415/1/012076.

WANG, G. Field reconstruction of holograms for interactive free space true three dimensional display. **World Journal of Applied Physics**, 4(3), 41, 2017.
<https://doi.org/10.11648/j.wjap.20190403.12>

WONG, L.H., et al. IDC theory: interest and the interest loop. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, 15(3), p. 1-16, 2020.
<https://doi.org/10.1186/s41039-020-0123-2>

YESGAT, D. Secondary school students' achievement and attitude towards chemistry within computer simulation assisted inquiry-based chemistry teaching: case of finote selam town. **AJCE**, 12(1) 2022.

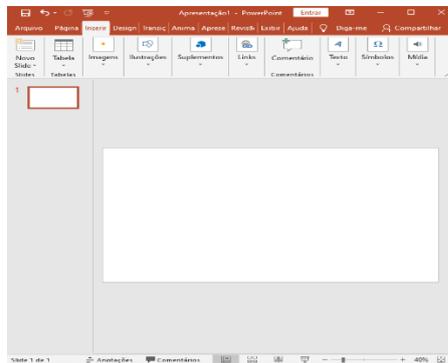
YOO, H., Jang, J., Oh, H. and Park. I. The potentials and trends of holography in education: A scoping review. **Computers & Education**, V. 186, p. 1-16, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104533>

APÊNDICE 01: EDIÇÃO DOS VÍDEOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS

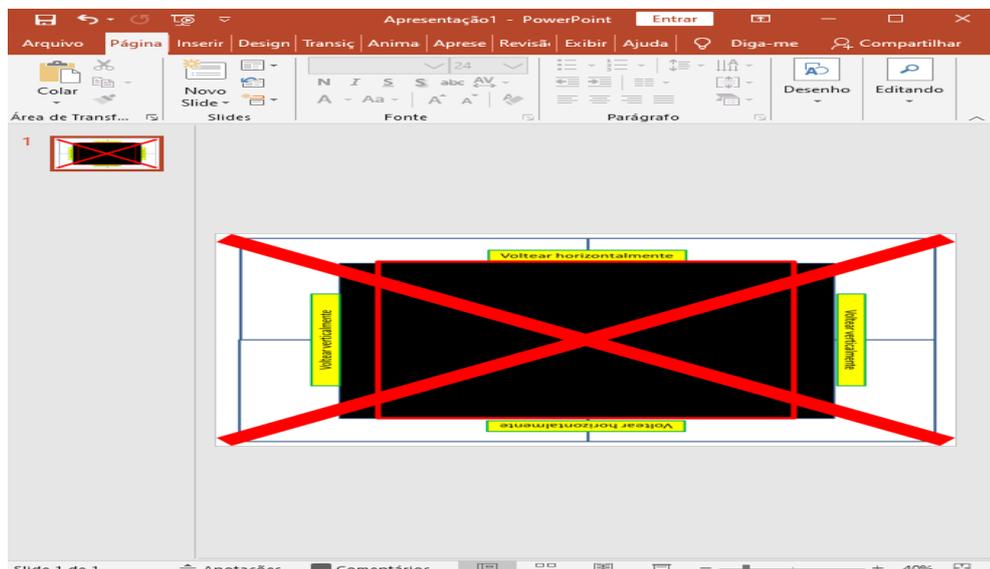
Algo muito importante neste projeto diz respeito a escolha e edição dos vídeos que serão utilizados nas projeções holográficas. Pode-se usar o programa software Sony Pro Edition, da Magic, versão 7.0, 64 bits, mas não é um soft de uso aberto e sim pago, portanto usaremos o Power Point. Qualquer um dos programas resulta na mesma qualidade de imagem, ressaltando que o Pauer Point demanda mais etapas durante a edição.

Para elaboração do vídeo com o objetivo de ser utilizado nas projeções holográficas siga os dez passos seguintes:

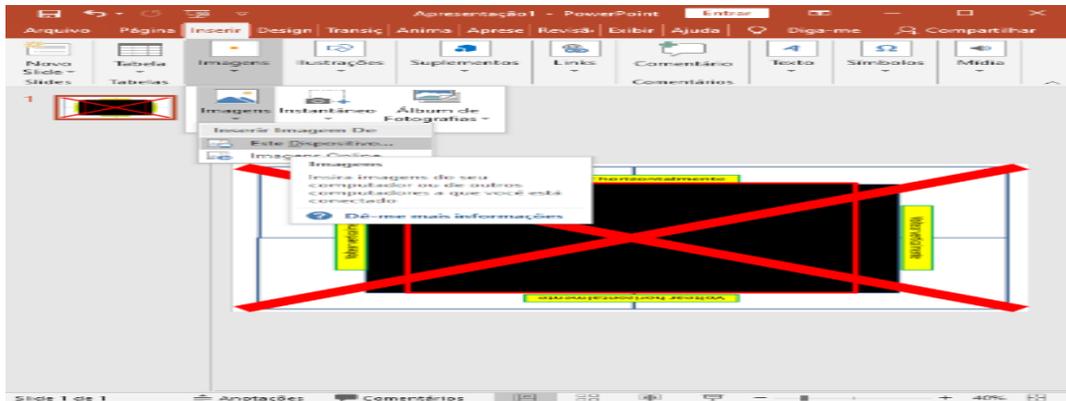
1º - Abra o Power Point e deixe a página inicial em branco, conforme a Figura abaixo.



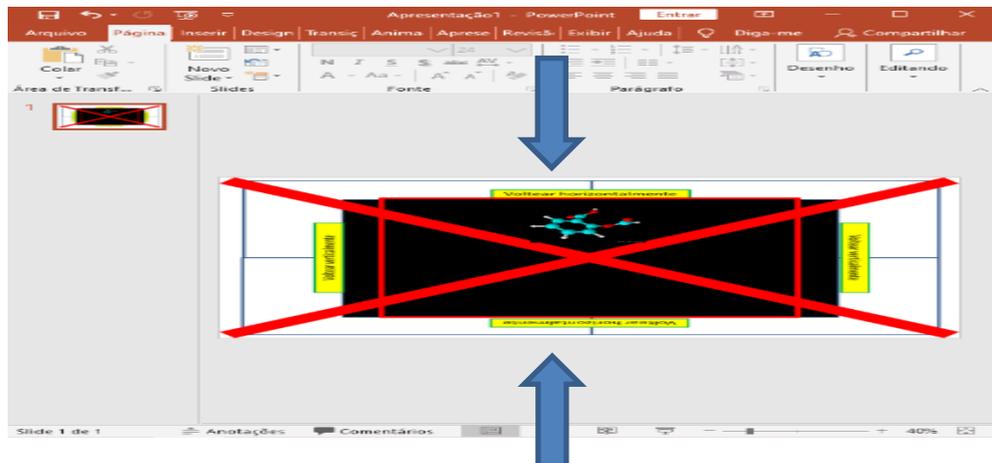
2º - Clique em Inserir > Imagens > e localize a imagem “modelo”. Em seguida ajuste a imagem para que as bordas coincidam com o layout inicial do Power point



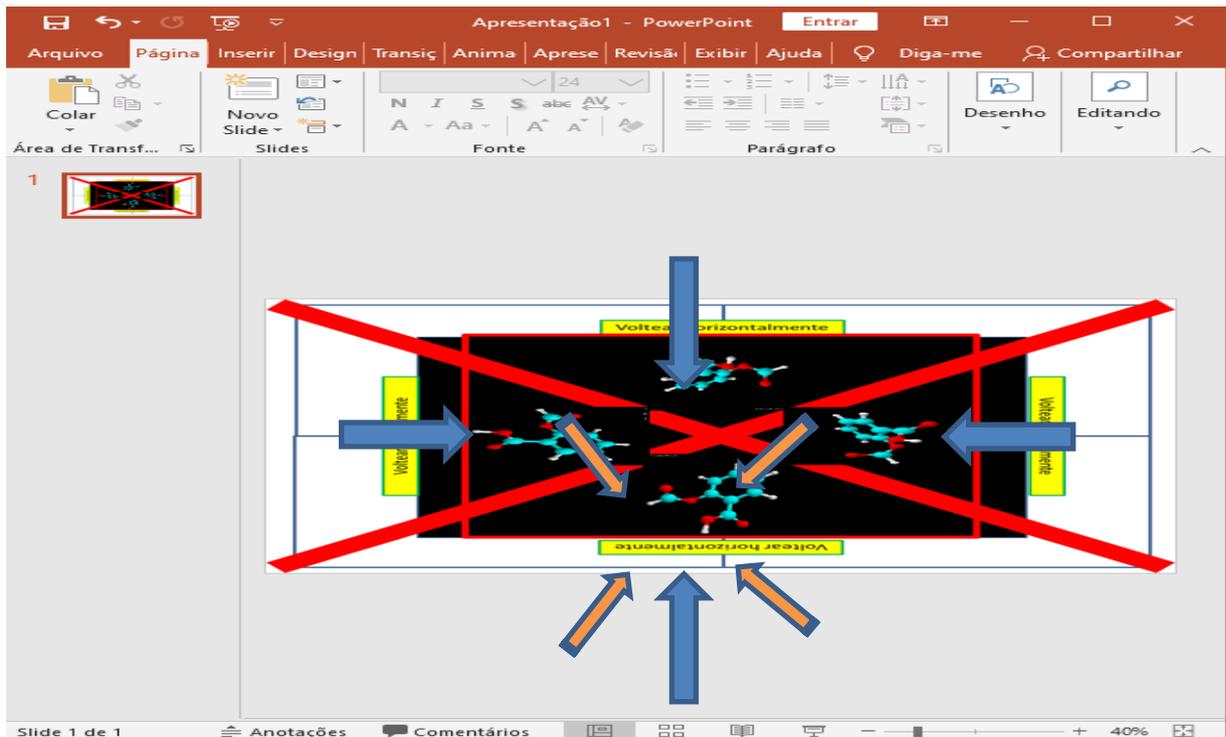
3º - Em seguida. Novamente em Inserir> Imagem> localize a sua figura em formato gif e selecione.



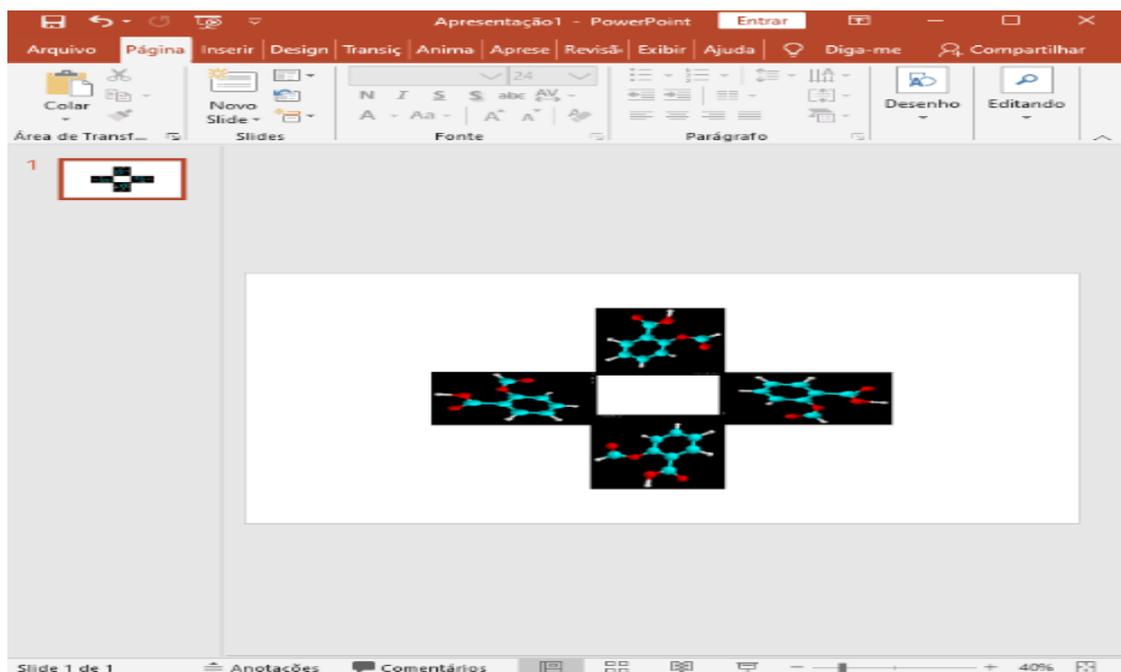
4º - Ajuste a imagem selecionada com as dimensões presente na imagem “modelo”.



5º - Copie e cole a figura e repita o mesmo procedimento do 4º passo. Atenção: as extremidades inferiores de cada imagem devem tocar a imagem próxima, como é indicado pelas setas internas na figura abaixo.

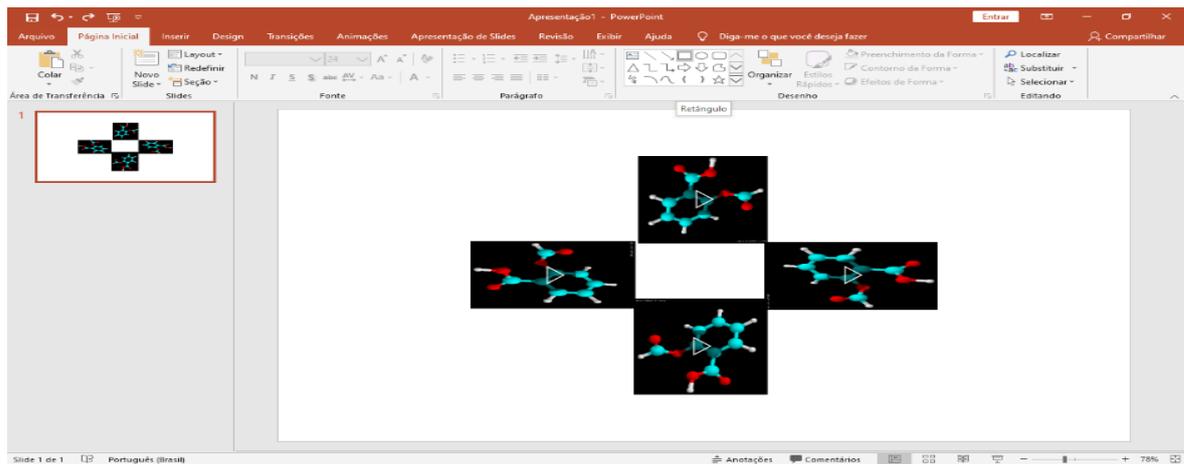


6º- Selecione a imagem inicial “modelo” e aperte a tecla “del”

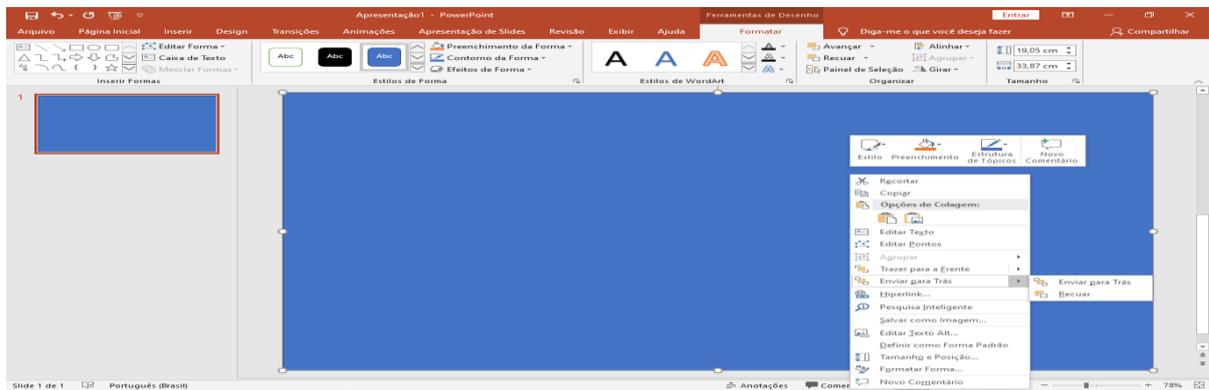


7º- Em **Página Inicial**, selecione o ícone “retângulo”. Ajuste o retângulo ao layout do PowerPoint, em seguida, clique com o botão direito do mouse no meio do retângulo ajustado e selecione: Enviar para Trás > Enviar para Trás > Enter. Clique novamente no retângulo ajustado e selecione Formatar > Preenchimento de Forma > Selecione a cor que mais se aproxima da imagem inicial da sua Figura em formato gif. No caso deste Teste, foi a cor preto.

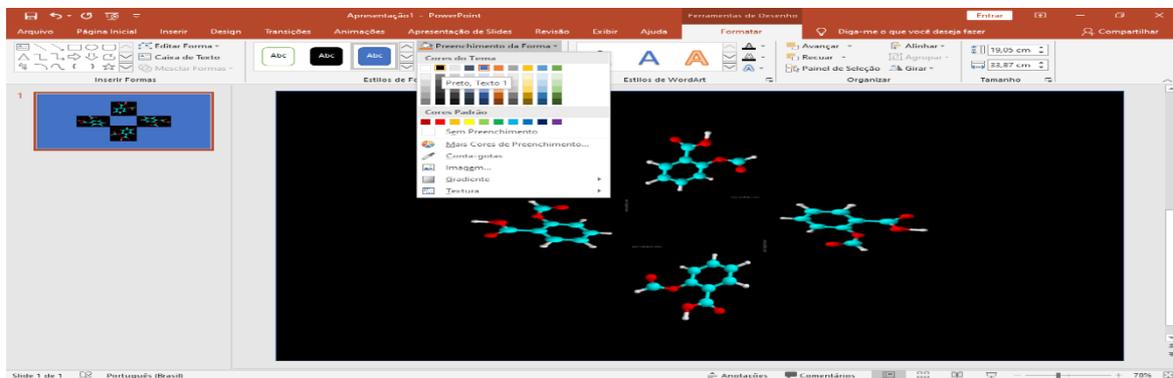
7 - Passo 01



7º. Passo 02

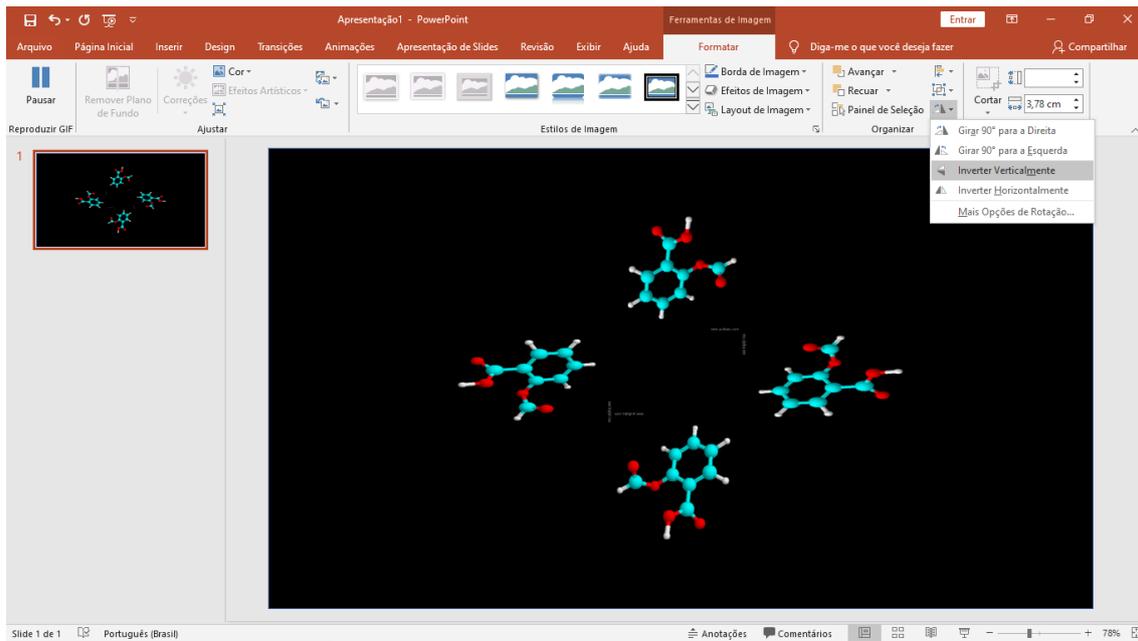


7º. Passo 03

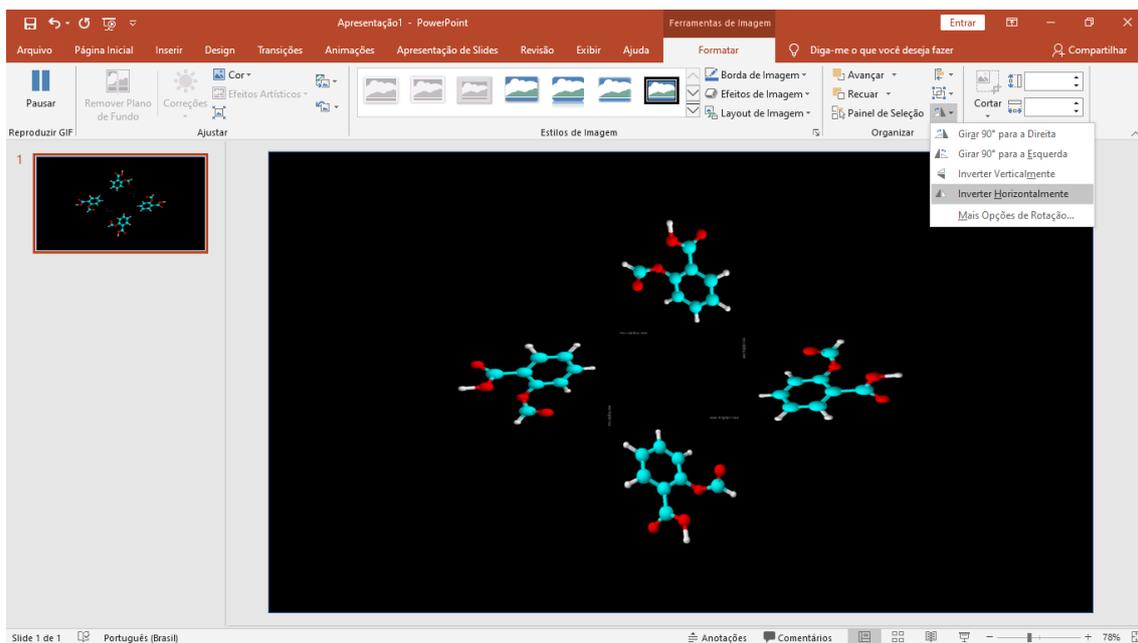


8º.1 - Selecione as imagens verticais segurando a tecla "Ctrl" e em seguida selecione: Formatar > Girar objeto> Inverter verticalmente. Faça o mesmo para as imagens horizontais. Selecione as duas imagens horizontais apertando "Ctrl" em seguida, Formatar > Girar objeto > Inverter horizontalmente.

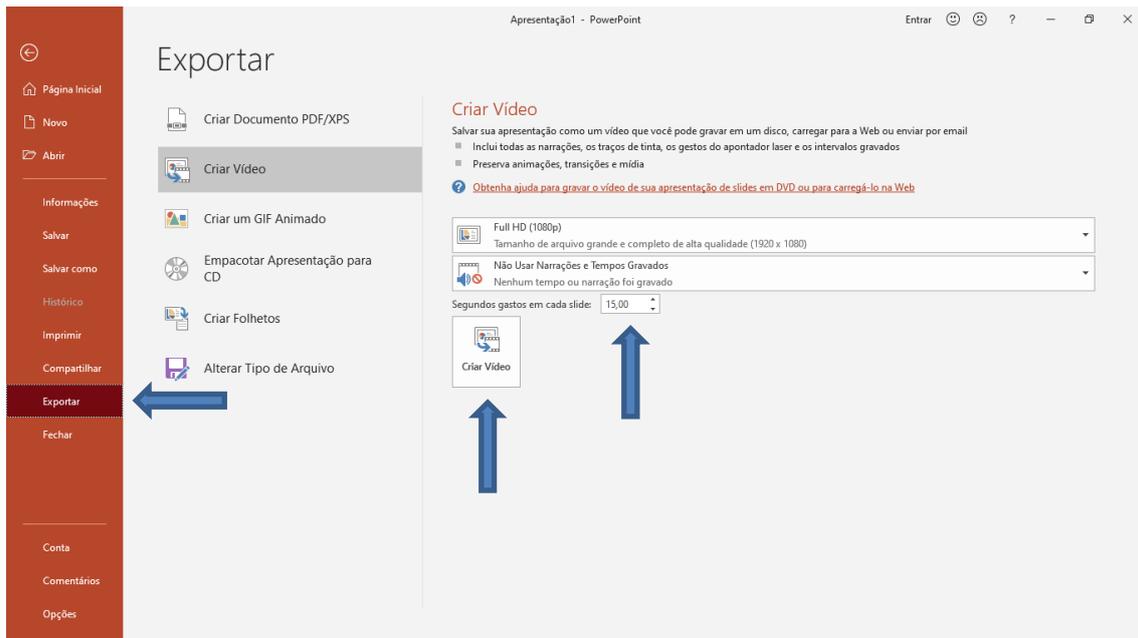
8º. passo 01 – Inversão vertical



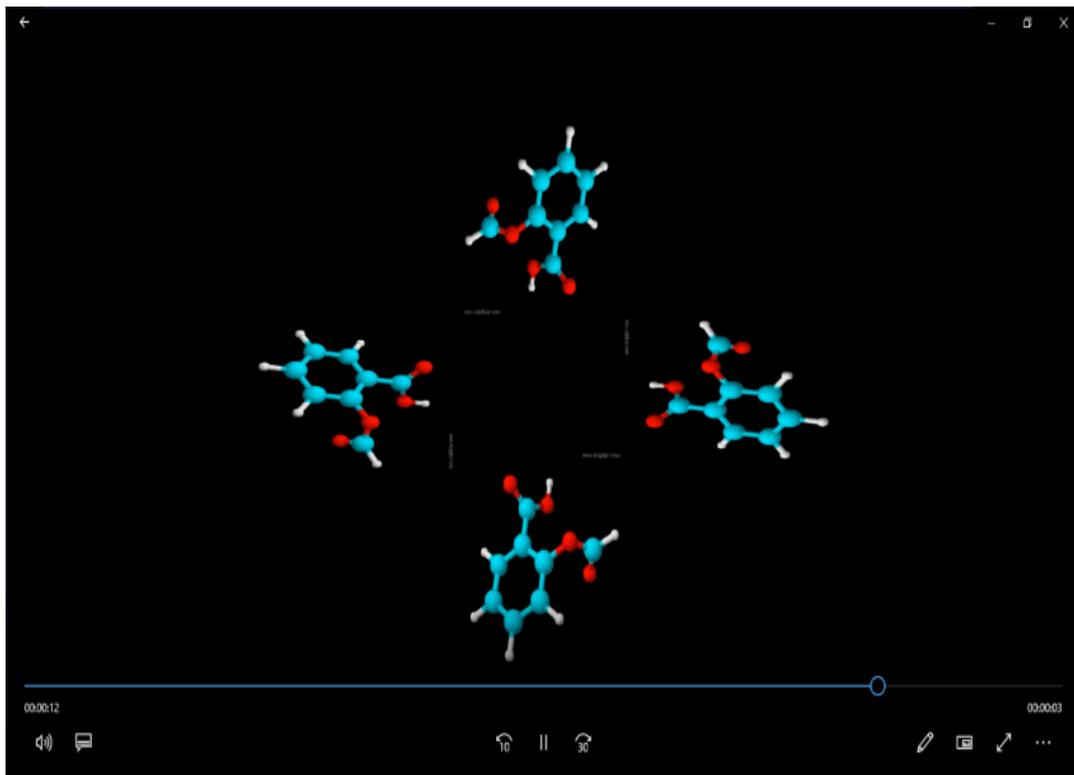
8º passo 02 – Inversão horizontal



9º - Acesse “Arquivo”, procure por “Exportar”, selecione “Criar vídeo”, antes de selecionar esse item você pode variar a duração do vídeo conforme seu interesse, como é demonstrado abaixo.



10º - Após selecionar o item “Criar vídeo” basta apenas selecionar a pasta que o vídeo será salvo. Pronto já pode ser utilizado em seu Holograma.



APÊNDICE 02. CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO

➤ Desenvolvimento do Aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido com a colaboração do doutorando Rodrigo Sá de Jesus do Programa de Pós-graduação de Biologia e Biotecnologia de Microrganismos) principalmente na sua configuração de “Hardware” e “Software”, sendo a parte de conteúdo e “layout” havendo a minha participação e contribuição de forma mais direta. O desenvolvimento do aplicativo segue os passos apresentação a seguir:

1º passo - Todo o código foi implementado na plataforma online gratuita, chamada kodular creator (<https://www.kodular.io/creator>). Dentro da plataforma, na página inicial, aciona-se "novo projeto". O projeto foi denominado de Projeto Holograma, nessa plataforma foi realizado todo código do aplicativo, como pode ser observado nas Figuras 1,2 e 3 a seguir.

Figura 1. Programação na plataforma kodular, tela de acesso e menu.

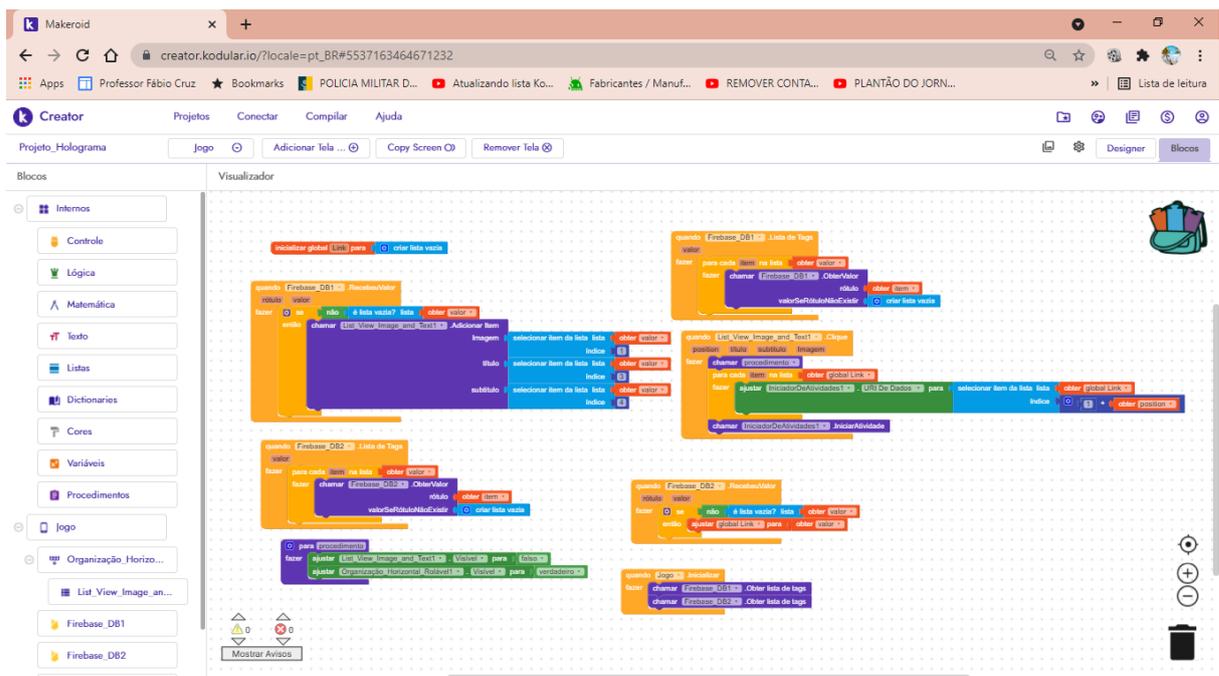


Figura 2. Programação plataforma kodular, botões inferiores.

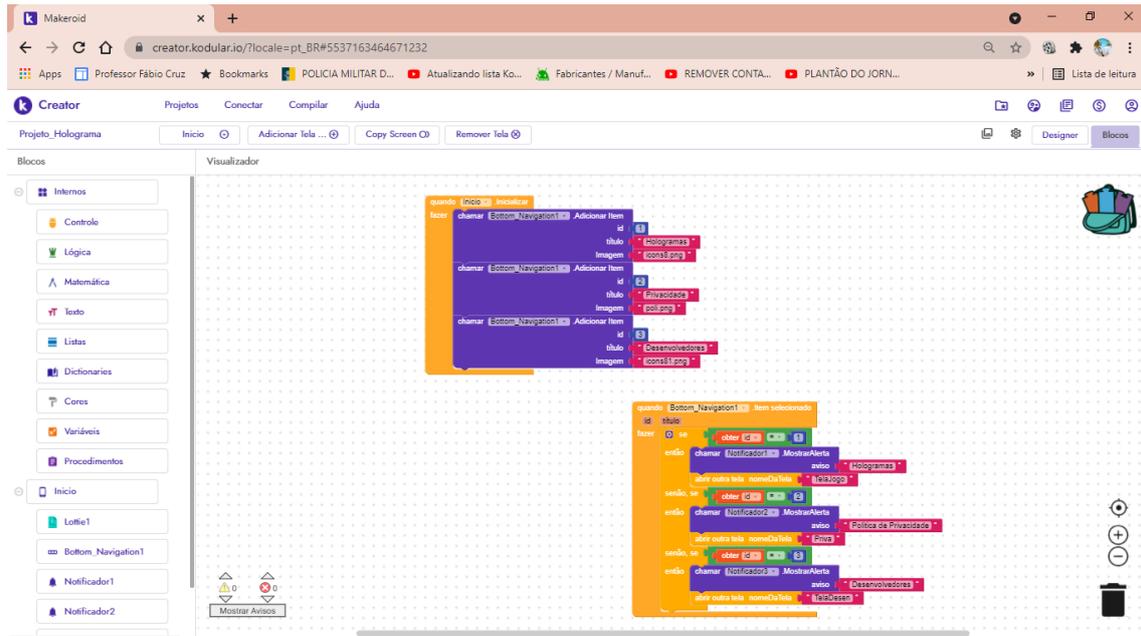
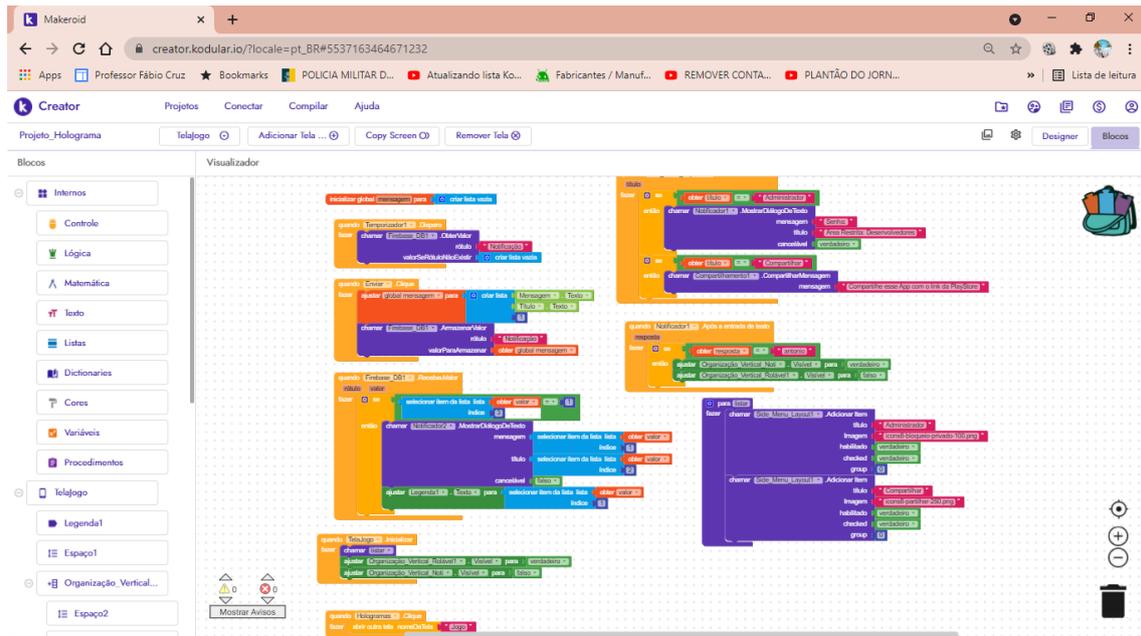


Figura 3. Programação Kodular, telas de acesso ao App.



2º passo - O segundo passo, foi a configuração externa do aplicativo, utilizando o banco de dados gratuito denominado Firebase (www.firebase.com.br), nessa plataforma é possível configurar externamente páginas Web, figuras, legendas ..., do aplicativo. O email de acesso criado é hologramasuporte@gmail.com, gerando também uma senha de acesso para o administrador. Com o login é possível fazer toda

a configuração externa do App. Além disso, com esse e-mail e senha foi criado também uma conta no google drive, onde foram enviados todos os vídeos de projeção elaborados. O link de cada vídeo no google drive deve ser inserido no banco de dados do firebase, para que possa aparecer no aplicativo. Google drive e banco de dados pode ser analisados, respectivamente pelas Figuras 4 e 5.

Figura 4. Google drive, local para armazenamento dos vídeos de projeção.

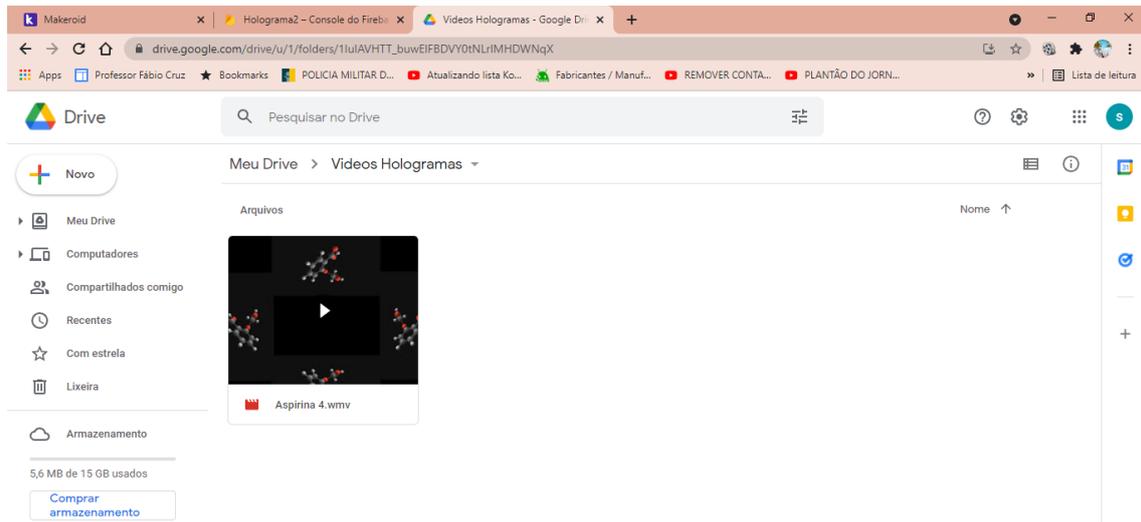
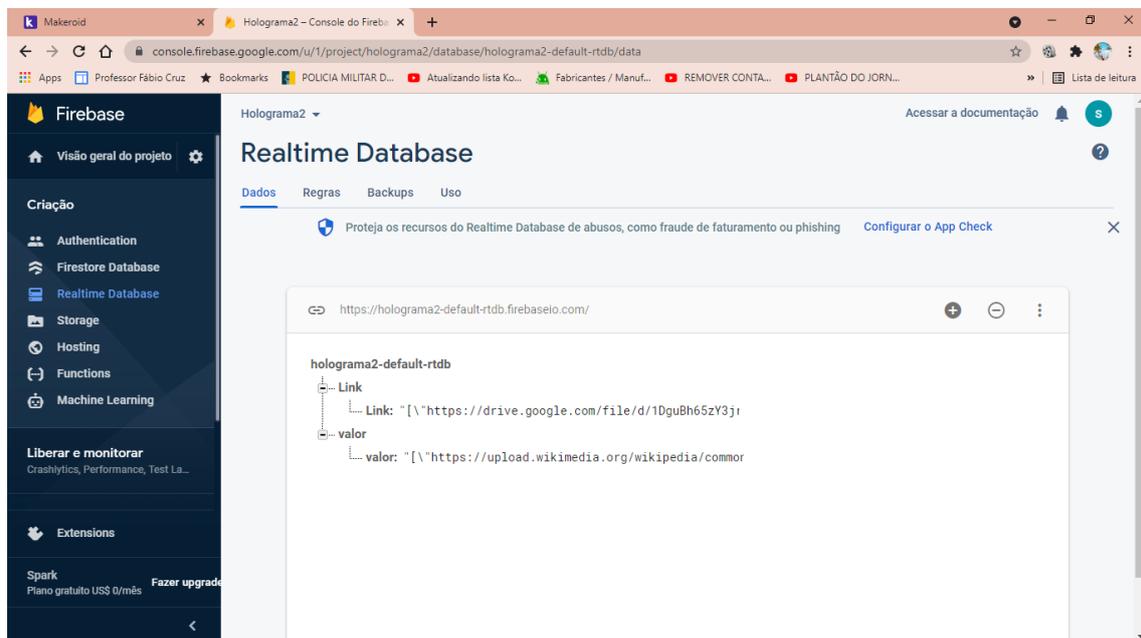
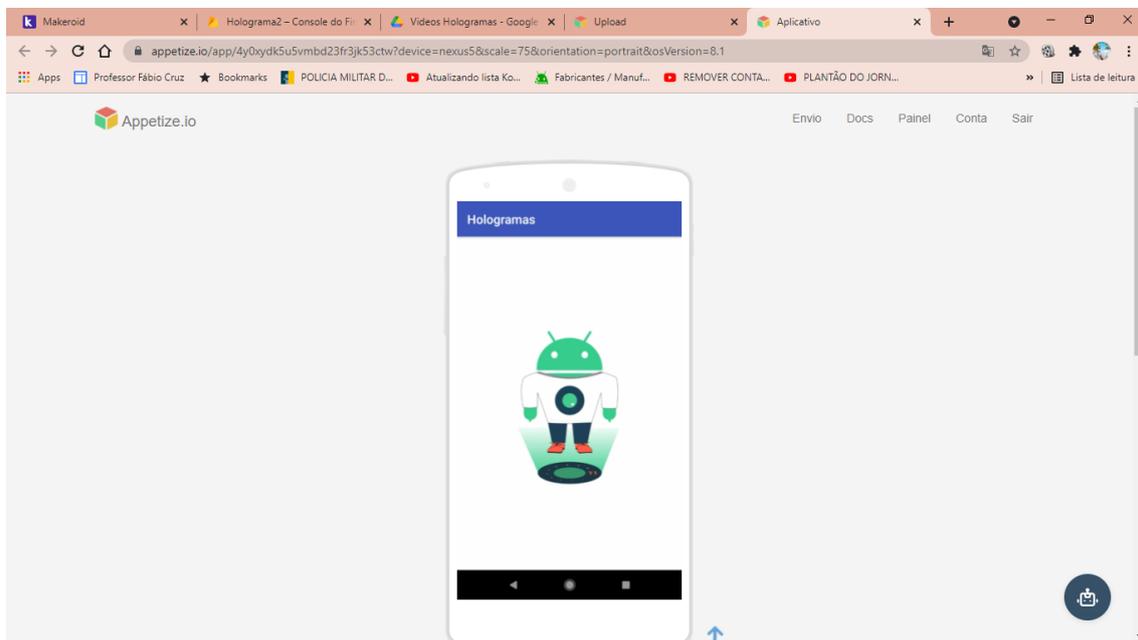


Figura 5. Configuração Firebase, banco de dados externo do App.



3º passo - Para realização de testes, foi utilizado a plataforma appetize.io. Também é uma plataforma gratuita, onde é possível testar o aplicativo criado. Se durante o teste o aplicativo apontar falhas, a própria plataforma acusa, e é possível voltar à plataforma [kodular](https://www.kodular.com/) para realizar novos ajustes.

Figura 6. Plataforma appetize.io para realização de testes.



4º passo - Com todos os testes realizados e convergindo para a ideia inicial do programador, o App está pronto para ser enviado para a loja de aplicativo. Nós utilizamos o PlayStore, que é a loja de App mais utilizada no Brasil, no entanto, existem sim a possibilidade de enviar para lojas de aplicativos distintas. Com a Senha e e-mail do desenvolvedor do App, depois de preencher numerosos formulários, o App permanece em análise durante 7 dias. Se for aprovado, gera-se um link, e com esse link é possível acessar o aplicativo em qualquer lugar do planeta que utiliza a plataforma PlayStore em sistema operacional Android.

➤ **LAYOUT DO APLICATIVO.**

1º passo - Página Inicial: É a primeira tela que aparece para o usuário, quando o ícone que fica na área de trabalho do Smartphone após a instalação é acessado. Após 8 segundos na página inicial, o App direciona o usuário para a página de menus, na

parte inferior possui os botões de acesso, também chamado de “botões de comando”, a saber: Hologramas, Política de privacidade e Desenvolvedores.

- Botão holograma: está vinculado ao banco de dados Firebase, é através desse botão que é possível acessar de forma direta a página que dá acesso aos vídeos.
- Botão Política de Privacidade: Dá acesso a nossa política de privacidade baseada na lei de proteção aos dados. Nesse documento é possível analisar que o app não coleta nem solicita nenhum dado pessoal.
- Botões Desenvolvedores: É possível acessar o perfil de todos os envolvidos na elaboração do projeto.

2º passo - Tela Secundária: A tela secundária também dá acesso aos vídeos de projeção. Nessa tela de forma específica, possui o botão lateral esquerdo, aparece quando o usuário arrasta o dedo da lateral esquerda para a direita. Na janela que aparece é possível ter acesso a área do administrador. Após o login é possível escrever recados para o usuário que aparecerá sempre que for acessada a Tela Secundária. Além do botão do administrador também têm o botão compartilhar, esse botão só pode ser acionado, apenas quando o aplicativo for aceito pela Loja PlayStore e implementado na sua segunda atualização.

3º passo - Tela terciária: Onde ficam armazenados todos os vídeos de projeção, é possível rolar a coluna dos vídeos, para uma melhor interação com os usuários. Basta apenas o usuário clicar no vídeo de projeção de interesse que será imediatamente redirecionado para o vídeo escolhido. Essa tela também está vinculada ao banco de dados Firebase, e sua configuração é externamente.

ANEXO I – PERGUNTAS SOBRE HOLOGRAFIA

A respeito da holografia e do aplicativo disponibilizado responda as questões abaixo (aluno)

1 – O que você achou do aplicativo? E da holografia? E de ambos juntos como uma ferramenta de ensino?

2 – Você acha que o conteúdo nessa ferramenta de ensino (Holografia/aplicativo) iria contribuir para a sua aprendizagem?

3 – Sabemos que é difícil imaginar/vislumbrar/abstrair um átomo, uma molécula, por exemplos. Com essa ferramenta (holografia / aplicativo) você acha que isso pode ser facilitado?

4 – Se um de seus professores utilizasse essa ferramenta de ensino em uma de suas aulas você acha que a aula ficaria mais interessante? Comente.

5 – Você faria alguma alteração/modificação/atualização nesta ferramenta de ensino apresentada para você?

A respeito da holografia e do aplicativo disponibilizado responda as questões abaixo (professor)

1 – O que você achou do aplicativo? O manuseio é fácil? E da holografia? Realmente a imagem fica em 3D?

2 – Você consegue enxergar alguma aplicação da holografia associada ao aplicativo em suas aulas?

3 – Você procura empregar em suas aulas recursos de TDCI, poderia descrever alguns?

4 – Estando os vídeos holográficos prontos e depositados no aplicativo, essa ferramenta facilitaria o planejamento de algum conteúdo de suas aulas?

5 – Você faria alguma alteração/modificação/atualização nesta ferramenta de ensino apresentada para você?
