

A holografia como uma possibilidade para o ensino: uma revisão bibliográfica

Holography as a possibility for teaching: a literature review

Michelle Cristina Boaventura França¹
Tadeu Oliver Gonçalves²
Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão³

Resumo

A holografia é uma técnica que consiste em reflexões que utilizam raios lasers em superfícies de vidro, resultando em um holograma. Esse método foi desenvolvido por Dennis Gabor quando buscava melhorar a qualidade de imagem do microscópio eletrônico e, acidentalmente, deu origem ao holograma. O objetivo do presente artigo foi realizar o levantamento de textos que trazem conceitos e possibilidades da utilização da holografia, holograma e "pirâmide holográfica" no ensino. A metodologia abordada foi a de revisão bibliográfica. A busca foi realizada na base de dados da CAPES com acesso ao espaço CAFE, sem recorte de tempo. Os resultados encontrados foram sete artigos que versam a respeito da aplicação dessas técnicas na aprendizagem e a predominância da holografia, holograma e "pirâmide holográfica" nas áreas de física e engenharia. Também ficou evidente que essa temática aborda uma discussão recente para a área do ensino, além disso, a pesquisa mostrou que as literaturas disponíveis nas bases de dados são de predominância internacional. Como conclusão, a holografia, o holograma e a "pirâmide holográfica" são propostas novas e enriquecedoras no campo educacional, apesar de haver distinções de conceitos, é possível utilizar essas técnicas no contexto de sala de aula, auxiliando os docentes e facilitando a aprendizagem de determinados conteúdos.

Palavras chave: educação; holografia; holograma; "pirâmide holográfica".

Abstract

Holography is a technique that consists of reflections using laser beams on glass surfaces, resulting in a hologram. This method was developed by Dennis Gabor when he was looking to improve the image quality of the electronic microscope and accidentally, gave rise to the hologram. The objective of this article was to do a research of texts that brings concepts and possibilities from the use of holography, hologram and "holographic pyramid" on education. The methodology approached was the bibliographic review. The search was done in CAPES database with access to CAFE space, without time clipping. The results founded were seven articles that talks about the application of these techniques on learning and the predominance of holography, hologram and "holographic pyramid" on physics and engineering areas. It was also evident that this theme brings a recent discussion for education. In addition to, the research showed that the literature available on databases is predominantly international. As conclusion, holography, hologram and "holographic

¹ Universidade Federal do Pará | michelle.ufpa@hotmail.com

² Universidade Federal do Pará | tadeuoliver@yahoo.com.br

³ Universidade Federal do Pará | soraiameirao@gmail.com

pyramid" are new and enriching proposals on educational areas, despite their differences in concepts, it is possible to use this technique in the classroom context, helping teachers and facilitating the learning of some contents.

Keywords: teaching; education; holographic pyramid; holography.

Introdução

No cotidiano escolar é possível perceber que os recursos tecnológicos são ferramentas que auxiliam na ampliação do conhecimento dos alunos em diferentes áreas de estudo, nesse sentido, em busca de recursos que colaborassem com essa ideia, foi possível encontrar artigos que tratam sobre holografia, holograma e a "pirâmide holográfica" sob uma perspectiva de ensino com o intuito de facilitar a compreensão de determinados conteúdos, promovendo estratégias que tornam o ensino diversificado e utilizam a tecnologia a favor da educação.

Segundo Guedes (2021) a holografia possibilita um ensino diferenciado e consideravelmente motivador, uma vez que aguça a curiosidade do discente e em conjunto com o professor favorece o ensino, pois apresenta uma nova maneira de observar objeto, trazendo importantes contribuições para o aprendizado. O uso da holografia e holograma pode ser encontrado no campo da engenharia, ciência, medicina, geometria descritiva, dentre outros. Esse método é visto como inovador dentro do ambiente escolar e é uma boa proposta para transformar o ensino.

A principal característica do holograma é a tridimensionalidade, ou seja, um espaço com três dimensões (3D) que estão relacionadas com a forma como os seres humanos percebem o mundo dentro de uma perspectiva de comprimento, largura e altura e esse aspecto contribui para o aprendizado dos discentes e embora seja uma realidade disponível, ainda não é uma prática docente.

Para Tavares et al. (2013) o ensino exige dedicação e é uma tarefa difícil que precisa ser revista constantemente, levando os professores a aprimorar seus conhecimentos a cada evolução na sociedade. O progresso deve fazer parte da trajetória do docente uma vez que o professor também é um indivíduo em constante aprendizado, esse desenvolvimento está ligado a duas vertentes que são teoria e prática docente tendo como objeto a aprendizagem dos alunos.

Assim, o objetivo do presente artigo foi realizar um levantamento de textos que trazem conceitos e possibilidades da utilização da holografia, holograma e "pirâmide holográfica" no ensino. As pesquisas realizadas para compor o presente trabalho seguiram a vertente da pesquisa bibliográfica, onde se procurou identificar os artigos que abordam os assuntos relacionados ao tema como instrumento de ensino.

Referencial Teórico

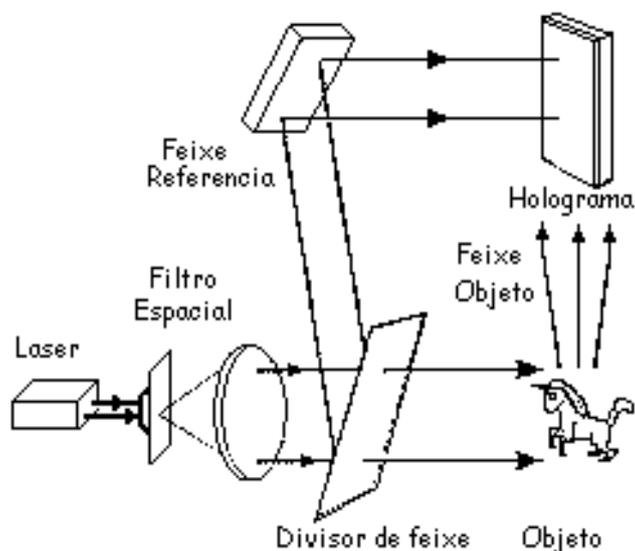
Para entender como funciona esse método chamado holograma é preciso partir do sentido da palavra. O termo holograma é originado da língua grega onde "holos" significa todo e "grama" significa mensagem. A técnica do holograma foi descoberta por Dennis Gabor (1900-1979), por volta do ano de 1947, quando Gabor em busca de aperfeiçoar o microscópio eletrônico, acabou descobrindo o holograma.

Mesmo não possuindo materiais sofisticados na época, Gabor conseguiu desenvolver a técnica de maneira simples manuseando apenas a luz de lâmpadas de mercúrio que tinham filtro de cor esverdeada. Após esse feito, surgiram outros hologramas, tendo um avanço na qualidade e atualmente os hologramas são compostos por laser que origina uma melhor nitidez na imagem.

Os primeiros lasers foram criados no ano de 1962 por Emmett Leith (1927-2005) e Juris Upatnieks (1936-1975) que eram colegas na universidade e, juntos, desenvolveram uma nova técnica que daria origem as imagens tridimensionais holográficas. Leith e Upatnieks reinventaram e modernizaram o método do holograma, melhorando e sofisticando o processo óptico uma vez que as primeiras imagens holográficas não possuíam uma boa resolução (LUNAZZI, 1985).

É importante compreender como a técnica funciona, uma vez que o holograma é o resultado final do método chamado de holografia. A holografia pode ser entendida por meio do processo de gravação de imagens que origina uma imagem tridimensional (3D). Para iniciar o processo de construção do holograma, é necessário saber que na holografia é utilizada uma fonte de luz a laser que se subdivide em duas partes, onde a primeira é direcionada a iluminar o objeto que origina a imagem holográfica e a segunda ilumina o filme holográfico, como se pode notar na figura 1.

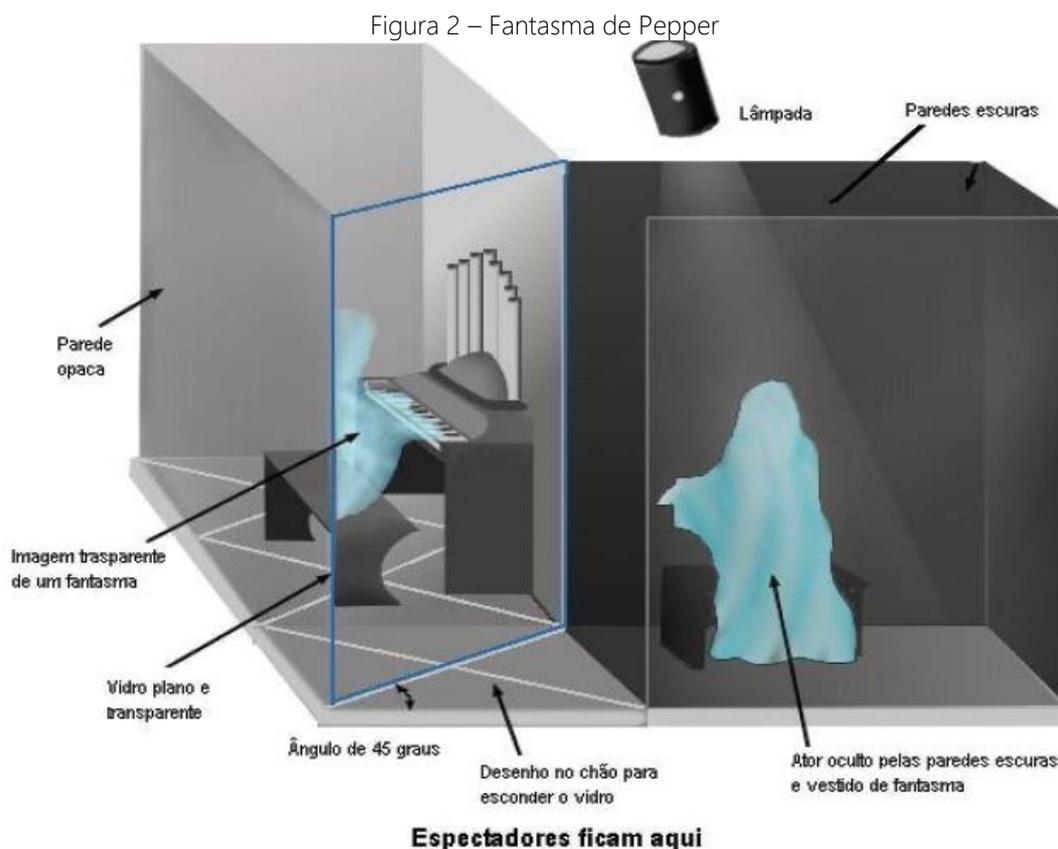
Figura 1 - Processo holográfico



Fonte: UNICAMP (2021)

Para originar esse holograma são necessárias várias etapas, além da utilização de dois caminhos para essa luz a laser, é essencial perceber que um dos caminhos é visto como importante para iluminar e o outro serve como feixe de referência. O raio de referência e a luz que reflete através do objeto acabam se encontrando e originam o padrão de interferência que é gravado no filme holográfico formando o holograma. Na etapa de reconstrução, ou seja, a visão posterior, o holograma tem a iluminação vinda apenas pelo raio de referência que reproduz as ondas que são refletidas pelo objeto original e são chamadas de frentes de ondas que são visualizadas e comunicam a imagem do objeto (UNICAMP, 2021).

A “pirâmide holográfica” é vista como instrumento que pode auxiliar os alunos e professores no ensino, como já foi pontuado em relação à definição de holograma que segue o caminho dos raios lasers e reflexões, sendo que, o procedimento da “pirâmide holográfica” é dado por meio de reflexões que são denominadas de Fantasma de Pepper. O processo que a técnica de Pepper segue é a de projeção de uma imagem e um objeto que se encontra oculto a um observador e esse método é realizado por uma reflexão em uma lâmina de vidro que está inclinada a 45° , sendo que sua execução esta baseada na iluminação gradativa de uma imagem, conforme observado na figura 2.



Fonte: MEDEIROS (2006)

A técnica de Pepper pode ser naturalmente confundida com holografia e o holograma uma vez que seu resultado também faz referências tridimensionais, porém a diferença é que a holografia é composta de passos que são complexos e fazem uso de uma fonte a laser que origina dois raios que passam por lâminas de vidro e desencadeia feixes de luz que resultam em padrões de interferência, originando a imagem tridimensional do objeto, o holograma. Já a “pirâmide holográfica” pode ser compreendida por meio de reflexões feitas com o uso de recursos como luz e um ambiente em formato de “L” que possui uma placa de vidro e com a iluminação gradativa desse ambiente é possível se chegar a uma ilusão de óptica, a partir da diminuição da iluminação em uma das extremidades e o aumento da iluminação em outra extremidade levando ao efeito de ilusão.

Dessa maneira, o holograma pode ser visto como ferramenta favorável para a educação e apesar de ainda ser pouco conhecida essa ferramenta é utilizada em várias áreas do conhecimento, tais como engenharia, física, matemática voltada para o ensino superior. Sendo assim, esse método surge como proposta no ensino, uma sugestão para

favorecer a educação por meio de um método dinâmico seria a utilização de jogos que possuem uma realidade 3D, uma vez que essa técnica utiliza as bases da holografia e do holograma (VALENTE E PEREIRA, 2015; WALKER, 2013). E de acordo com Schivani et al. (2018), é uma técnica que o professor consegue reproduzir utilizando materiais de baixo custo, despertando a curiosidade dos discentes de forma lúdica:

Os aspectos lúdicos intrínsecos a esses dispositivos os tornam um recurso valioso para instigar e fomentar a transição da curiosidade ingênua dos indivíduos a uma curiosidade epistemológica, promovendo a consciência crítica dos docentes e educando, em geral, frente aos artefatos tecnológicos em constantes mudanças ao seu redor, especialmente aqueles supostamente relacionados aos hologramas [...] (SCHIVANI *et al.*, 2018, p. 10).

Diante do exposto, nota-se que a holografia, holograma e a “pirâmide holográfica” podem ser inseridos como uma ferramenta para o ensino em distintas áreas de formação, sendo utilizada como recurso que facilita o desenvolvimento e aprendizagem sobre diferentes assuntos.

Metodologia

Este texto segue uma pesquisa de caráter bibliográfico e buscar ampliar o conhecimento sobre o objeto de estudo (SOUSA et al. 2021) procurando conhecer e propor novas ideias para futuras pesquisas.

Ao iniciar o levantamento dos textos foram utilizados descritores em português, como: hologramas e educação; cérebro como holograma; holograma e cérebro; holografia e metodologia ativa; Hologramas; “Pirâmide Holográfica”; Karl Pribram e cérebro; Dennis Gabor e hologramas; David Bohm e ordem implícita; ensino e holograma e educação; ensino e holografia. Além dos descritores em português também foram utilizados descritores em inglês: Holograms and Education; brain as hologram; hologram and brain; holography and active methodology; Holograms; "Holographic Pyramid"; Karl Pribram and brain; Dennis Gabor and hologram; David Bohm and implied order; teaching and hologram and education; teaching and holography.

A busca foi realizada na base de dados da CAPES com acesso ao espaço CAFE, sem recorte de tempo. Após essa abordagem foi possível chegar a um total de 50 trabalhos que se relacionavam com o tema proposto. A partir disso, a leitura dos resumos desses 50 artigos foi insuficiente para determinar se o texto seguia por um viés que contribuísse com a atual pesquisa, então se fez necessário utilizar o critério de leitura integral dos artigos e a partir desse critério de inclusão se chegou a um conjunto de 20 artigos publicados em periódicos que versam sobre o tema. Destes 20 artigos somente 7 artigos abordam o uso da holografia no ensino, o que é a perspectiva do atual trabalho.

Resultados

Foram encontrados 7 artigos que abordam aplicabilidade da holografia, holograma e a “pirâmide holográfica” para o ensino. Esses artigos são apresentados no quadro 1, onde é possível verificar o ano, a base de dados onde são encontrados os artigos, o título, os

autores e a aplicação no ensino. A partir da leitura integral do material é apresentado um breve resumo a respeito do que cada artigo expõe sobre o uso da holografia, holograma e a “pirâmide holográfica” para o ensino.

Quadro 1 - O uso da holografia, holograma e a “pirâmide holográfica” para o ensino.

ANO	BASE DE DADOS	ARTIGO/TÍTULO	AUTORES	APLICAÇÃO
2009	SCIELO	El holograma y su utilización como um medio de enseñanza de la física en ingeniería	Rolando Serra Toledo; Gilda Vega Cruz; Angel Ferrat Zaldo; José J. Lunazzi; Daniel S.F. Magalhães	Ensino de física e carreira de engenharia.
2009	SCOPUS	Holography as a tool advanced learning of optics and photonics	Dyomin, Victor V.; Polovtsev, Igor G.; Olshukov, Alexey S.	Ensino avançado de óptica e fotônica.
2013	JOURNAL OF PHYSICS	Holograms as Teaching Agents	Robin A Walker	Ensino em medicina.
2013	JOURNAL OF PHYSICS	An easy physics outreach and teaching tool for holography	T. Voslion and A. Escargue	Ensino para estudantes de graduação, pós-graduação e educação continuada. Divulgação científica.
2015	REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL UNESP	Aprimoramento da capacidade de visualização espacial com a utilização de holograma	Valente, Vania Cristina Pires Nogueira; Pereira, Tamires Trindade	Desenho técnico e Aprimoramento das habilidades de visualização espacial.
2018	SCIELO	Pirâmide “holográfica”: erros conceituais e potencial didático	Milton Schivani, Gustavo Fontoura de Souza e Emanuel Pereira	Ensino de física, conceitos de óptica e ensino da matemática.
2018	ERIC INSTITUTE OF EDUCATION SCIENCES	Holographic Reality in Education: The Future of an Innovative Classroom	Tsiampa, Athanasia Maria; Skolariki, Konstantina	Uso de jogos para otimizar a neuroplasticidade cerebral.

Fonte: Elaboração dos autores. (2021)

Toledo et al. (2009) diz que a técnica do holograma pode ser abordada como ferramenta para o ensino de física uma vez que esse procedimento resulta em uma ilusão de ótica que é originada devido reflexões em uma placa de vidro, duplicando a óptica do objeto trazendo o efeito de tridimensionalidade. Os autores relatam também as características diferenciadas do holograma e como esse procedimento é visto no ensino no campo das engenharias, destacando que o holograma ajuda e auxilia na aprendizagem no que diz respeito às reproduções visuais. Utilizar o holograma desencadeia uma perspectiva integradora, pois são utilizados diferentes leis e conceitos do estudo da física e permite que os indivíduos enxerguem objetos que em sua realidade não seria possível, dessa maneira, os

discentes podem utilizar essa ferramenta em aulas de física nos laboratórios podendo manipular o tamanho das imagens de objetos.

Dyomin et al. (2009) sugerem o uso da holografia para auxiliar na visualização na ciência e na engenharia e propõem um kit educacional que mostra como usar essa técnica para abordar temas como difração da luz, interferência, ótica geométrica, ótica de Fourier, efeitos de polaridade e fibra ótica. Os autores abordam questões técnicas a respeito do holograma como, por exemplo, explicar as etapas e quais os estudiosos que fazem parte desse estudo usando uma linguagem característica das áreas da física e também mostram cálculos necessários para o experimento. Além disso, os autores dialogam a respeito da utilização do kit para experimentos laboratoriais que aprimoram o estudo de óptica, fôtonica e ciência dos lasers desencadeando compreensões significativas dos fenômenos da física.

Voslion e Escargue (2013) discutem a holografia mostrando o seu conceito e criação, sugerindo também uma proposta de kit didático voltados para o público da graduação que consiste em produzir hologramas de boa visualização em qualquer ambiente. A utilização da holografia pode ser concretizada em oficinas com um tempo de 45 minutos onde os estudantes podem conhecer os conceitos básicos da física e da holografia, além de compreender também sobre interferometria holográfica, multiplexação angular e grade holográfica de difração.

Para Walker (2013) a holografia pode ser usada como uma ferramenta de ensino, já que por meio de sua realidade aumentada ou imagens tridimensionais, essa técnica pode ser utilizada com jovens e adultos através do uso de jogos com aspectos realísticos. De acordo com o autor, esse instrumento, pode ser utilizado para ampliar e desenvolver a aprendizagem na área da medicina, como por exemplo, no ensino de anatomia humana. A tecnologia em 3D se aproxima da realidade e a interação com essa técnica pode desencadear novas aprendizagens, além de promover a motivação quando utilizado um estereograma⁴ holográfico.

O artigo de Valente e Pereira (2015) mostra a importância de empregar a prática do holograma na questão espacial na engenharia, matemática e outras áreas do conhecimento, entretanto, como a abordagem dessa técnica não é uma rotina na vida do estudante na sua primeira fase escolar, esses estudantes chegam à universidade nos cursos de engenharia sem uma noção de espaço, o que é um fator importante para os estudantes de engenharia. O uso da holografia pode ser uma prática desenvolvida com estudantes de engenharia na disciplina desenho técnico desencadeando aprendizagem significativa e aprimoramento das habilidades dos discentes na questão espacial.

Schivani et al. (2018) abordam a respeito da holografia, como esse método funciona e também mostram a proposta de uma ferramenta chamada de “pirâmide holográfica” que possui um grande potencial didático já que pode ser utilizada em áreas de ótica geométrica e matemática. No texto os autores também chamam atenção sobre o fato de que os meios midiáticos interferem na compreensão da técnica do holograma, uma vez que repassam informações equivocadas direcionando conceitos que se aplicam a “pirâmide holográfica” ao holograma.

⁴ É uma técnica de ilusão de ótica que se parece com a visão humana, consiste em duas imagens em duas dimensões que se completam e com isso é possível visualizar uma imagem em três dimensões.

Tsiampa e Konstantina (2018) afirmam que a holografia pode contribuir para uma sala de aula mais inovadora onde pode ser possível vislumbrar a interação do conhecimento com a prática sendo vivenciado por alunos com necessidades especiais, tais como, dislexia e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). As crianças que possuem essas deficiências podem superar suas dificuldades na educação por meio de exercícios de cognição que são base da neuroplasticidade e provocar a inclusão desses alunos no ambiente escolar regular com o auxílio dessa tecnologia para melhorar o ensino. Os autores trazem reflexões a respeito do uso de ambientes virtuais, como os jogos, sendo que ao planejar essa metodologia, o professor pode promover uma série de aprendizagens para esses discentes.

Discussão

O presente artigo trouxe contribuições de diferentes autores a respeito da importância de refletir sobre esse tema. De forma inicial, foi possível perceber que a holografia, holograma e “pirâmide holográfica” são propostas novas no campo do ensino e é importante que os docentes estejam buscando aprimorar suas ideias e metodologias para o desenvolvimento do ensino tornando o ambiente de sala de aula diferenciado:

O recurso da holografia como metodologia ativa pode facilitar o acesso a objetos, disciplinas, métodos e recursos que, muitas vezes, são difíceis de encontrar ou realizar. Com ele, é possível projetar organismos microscópicos, como bactérias, vírus e células com riquezas de detalhes e em grandes tamanhos; visualizar modelos e peças, tais como motores, circuitos e projetos, possibilitando o conhecimento detalhado de cada peça e em todos os ângulos; realizar simulações, como cirurgias e teste, retirando o risco que poderia ocorrer caso fosse feito com pessoas reais e dando ao estudante a possibilidade de tentar, errar e tentar novamente [...] (FERREIRA; CURRIEL, 2020, p. 4 e 5).

Essa abordagem é considerada importante uma vez que a noção de espaço tridimensional é fundamental para o aprendizado e envolvem proporções de rotação, visualização do objeto por todos os seus ângulos e conseqüentemente, o aprimoramento da cognição. Segundo Valente e Pereira (2015) existem jogos que retratam essa realidade e atrelado a essa estratégia tecnológica é possível promover o desenvolvimento das habilidades dos discentes em cursos como engenharia ou arquitetura uma vez que a inserção do ambiente virtual dos jogos pode desencadear amplo entendimento por parte do aluno que em algumas vezes possui dificuldade de interpretação relacionada às três dimensões.

Ao realizar o levantamento bibliográfico notou-se que a origem da holografia é construída de uma maneira simples e ao mesmo tempo complexa, pois a simplicidade veio por meio dos materiais usados por Dennis Gabor e sua complexidade reside na aplicação da técnica, no que diz respeito à formação da imagem tridimensional, pois necessita de um processo de reflexões, utilização de lasers e gravações que originam um padrão de interferência origina o holograma (UNICAMP, 2021).

As contribuições para o aprimoramento da técnica da holografia e holograma por meio dos estudiosos Leith e Upatnieks deram origem aos hologramas 3D a lasers e ao longo das leituras foi possível notar que o estudo da holografia e holograma é discutido em diversos

campos do ensino e é utilizado para o aprimoramento de conteúdos, facilitando a visualização de objetos pelos estudantes de diferentes áreas.

A tridimensionalidade desencadeia uma experiência realística para o público e pode proporcionar uma melhor compreensão sobre determinado assunto, além de ser um recurso que favorece o ensino e a aprendizagem quando integrado na metodologia ativa, pois estimula os alunos a trabalharem de forma colaborativa, facilitando o processo educacional e fomentando a inovação no campo educacional (FERREIRA; CURRIEL, 2020).

A aplicabilidade da holografia, holograma e “pirâmide holográfica” foram percebidas de forma predominante nas áreas de física e engenharia, porém esse método pode ser ampliado para campos do ensino como, matemática, química, geografia, dentre outros. De acordo com Abbassi et al. (2014) a holografia segue em avanço na ciência em projetos que estão relacionados a área de biologia, medicina, Tecnologia da Informação, comunicação e arquitetura, ajudando a solucionar problemas e seguindo para o futuro com novas possibilidades.

Dessa maneira, o método da holografia aplicada ao ensino vem despontando no horizonte, embora tenha sido possível perceber ao longo da presente pesquisa que os estudos que abordam essa temática ainda são recentes e incipientes, com pouco material disponível em língua portuguesa, o que leva a inferir que provavelmente esse seja um dos motivos do pouco conhecimento a respeito do tema entre os docentes. Esses achados corroboram com Júnior et al. (2021) que afirmam que a holografia não é explorada em sala de aula pois existem poucas literaturas no Brasil, o que implica na necessidade de ampliar pesquisas e discussões nessa área.

Portanto é necessário que o desenvolvimento do ensino siga o caminho da evolução tecnológica uma vez que a holografia, holograma e a “pirâmide holográfica” podem ser uma proposta de desenvolvimento do ensino e aprendizagem. Segundo Abbassi et al. (2014) a holografia é uma grande aposta para o futuro, com seu desenvolvimento e a busca por relacionar essa técnica com outras estimula a abertura de novas ideias e o avanço da tecnologia pode ser experimentado trazendo para a realidade o que é desenvolvido em laboratório afim de ampliar cada vez mais o uso dessa tecnologia.

No entanto, cabe ressaltar que é comum confundir os conceitos entre holografia e “pirâmide holográfica” e para trabalhar com esses métodos é necessário compreender melhor a respeito de cada método para que não ocorra equívocos na utilização da ferramenta. É essencial que o professor como agente de ensino procure estratégias para diferenciar os conceitos e colocar em prática o que o método da holografia, holograma e da “pirâmide holográfica” pode oferecer para os alunos desencadeando novas ideias.

Segundo Araújo e Schivani (2018) as ilustrações que surgem no centro da “pirâmide holográfica” são resultados de reflexões obtidas pela luz ao passar pela estrutura que forma a pirâmide tornando assim a definição diferente a do holograma. A indústria do cinema é uma grande propulsora desse erro que acontece entre os conceitos uma vez que as ilustrações ópticas são retratadas como hologramas em filmes por exemplo. Na aplicação dessa ferramenta que se chama “pirâmide holográfica” é possível perceber que a imagem ao centro da pirâmide remete o espectador estar diante de um objeto em três dimensões, porém essa técnica que se pode identificar na pirâmide é denominada de Fantasma de Pepper.

Conclusão

A holografia, holograma e “pirâmide holográfica” são propostas inovadoras no campo do ensino e é importante que os docentes tenham conhecimento a respeito desta ferramenta para o uso em sala de aula.

A importância de compreensão sobre o espaço tridimensional é fundamental para os alunos uma vez que eles estão inseridos em uma realidade que pode ser percebida por essa visão em 3D e uma grande oportunidade para promover essas habilidades seria o uso de jogos que abordassem questões de espaço.

A utilização da holografia e do holograma como metodologia para o ensino é vista como novidade na educação, entretanto, já pode ser percebida nas áreas de física e de engenharia auxiliando os discentes na capacidade de interpretação e visualização dos objetos em 3D, sendo que é uma metodologia que pode ser aproveitada por diversas áreas do ensino.

Quando se buscou artigos que abordasse a temática proposta foi possível notar que muitas literaturas estão em língua estrangeira e existem poucas pesquisas no Brasil relacionando a holografia, holograma e “pirâmide holográfica” voltada ao contexto de ensino, e é necessário ampliar mais o conhecimento a esse respeito uma vez que a técnica pode promover o desenvolvimento do ensino atrelado ao uso das tecnologias em sala de aula.

Ao estudar a holografia direcionada ao ensino foi possível notar a aplicação de uma ferramenta chamada “pirâmide holográfica” que mostra aos expectadores uma ilusão de óptica semelhante ao holograma, porém as definições de holograma e “pirâmide holográfica” são diferentes.

Referências

- ABBASI, Hamed et al. Studying the Recent Improvements in Holograms for Three-Dimensional Display, *International Journal of Optics*, 2014. Disponível em <https://www.hindawi.com/journals/ijo/2014/519012/>. Último acesso em: 25 de junho de 2022.
- ARAÚJO, Emanuel Pereira; SCHIVANI, Milton. PIRÂMIDE “HOLOGRÁFICA”: uma introdução ao estudo da óptica no Ensino Fundamental, Mestrado Profissional de em Ensino de Física - Polo 51, UFRN, 2018. Disponível em https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/26475/4/Produtoeducacional_Araujo_2018.pdf. Último acesso em: 27 de junho de 2022.
- BASTOS, Silvia Pantoja. Holografia. Física Aplicada ao Desenho Industrial – FIN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999. Disponível em <https://www.if.ufrj.br/~coelho/DI/holografia.html>. Último acesso em: 11 de janeiro de 2022.
- DYOMIN, V et al. Holography as a tool for advanced learning of optics and photonics, SPIE Digital Library, 2009. Disponível em <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9666/1/Holography-a-s-a-tool-for-advanced-learning-of-optics-and/10.1117/12.2207969.full?SSO=1>. Último acesso em: 04 de abril de 2021.
- FERREIRA, Cintia. Prezoto; CURRIEL, Maicon Douglas. A HOLOGRAFIA COMO RECURSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NA METODOLOGIA ATIVA, *Anais eletrônicos [...]*. Maringá:

ABED, 2020, p. 5. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2020/anais/trabalhos/55584.pdf>. Último acesso em: 04 de abril de 2021.

GUEDES, Ana. Professor que criou holografia para ajudar no ensino desenvolve projeção em tamanho real na sala de aula. G1 Itapetininga e Região, 2021. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/noticia/2021/06/06/professor-que-criou-holografia-para-ajudar-no-ensino-desenvolve-projecao-em-tamanho-real-na-sala-de-aula.ghtml>. Último acesso em: 08 de janeiro de 2022.

Holografia. Laboratório de Ensino de Óptica, Instituto de Física "Gleb Wataghin" UNICAMP. Disponível em <https://sites.ifi.unicamp.br/laboptica/holografia-2/>. Último acesso em: 03 de agosto de 2021.

JÚNIOR, Jorge Rodrigues Ataiades et al. Holograma: Uma Linguagem Inovadora Para o Ensino da Cartografia Escolar, Revista Geoaraguaia, 2021. Disponível em <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/13065>. Último acesso em: 25 de junho de 2022.

LUNAZZI, José. Joaquim. A SEQUÊNCIA HISTÓRICA DA HOLOGRAFIA. Revista Ciência Hoje, Universidade Estadual de Campinas, 1985. Disponível em https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/prof_lunazzi/ensino_de_holografia/historia_da_holografia.htm. Último acesso em: 09 de janeiro de 2022.

SCHIVANI, M et al. Pirâmide "holográfica": erros conceituais e potencial didático, SciELO 2018, p. 5. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n2/1806-1117-rbef-40-02-e2506.pdf>. Último acesso em: 04 de abril de 2021.

SOUSA, Angelica Silvia et al. A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS. Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Disponível em <https://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/2336/1441>. Último acesso em: 21 de dezembro de 2021.

TAVARES, Norma Ridete de Arruda Lima et al. O PROFESSOR COMO UM TRANSFORMATIVO AGENTE - DESAFIOS E PERSPECTIVAS. Derecho y Cambio Social, 2013. Disponível em https://www.derechoycambiosocial.com/revista034/O_PROFESSOR_COMO_UM_TRANSFORMATIVO_AGENTE.pdf. Último acesso em: 25 de maio de 2022.

TOLEDO, Rolando Serra et al. El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería. SciELO, 2009. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbef/a/hK5QLKQYZcmrMKmXnmzw3Wm/?lang=es>. Último acesso em: 08 de outubro de 2021.

TSIAMPA, Athanasia Maria; SKOLARIKI, Konstantina. Holographic Reality in Education: The Future of an Innovative Classroom, Eric, 2018. Disponível em <https://eric.ed.gov/?id=ED600771>. Último acesso em: 08 de outubro de 2021.

VALENTE, Vânia Cristina Pires Nogueira; PEREIRA, Tamires Trindade. Aprimoramento da capacidade de visualização espacial com a utilização de hologramas. Unesp, 2015, p. 2. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/135773>. Último acesso em: 04 de outubro de 2021.

VOSLION, T; ESCARGUEL, A. An easy physics outreach and teaching tool for holography, Journal of Physics: Conference Series 415, 2013. Disponível em <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/415/1/012063>. Último acesso em: 04 de abril de 2021.

WALKER, Robin A. Holograms as Teaching Agents. Journal of Physics: Conference Series, 2013. Disponível em <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/415/1/012076>. Último acesso em: 04 de abril de 2021.