

ESTUDO DE TÉCNICAS DE PROJEÇÃO HOLOGRÁFICA

Lucas Matheus Westphal

Prof. Dalton Solano dos Reis - Orientador

I INTRODUÇÃO

A holografia, conceito desenvolvido por Dennis Gabor em 1947, e que lhe concedeu o Nobel de Física em 1971, após a sua apreciação com a invenção do laser, tem inúmeras aplicações no mundo atual, tanto científicas quanto artísticas ou em questões de segurança (fonte). Holografia (do grego *holos*: todo, *atiko*: rastro e *graphos*: sinal, escrita) é um meio de registro "integral" da informação, com relevo e profundidade, e possui propriedades diferentes dos meios tradicionais de visualização da informação. De acordo com Gabor (1971), uma propriedade muito interessante e importante dos hologramas é que qualquer parte pequena, grande o suficiente para conter o padrão de difração, contém informações sobre todo o objeto e ele pode ser reconstruído a partir do fragmento, apesar com mais ruído. Essa propriedade, conhecida por distributividade, se assemelha a de uma janela com cortinas. Ao se harmonizar cortina deixando apenas uma fresta, ainda é possível visualizar toda a informação do lado de fora, mas por um espaço muito menor.

Segundo Rebordão (1989), os hologramas são popularmente conhecidos como "fotografias tridimensionais (ou 3D)". Os filmes de ficção científica, as exposições em que têm circulado, vulgarizaram o holograma embora pouco tenham contribuído para elucidar a sua estrutura, construção e aplicações.

Atualmente, é extremamente fácil encontrar hologramas em objetos do cotidiano, como cartões de crédito ou débito, cédulas monetárias, documentos, pulseiras oriundas de eventos, entre outros. Na arte, o holograma é amplamente abordado pela ficção. Na década de 1970, George Lucas apresentou em *Star Wars: A new hope* o androide R2-D2 projetando uma imagem da personagem Leia Organa, interpretada por Carrie Fisher. Essa projeção foi conceituada como holograma, e ate atualmente pesquisadores vêm tentando reproduzir o mesmo efeito apresentado por George Lucas.

Portanto só é possível simular o efeito apresentado pela sétima arte, pois é necessária uma superfície para servir de quadro para a imagem. Existem algumas técnicas conhecidas, mas apenas são ilusão, como é o caso do holograma de Tupac Shakur, rapper assassinado em 1996, que em 2012 fez uma apresentação ao lado de Snoop Dogg. A técnica utilizada para tal feito se chama *Pepper's ghost*, ou Fantasma de Pepper, em português. Conforme Medeiros (2006) trata-se de uma projeção da imagem de um objeto oculto do observador, através da

reflexão em forma lâmina plana de vidro inclinada de 45°. O artista da cena então se posiciona atrás do material de projeção, e no caso da apresentação mencionada anteriormente, só é necessário que o artista não ocupe o mesmo lugar da projeção na cena.

Atualmente, existem diversas formas de simular o efeito de holografia, e propõe-se um estudo sobre as principais técnicas de projeção holográfica, comparando-as e verificando qual mais se assemelha ao conceito real de holografia definido por Gabot em 1947.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é ~~comparar~~ *comparar* métodos utilizados para a obtenção de uma projeção holográfica. Os objetivos específicos são:

- a) ~~analisar~~ *analisar* a técnica de display piramidal;
- b) ~~analisar~~ *analisar* a técnica de Pepper-Ghost;
- c) ~~analisar~~ *analisar* a técnica de fog display;
- d) implementar rotinas necessárias para analisar as técnicas acima.

2. TRABALHOS CORRELATOS

São apresentados um produto que utiliza ~~o~~ o conceito de holografia, um trabalho que se assemelha ao objetivo proposto por este, e um projeto artístico que utiliza de uma das técnicas descritas nos objetivos. O produto é um *totem holográfico* que simula a captura de criaturas virtuais com holografia tátif (PIXELSAV, 2015). O trabalho é o de Hoffmns (2018), que gerou um estudo sobre holografia, e como ela pode ser utilizada para facilitar a visualização de fenômenos astronômicos, especificamente o fenômeno conhecido como eclipse. O projeto artístico é o de Lemiecier (2017), que utiliza a projeção em névoa, ou *fog display* para demonstração.

2.1. TOTEM HOLOGRÁFICO POKEMON

O Totem holográfico (PIXELSAV, 2015) é um display volumétrico que se utiliza da técnica de display piramidal, geralmente de acrílico ou vidro, para dar a impressão de que o objeto, ou criatura, está dentro do recipiente. A criatura, no caso, são monstros virtuais da animação jogo Pokemon, pertencente à empresa Nintendo.

O usuário interage com o protótipo, simulando a captura dessas criaturas, a partir do conceito de "holografia tátif", na qual se utilizam as próprias mãos para alterar a cena que é mostrada no dispositivo.

A.3

Figura 1 demonstra um exemplo interagindo com o Latac holográfico, nesse caso a captura do Pokémon tipo fantasma, Haunter.

Figura 1 - Tela de holografia



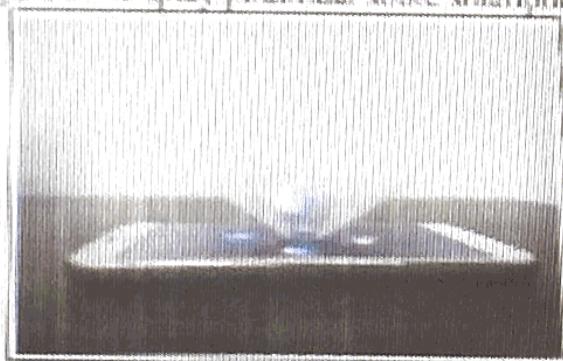
Fonte: Pixabay (2019)

por São Paulo,
por São Paulo,

2.2 UM ESTUDO SOBRE A HOLOGRAFIA APPLICADA À VISUALIZAÇÃO DO ECLIPSE SOLAR E LUNAR

Hoffman (2018) desenvolveu uma aplicação de projeção holográfica para facilitar a visualização do fenômeno astronômico chamado eclipse tanto lunar quanto solar. Para atingir tal objetivo, Hoffmann (2018) utilizou a técnica de display de pirâmide e animação do fenômeno gerada pelo próprio para a execução da projeção. A figura 2 demonstra um protótipo da pirâmide, utilizado como projeto de experiência realizada por Hoffmann (2018). Para esta experiência, foi utilizado um bloco de vídeo pronto para o display piramidal, e a estrutura foi montada em acrílico, fixada com fita adesiva para fácil desmontagem caso necessitasse de ajustes estruturais.

Figura 2 - Display piramidal sobre smartphone



Fonte: Bruno Vaz Hoffmann (2018)

FC
FC
FC

O resultado desta primeira experiência realizada por Hoffmann (2018) obteve resultado satisfatório, tendo em vista que proporcionou a realização de um projetor holográfico a partir de uma pirâmide construída com utensílios básicos. Com a utilização do protótipo final, construído em acrílico transparente com espessura de 4mm, constata-se o potencial didático proporcionado pelas pirâmides holográficas, gerando uma experiência de aprendizado

diferenciada, podendo comutar maior intensidade do público escolar. A escalação do holograma natural também foi gerada pelo autor. A Figura 3 demonstra o protótipo final em utilização.

Figura 3 - Protótipo final da pirâmide de berilio sobre manequim de 1,15m

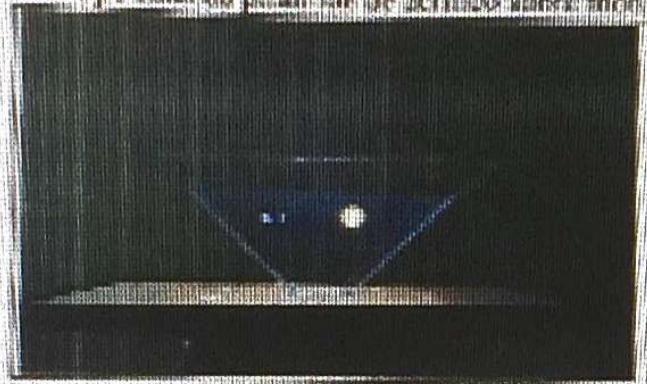


Foto: Bruno Machado (2017)



2.3 NO-LOGRAM

Jeanne Lemercier (2017) criou o trabalho com projeção em 3D, no qual o artista explora padrões geométricos, formas repetitivas da natureza e singularidades que podemos testemunhar obtendo para a estrutura da impressão em diversas escalas. Lemercier (2017) também utiliza da camada apresentada de holografia tática, utilizando sensores de profundidade e análise de máquina para apresentar uma forma de interagir com sua obra. A Figura 4 demonstra o projeto 1, conceito interagindo com o display.

Figura 4 - No-logram por Lemercier



Foto: Jeanne Lemercier (2017)

Lemercier (2017) afirma que as várias técnicas utilizadas para simular o efeito do enredo apresentado holograma pela setima arte não passam de truques baratos, e somente projeções bidimensionais (2D). Para evitar o uso indevido da palavra holograma, é utilizado por Lemercier o termo "No-logram", ou "não um holograma".

Um enredo que não é STA NÃO?

3 PROPOSTA DO ESTUDO

Este capítulo visa apresentar a justificativa para a elaboração do estudo proposto, assim como metodologia de estudo, e os requisitos da implementação.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 demonstra as principais características de forma comparativa, onde as colunas representam os trabalhos correlatos, e as linhas representam as características. Observa-se que todos os correlatos têm a projeção holográfica em comum, porém apenas o trabalho de Hoffmann (2018) faz um estudo sobre a holografia.

Quadro 1 - Comparativo de correlatos

Correlatos	PixeLSav (2015)	Hoffmann (2018)	Lemecier (2017)
Características			
Estudo sobre holografia	Não	Não	Não
Projeção holográfica	Sim	Sim	Não
Demonstra a técnica de display piramidal	Sim	Não	Não
Demonstra a técnica de Pepper's ghost	Não	Não	Não
Demonstra a técnica de Fog display	Não	Não	Sim
Comparativo entre técnicas de projeção	Não	Não	Não

Fonse. Elaborado pelo autor.

Com relação à demonstração da técnica de display piramidal, o produto desenvolvido pela PixelSav (2015) utiliza de apenas três faces da pirâmide de acrílico, ou material refletivo, para apresentar ao usuário sua projeção. O trabalho de Hoffmann (2018) explora o potencial total da pirâmide, utilizando suas quatro faces, gerando uma projeção holográfica com paralaxe linear de 360°. O produto da PixelSav (2015), entretanto, conta com interação do usuário, enquanto o de Hoffmann (2018) demonstra uma animação, que não possibilita nenhuma interação do usuário.

Sobre a demonstração da técnica de Pepper's Ghost, o trabalho de Hoffmann (2018) faz menção a tal, alegando que o display piramidal se utiliza dos conceitos da técnica de Pepper para seu funcionamento, ou seja, o material da pirâmide apenas reflete o que está sendo projetado sobre sua face. O dispositivo criado em 1862 por John Henry Pepper, segundo Medeiros (2006), baseia-se no fenômeno da reflexão parcial da luz nas interfaces entre dois meios com índices de refração diferentes. Quando a luz viaja através de um meio para outro, uma parte dessa luz é transmitida e outra parte é reflectida na interface entre os dois meios.

• O processo seletivo de licenciatura (2017) que tem o documento de nome de Projeto de Pesquisa, que pode ser visto no site da UFSCar para o ano de licenciatura (2017), e nesse documento consta que é necessário ter um projeto para gerar um projeto comunitário de ensino e outras competências de pesquisas, sendo o projeto comunitário uma unidade de pesquisa e desenvolvimento que integra pesquisas e outras tarefas.

• Existe uma documentação que o professor aponta as tarefas existentes, para que o estudante se apresente ao professor com sua proposta de pesquisa. Este trabalho consiste em apresentar uma proposta e, para tal, o professor irá implementar seu trabalho respeitando o professor que fazem suas tarefas.

3.2. REVISÃO DE PROPOSTAS DE PESQUISA PARA A TAREFA

Para a implementação das tarefas existentes são feitas de várias maneiras técnicas diferentes:

3.2.1. Técnicas de Apresentação de Projetos

- Disponível para o professor apresentar em algum momento reflexiva, como enunciado (Introdução ao projeto - IAP).
- Disponível para o professor apresentar em algum momento não-funcional (NFI).
- Disponível para o professor apresentar em algum momento reflexivo como tarefa (TR).

Todas as proceduras devem ser realizadas de forma que possam ser divididas da internet.

3.3. TÉCNICAS

O professor deve disponibilizar as seguintes etapas:

- Implementar a introdução ao projeto com suas tarefas e documentar o conteúdo de ensino (Introdução ao projeto - IAP) (IAP)
- Desenvolver o projeto com suas tarefas do grupo anterior, realizar os recursos e propostas.
- Implementar a estrutura de diagrama de UML com o Enterprise Architect (EA) para elaborar as diagramas de atividades de acordo com o Unified Modeling Language (UML). (UML)
- Implementar as tarefas para responder para responder cada uma das tarefas.
- Analisar as tarefas respondendo cada uma delas comprovar se a técnica se enquadra na tarefa original da tarefa.

As tarefas podem ser encontradas no link que consta no Quadro 1.

Quadro 2 - Currículo

	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
Investigação bibliográfica					
Classificação de resultados					
Experimentação					
Implementação					
Análise					
Fase: conclusão pelo menor					

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo descreve brevemente o assunto que é a base para o estudo proposto. A holografia.

A holografia é baseada na natureza das ondas da luz, nisso foi demonstrado experimentalmente pela primeira vez em 1801 por Thomas Young, por um experimento simples (GABOR, 1971). O experimento de Thomas Young consiste em dividir a luz, fazendo-a passar por um pequeno buraco. Logo após a onda luminosa se propaga para outros dois pequenos buracos onde era dividida novamente. As ondas saídas então, atingem o seu objetivo, onde é possível verificar a existência de regiões claras e escuras. As regiões escaras correspondem à interferência destrutiva, enquanto as claras correspondem às interferências construtivas. Esses padrões de interferência é o que Gabor (1971) define como holograma.

REFERÊNCIAS

- GABOR, D. Holography. 1971. 35 p. Palestra (Nobel de Física). Imperial Colleges of Science and Technology, Londres.
- HOFFMAN, R. V. Um estudo sobre a holografia aplicada a visualização do eclipse solar e lunar. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Digitais). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.
- LEMECIER, J. Studio Joanic Lemecier. Bruxelas, BE. 2017. Disponível em: <<http://joaniclemecier.com/no-lognum>>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- MEDEIROS, A. A história e a física do Fantasma de Pepper. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, UFSC, v. 23, n. 3, p. 329-345, dez. 2006.
- PIXELSAV. Holografia: Pokemon. Curitiba, 2015. Disponível em: <http://www.pixelsav.com.br/projects/pokemon_pixel>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- REBORDÃO, J. M. Holografia: Física e Aplicações. Colóquio Ciências Revista de Cultura Científica, Lisboa, n. 4, p. 18-34, 1989.

FORMULÁRIO DE AVAIAÇÃO - PROFESSOR TCC

Acadêmico(s): _____

Avaliador(a): _____

		ASPECTOS AVAIAÇÃO*	SÍNTESE
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO	O texto de pesquisa é sócio-científico e tem estruturação adequada? O problema está claramente formulado?	<input checked="" type="checkbox"/>
	2. OBJETIVOS	O objetivo principal está claramente definido e é possível de ser alcançado? Os objetivos específicos estão em consonância com o objetivo principal?	<input checked="" type="checkbox"/>
	3. TRABALHOS COLETAJOS	São apresentados trabalhos citacionados, com suas respectivas referências bibliográficas e suas justificativas?	<input checked="" type="checkbox"/>
	4. JUSTIFICATIVA	Foi apresentada a fundamentação em quadro bibliográfico da problemática abordada? Foi demonstrada a relevância teórica e científica, técnica ou metodológica que justifica a pesquisa?	<input checked="" type="checkbox"/>
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA E SUA SOLUÇÃO	São apresentadas as compreensões teóricas, práticas ou sociais que sustentam a proposta?	<input checked="" type="checkbox"/>
	6. METODOLÓGIA	Os recursos metodológicos utilizados para a elaboração do TCC?	<input checked="" type="checkbox"/>
		Os métodos, técnicas e procedimentos utilizados são compatíveis com a metodologia proposta?	<input checked="" type="checkbox"/>
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	As referências bibliográficas utilizadas no conteúdo estão presentes no projeto?	<input checked="" type="checkbox"/>
		As referências bibliográficas utilizadas no conteúdo abordados não contradizem outras qualificadas e de maior importância da área?	<input checked="" type="checkbox"/>
	8. LINGUAGEM USADA (redação)	O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa usando linguagem formal/científica?	<input checked="" type="checkbox"/>
		A exposição do assunto é organizada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?	<input checked="" type="checkbox"/>
9. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO	A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas)	As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?	<input checked="" type="checkbox"/>	
11. REFERÊNCIAS E CITACÕES	As referências obedecem às normas da ABNT?	<input checked="" type="checkbox"/>	
	As citações obedecem as normas da ABNT?	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, não há, no entanto, referências e referências são consistentes.	<input checked="" type="checkbox"/>	

PARECER - PROFESSOR DE TCC / OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NAO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens do ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE ou
- pelo menos 4 (quatro) itens do ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER:

APROVADO

REPROVADO

Assinatura:

Lourenço P. de Lima, Ketia Data: 25/9/2019

Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve-se provaradamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DO PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico: Caio Vitor

Avaliador: Maria Lúcia

EXCEPÇÕES APENAS NO PROJETO

CÓDIGO DA EXCEÇÃO	DESCRIÇÃO DA EXCEÇÃO	EXCEPÇÕES APENAS NO PROJETO		
		1	2	3
1. INTRODUÇÃO	O projeto de TCC deve ser iniciado com uma introdução que apresente o problema que deve ser resolvido.	X	X	
2. OBJETIVOS	O objetivo principal deve ser estabelecido e descrever os resultados esperados.		X	
3. TRABALHOS CITRATOS	São apresentadas todas as fontes consultadas, tanto dentro quanto fora do projeto.		X	
4. JUSTIFICATIVA	Foi apresentado e discutido um quadro relacionando as metas, evidências e fatores principais para justificativa das questões propostas.		X	
5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROJETO NÃO ATENDIDOS	Não apresentadas argumentos suficientes para sustentar que a proposta é viável.		X	
6. METODOLOGIA	Fazem referência todas as etapas envolvidas para a elaboração da proposta.		X	
7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (número para a elaboração de conteúdo entre parêntesis)	As referências citadas estão devidamente apresentadas e são identificadas com a metodologia proposta.		X	
8. LINHAGEM USADA (redação)	O projeto de TCC deve ser redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal científica.		X	
	A exposição do projeto é ordenada (as ideias estão bem introduzidas e a linguagem utilizada é clara).		X	

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC só deverá ser reprovado, isso é, necessita de complementação, se:

- qualquer uma das suas três respostas NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) suas respostas ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER

APROVADO

REPROVADO

Assinatura:

Maria Lúcia

Data:

30/05/15