

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPPG
CÂMPUS CURITIBA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – DEPED-CT
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS, COMUNICAÇÃO E TÉCNICAS DE
ENSINO**

DENIS VOGEL

**A HOLOGRAFIA COMO TECNOLOGIA INSTRUCIONAL NA EDUCAÇÃO
CORPORATIVA: A TELEPRESEÇA NAS SALAS DE AULA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2018**

DENIS VOGEL

**A HOLOGRAFIA COMO TECNOLOGIA INSTRUCIONAL NA EDUCAÇÃO
CORPORATIVA: A TELEPRESEÇA NAS SALAS DE AULA**

Trabalho de Conclusão de Curso de
**Especialização em Tecnologias,
Comunicação e Técnicas de Ensino** da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- UTFPR, como requisito parcial para a
obtenção do título de especialista.

Orientadora: Dr^a Carolina F. da S. Mandaji

CURITIBA

2018



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

No dia 22 de setembro de 2018, às 9h, compareceu ao seu respectivo polo de apoio presencial Denis Vogel para, em presença de docente representante da UTFPR, do(a) tutor(a) local do curso e da coordenação do polo, realizar a apresentação e defesa de sua monografia intitulada *A HOLOGRAFIA COMO TECNOLOGIA INSTRUCIONAL NA EDUCAÇÃO CORPORATIVA: A TELEPRESENÇA NAS SALAS DE AULA*, sob a ilustre orientação de Profa. Dra. Carolina Fernandes da Silva Mandaji. Após feita a apresentação, procedeu-se à leitura dos pareceres da orientação e avaliadores e eventuais questionamentos. Vencidas essas etapas formais, o trabalho foi considerado **APROVADO** e, pendendo correções pontuais solicitadas pela banca e o depósito da versão final junto à Universidade, dará ao(à) autor(a) o direito ao certificado de Especialista em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino emitido pela *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*, no âmbito do programa *Universidade Aberta do Brasil*.

Em 22 de setembro de 2018,

Prof. Dr. Marcus Vinicius Santos Kucharski
Coordenador do Curso de Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino

Profa. Dra. Carolina Fernandes da Silva Mandaji
Orientador(a) da monografia

Profa. Dra. Jamile Ajub Bridi
Avaliador(a) principal da monografia

Prof. Dr. Marcus Vinicius Santos Kucharsaki
Avaliador(a) secundário(a) da monografia

Denis Vogel
Especializando(a)

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra ao digno conhecimento que o universo acadêmico me apresentou e que hoje rege a minha existência, a Ciência.

AGRADEDIMENTOS

Agradeço primeiramente à professora Doutora Carolina Fernandes da Silva Mandaji, que em muitos momentos colocou meus pés no chão para que esta pesquisa fosse possível.

Aos meus familiares, que me deram força, cada um da sua forma e do seu jeito.

E a todos os autores citados, colegas, professores e tantas outras pessoas... O meu cordial e verdadeiro... MUITO OBRIGADO!

“Ciência e tecnologia revolucionam nossas vidas, mas a memória, a tradição e o mito moldam nossas respostas”. Arthur Schlesinger

RESUMO

VOGEL, D.; MANDAJI, C. F. da S. **A holografia como tecnologia instrucional na educação corporativa: A telepresença nas salas de aula.** Trabalho de conclusão de curso de pós graduação (Especialização em Tecnologia, comunicação e técnicas de ensino)- Departamento de educação – DEPED- CT. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

Desde o seu surgimento, as organizações vêm buscando utilizar os recursos que têm disponíveis a fim de aprimorar a eficiência daquilo que se propõem a oferecer a seus Clientes. Adota-se como recursos organizacionais todos os serviços, ou bens tangíveis ou intangíveis que uma corporação dispõe tais como tempo, produção, descartes, processos, insumos etc. para alcançar seus objetivos. Dentro deste rol também se encontra o capital humano que a empresa possui, ou como ainda muitas organizações nomeiam, os recursos humanos. Para que tudo isso ocorra, é necessário que o capital intelectual presente na organização seja preparado de forma efetiva, o que demanda grandes investimentos por parte das organizações tanto financeiros como tecnológicos. Frente a este cenário, apesar das diversas possibilidades de sua utilização, a holografia ainda é um recurso tecnológico pouco explorado na educação corporativa. Esta tecnologia vem sendo utilizada, desde a sua criação, com diversos fins tanto na publicidade e entretenimento como na saúde, fotografia e segurança. Portanto, esta pesquisa objetiva levantar como a holografia pode ser aplicada na educação corporativa na forma de tecnologia instrucional para a telepresença e quais os benefícios desta utilização. Como metodologia, foi realizada uma revisão da literatura sobre as pesquisas já desenvolvidas frente ao tema proposto, através de livros e artigos científicos existentes nos portais da CAPES e Google acadêmico. A partir deste levantamento, foi feita uma análise levando em conta a adaptação dos critérios de análise para a adoção de determinada tecnologia pelas organizações proposta por Meister (1999) e chegou-se à conclusão que a holografia é uma tecnologia atrativa em diversas ciências contudo para que ela seja utilizada no âmbito educacional, ainda é necessária a utilização de equipamentos muito sofisticados de alto custo, e para que ocorra a telepresença do mediador ainda não há tecnologia desenvolvida e de fácil acesso porém já há pesquisas em andamento para isso.

Palavras-chave: Holografia; Educação Corporativa; Tecnologia Instrucional; Treinamento.

ABSTRACT

VOGEL, D .; MANDAJI, C. F. da S. **Holography as instructional technology in corporate education: Telepresence in classrooms**. Postgraduate (Specialization in Technology, Communication and Teaching Techniques) - Department of Education - DEPED- CT. Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2018.

Since its inception, organizations have sought to make the best use of the resources they have available to improve the efficiency of what they propose to offer their Customers. It adopts as organizational resources all services, or tangible or intangible assets that a corporation has such as time, production, discards, processes, inputs, etc. to achieve your goals. Within this role is also the human capital that the company owns, or as still many organizations name, the human resources. For all this to happen, it is necessary that the intellectual capital present in the organization be prepared in an effective way, which demands great investments by both financial and technological organizations. Against this background, despite the diverse possibilities of its use, holography is still a technological resource little explored in corporate education. This technology has been used since its creation for various purposes in both advertising and entertainment as well as health, photography and security. Therefore, this research aims to raise how holography can be applied in corporate education in the form of instructional technology and what the benefits of this use. As a methodology, a brief review of the literature on the researches already developed in front of the proposed theme was made, through scientific books and articles in the portals of CAPES and Google academic. From this survey a brief analysis was made taking into account the adaptation of the criteria of analysis for the adoption of certain technology by the organizations proposed by Meister (1999) and it was concluded that holography is a very attractive technology in several sciences yet for it to be used in the educational field, it is still necessary to use very sophisticated equipments of high cost, and for the telepresence of the mediator to take place there is still no developed and easily accessible technology but research is already underway to do this.

Keywords: Holography; Corporative education; Instructional Technology; Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Obra “Los embajadores” de Hans Holbien	24
Figura 2- Câmeras estereoscópicas	24
Figura 3 -Dennis Gabor, o pai da holografia	25
Figura 4- Exemplo de <i>rainbowhologram</i> (holograma arco-iris)	26
Figura 5 - a) b) Exemplos de imagem feitas em Estereográfico	26
Figura 6- a) Modelo de holografia em linha b) Primeiro holograma de Dennis Gabor	28
Figura 7- a) Modelo de holograma off-axis. b) Juris Upatnieks e Emmett Leith em meados da década de 1960 com equipamentos de holografia 3D. c) A locomotiva a vapor demonstrada pelos cientistas	29
Figura 8- Modelo de registro de holograma de transmissão.	31
Figura 9- Modelo de Llyord Cross do holograma arco-iris.....	32
Figura 10- Modelo de holograma de reflexão de feixe simples.....	32
Figura 11- Comparação entre a holografia clássica e a computacional	33
Figura 12- Arranjo holográfico para a determinação de um holograma digital complexo	34
Figura 13- Transmissão da CNN com 35 câmeras	35
Figura 14- Sistema de telepresença. A), Imagem de um holograma gravado com o 3D. B) Imagem do protótipo funcional de um dispositivo foto refrativo utilizado na transmissão.....	36
Figura 15- ‘HOLOSCOPE™-i, RealView’s” primeira máquina de holografia médica	37
Figura 16- Hololens da Microsoft.....	37
Figura 17-Exemplo do biodigital human.....	38
Figura 18- Projeção, aparelho e gravação do EW4D	39
Figura 19- Critérios para análise da adoção da de novas tecnologias em uma empresa	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Bidimensional ou segunda dimensão
3D	Tridimensional ou Terceira Dimensão
CCD	<i>Charge Coupled Device</i>
DVD	Disco de Vídeo digital
DWDH	Direct Write Digital Holography
EAD	Educação a Distância
FO	Feixe do objeto
FR	Feixe de Referência
GE	<i>General Electric</i>
HMD	Head Mounted Display
HPU	<i>Holographic Processing Unit</i>
MDV3D	Mundos Digitais Virtuais em 3D
RA	Realidade Aumentada
RH	Recursos Humanos
RV	Realidade Virtual
SEC	Sistema educacional corporativo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 justificativa	13
1.2 Pergunta de pesquisa.....	14
1.3 Objetivos geral e específicos.....	14
1.3.1 Objetivo geral.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Breve organização do trabalho	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Educação Corporativa	16
2.2 Tecnologias instrucionais para a educação corporativa	17
2.3 Holografia	21
2.3.1 História da holografia.....	23
2.3.2 Tipos e técnicas holográficas	28
2.4 A holografia adaptada a educação.....	36
3 METODOLOGIA	40
3.1 Procedimento	40
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	42
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia, a educação corporativa vem sendo muito estudada a fim de trazer possibilidade de melhoria na eficiência dos colaboradores responsáveis pela produtividade nas organizações. Para que isso ocorra, muitas discussões, pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias vêm acontecendo nos mais diversos âmbitos a fim de facilitar o processo de aprendizagem dos colaboradores.

Esta aquisição do conhecimento pode ocorrer de diversas formas, e a principal está diretamente vinculada aos treinamentos daqueles que fazem parte da empresa, para que haja a aquisição dos conhecimentos específicos e que o colaborador se torne mais produtivo, auxiliando a organização a alcançar os objetivos previamente traçados. Estes podem ser para o desenvolvimento tanto de habilidades conceituais, como humanas e técnicas (ALPERSTEDT, 2001).

Uma das técnicas que pode ser utilizada neste processo é a holografia que vem se desenvolvendo com maior afinco desde 1947, a partir dos estudos do cientista Dennis Gabor, um físico húngaro que ganhou o prêmio Nobel em 1971 pelos seus estudos sobre o assunto. Após alguns anos foi inaugurada a escola de holografia de São Francisco onde muitos estudos sobre esta tecnologia ocorreram (CATTAPRETA, 1987). Atualmente os hologramas encontram-se nas áreas de publicidade, entretenimento ou ainda desempenham um papel importante no comércio como um dispositivo de segurança também conhecido como holograma em relevo o qual para a sua fabricação, exige máquinas caras e complicadas (SAXBY, 1991).

De forma geral “a característica única da holografia é a ideia de registrar o campo de onda completo, isto é, tanto a fase quanto a amplitude das ondas de luz exibidas por um objeto” (HARIHAN, 1996, p.1). De forma um pouco mais específica Lovine (1990, p. 1) coloca que “uma holografia não faz uma gravação da imagem do sujeito da mesma maneira que a câmera faz, a holografia essencialmente registra o padrão de interferência da luz gerada a partir de um feixe de referência¹ da luz refletida do objeto (feixe de objeto)²”, portanto a holografia torna-se uma imagem com a sua representatividade de todas as faces de um determinado sujeito ou objeto.

¹ Feixe de referência para este trabalho terá como sigla FR

² Que para este trabalho será considerado como FO

1.1 justificativa

Sabe-se que um dos grandes motes nas organizações é a tentativa de desenvolver novas tecnologias nos mais diversos âmbitos como produção, instrução, avaliação, divulgação etc. com o objetivo de melhoria na eficiência da utilização dos recursos que ela possui seja, tempo, insumos, financeiros entre tantos outros.

Portanto, o estudo de novas tecnologias torna-se importante e de grande relevância em virtude da melhoria na produtividade. As mais diversas experiências em educação indicam que se aprende mais quando o conteúdo é ouvido, visto e praticado, portanto “(...)se esta regra for verdadeira, a combinação entre computadores, televisão via satélite e recursos multimídia representa uma ferramenta educacional formidável” (MEISTER,1999, p. 129).

Além disso, a holografia é algo ainda pouco adotada no enfoque educacional e pode trazer consigo algumas potencialidades que pouco foram observadas e avaliadas como possíveis nos locais propícios para a aprendizagem.

A Microsoft (2018) por exemplo, vem se empenhando neste processo tecnológico e desenvolveu um óculos nomeado como Hololens que consegue transformar imagens em hologramas. Mas outras empresas também vem investindo nestas tecnologias e é sabido que as tecnologias virtuais podem servir como algo extremamente desafiador no processo de aprendizagem, já que traz consigo grande inovação, novas propostas de metodologias, formas diferentes de participação dos envolvidos, maior ludicidade modificando os métodos tradicionais³ que em determinadas situações não conseguem alcançar os objetivos previamente propostos, trazendo diferentes formas de lidar com os conteúdos denominados como mais complexos (SIQUEIRA, et. al.,2016).

Ainda assim, Meister (1999, p. 130) coloca que “em consequência destes avanços tecnológicos, as empresas (...) estão desafiando os pressupostos do treinamento tradicional (...) porque fazem experiências com novos métodos de aprendizagem em sala de aula (...)”. Eboli (2004, p.126) complementa colocando que “ (...) a ênfase principal de um modelo de gestão do conhecimento recai no aspecto técnico, ou seja, na implementação de um modelo grandioso e abrangente do ponto de vista da estrutura tecnológica”. Portanto, com uma forma de gestão do

³ Terminologia utilizada pelos autores consultados. (SIQUEIRA, et. al., 2016)

conhecimento bem estruturado, e com as ferramentas adequadas ganha-se tanto o colaborador que pode se adequar e aprender de uma forma diferenciada e mais atrativa, a organização⁴ na utilização de seus recursos, e na utilização da telepresença e ganha a sociedade como um todo na evolução desta possível potencialidade e inovação educacional.

1.2 Pergunta de pesquisa

Quais as possíveis utilizações da holografia como forma instrucional na educação corporativa presencial e quais as possibilidades desta tecnologia ser adotada pelas organizações como telepresença?

1.3 Objetivos geral e específicos

1.3.1 Objetivo geral

Levantar como a holografia pode ser utilizada na educação corporativa no formato de telepresença nas salas de aula e quais os benefícios desta ferramenta como tecnologia instrucional.

1.3.2 Objetivos específicos

- Pesquisar quais são as utilizações da holografia nas mais diversas áreas,
- Verificar quais são as formas de produção destas imagens e a tecnologia envolvida,
- Avaliar sua possível adaptação, vantagens e efetividade na adoção da holografia na educação corporativa como ferramenta instrucional nas salas de aula na forma de telepresença.

1.4 Breve organização do trabalho

Após a introdução onde constam a justificativa, os objetivos, hipótese, pergunta problema e organização do trabalho; o segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica onde são abordados alguns temas tais como: Educação

⁴ Neste trabalho, em alguns momentos, as empresas foram referidas como organizações

corporativa, as tecnologias instrucionais para a educação corporativa e sobre a holografia. A delimitação da metodologia é apresentada no terceiro capítulo. O quarto capítulo abrange a discussão e a análise sobre os critérios propostos por Meister (1999) e como último capítulo é apresentada a conclusão do trabalho. As referências estão ao final do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Educação Corporativa

A preparação das pessoas para atuarem de forma efetiva em suas funções não iniciou após as revoluções industriais. Já nas grandes guerras, na filosofia, no cotidiano, as pessoas aprendiam para desempenhar determinadas funções. Com a revolução industrial, houve a necessidade de especializar a mão de obra dos funcionários para que produzissem mais, tendo como precursor, Frederick Wislow Taylor, que foi chamado o pai da administração científica, onde cronometrava o movimento dos trabalhadores e procurava uma melhor forma para que eles executassem as tarefas designadas (MAXIMIANO, 2012). Contudo, é possível encontrar sugestões sobre a importância de se formalizar treinamentos estruturados anteriormente a isso, em um livro datado de 1775 denominado “O Código da Natureza” de Morelly (TENÓRIO e PEREZ, 2007). Mas só foi em 1955 (alguns autores datam entre 1945/46) que o termo educação corporativa teve sua adoção nas empresas principalmente com a construção de um centro de treinamento e desenvolvimento da *General Electric* (GE), chamado de Crotonville, nos Estados Unidos (TARAPANOFF, 2004). “O seu slogan era “*A community of Ideas and Solutions that work for you*”⁵. O seu treinamento é direcionado para executivos e empregados classe A, e não é aberta para fornecedores ou clientes” (TARAPANOFF, 2004, p. 18).

Para Eboli (2005), um sistema educacional corporativo (SEC) deve estar diretamente vinculado a área de Recursos Humanos (RH), já que a educação da corporação é um sistema onde o principal objetivo é a educação dos indivíduos sempre pautado pela gestão por competência e por este motivo, é de grande relevância que esta forma de gerir seja incorporada e assimilada como um princípio organizacional inclusive constando no planejamento estratégico da organização sendo alinhado com todos os níveis estratégicos existentes.

A expressão competências, mesmo hoje sendo muito utilizada no âmbito empresarial, tem sua origem na área jurídica e já era utilizada no fim da Idade média (BRANDÃO, 2001). Zarifian (1996 *apud* BRANDÃO 2001) sustenta que deve

⁵ A comunidade das ideias e soluções para o seu trabalho (Tradução minha).

considerar a equipe no processo produtivo e propõe que uma competência pode ser atribuída tanto a uma pessoa quanto ao grupo de trabalho. Ainda Brandão (2001) propõe que a gestão por competências deve ser vista como um processo sistêmico, e deve envolver os diversos níveis da organização, ou seja, desde o corporativo até o individual, não esquecendo os departamentos e o grupal.

2.2 Tecnologias instrucionais para a educação corporativa

Em um grande documento com diversos especialistas americanos denominado “Visão 2020: Transformando a educação e os treinamentos através do avanço das tecnologias”, é apresentado de forma geral, que a educação irá modificar-se de uma forma impressionante, mas para isso é necessário um grande investimento até o ano de 2020 o que transformaria a aprendizagem tornando-a mais produtiva, mais personalizada e atraente para os alunos de quaisquer idades. “Estas tecnologias tornarão possíveis a implementação de uma gama de novas e poderosas estratégias instrucionais recomendadas por especialistas em cognição que eram anteriormente inacessíveis” (BAJCSY, et. al.,s/d, p.1).

Um sistema de informação é formado principalmente por quatro grandes componentes, sendo os documentos, as pessoas, os processos e as máquinas (Hardware e software). Estes últimos podem permitir uma racionalização da gestão dos demais, mas a eficiência vai depender de que as pessoas usem corretamente aqueles documentos em processos corretos e projetados de acordo com os objetivos previamente traçados (CORNELLA, 2000a) e vale lembrar que “(...) para educação e/ ou treinamento corporativo, assistidos por tecnologia da informação (...) um dos pontos a observar é o aumento considerável das possibilidades de acesso a informação, e não se faz educação sem informação” (BAYMA, 2005, p.190).

Ressalta-se ainda que a informação se torna estratégica, e desta forma o conhecimento torna-se algo extremamente valioso, inclusive maior do que bens materiais, como equipamentos e prédios em uma organização (BAYMA, 2005).

Frente a tantas mudanças, discute-se muito na academia a inserção e uso das tecnologias digitais no âmbito educacional a fim de compreender o convívio entre a educação, as linguagens e as tecnologias digitais (MENDES e NETO, 2013).

Para responder esta demanda e dar conta destas mudanças, é preciso um ser humano capaz de reinventar a si próprio e de utilizar sua inteligência e potencial

inventivo para fazer frente à exposição tecnológica que invade os mais diferentes setores da vida humana inclusive o produtivo (RICARDO, 2007, p.5).

Mas é interessante salientar que alguns autores como ROBLES em (1997 *apud* CARDOSO E LAMOUNIER JR., 2004) expõe opiniões diferentes das que normalmente os autores apresentam demonstrando que a tecnologia é apenas o início de uma mudança que precisa acontecer de forma mais contundente.

A discussão da utilização da Informática na educação e treinamento deve considerar muitos fatores, sob pena de falsas soluções serem apontadas como efetivas. A simples utilização de uma tecnologia não é a solução para os problemas, logo, informatizar o material tradicional (anteriormente aplicado em educação/treinamento presencial), sem uma adequada alteração das técnicas de ensino, não é solução por si só (ROBLES et al., 1997 *apud* CARDOSO E LAMOUNIER JR. 2004, 259).

Com as novas tecnologias sendo adotadas pelas instituições educacionais, a forma da relação ensino-aprendizagem também vem sofrendo mudanças, encontrando diversos obstáculos que deverão ser superados, como o crescimento da modalidade da Educação a distância (EAD) que vem ganhando uma grande dimensão mundial sendo considerada como o novo espaço de sala de aula, trazendo novas possibilidades já que transpõe barreiras como o espaço e o tempo (INOCÊNCIO e CAVALCANTI, 2007).

2.2.1 As tecnologias 3D adaptadas à aprendizagem

Atualmente, na educação e nos mais diversos contextos onde ela está inserida, é comum o uso de imagens para que o ensino alcance um alto nível de qualidade, a fim de desempenhar um papel de grande relevância nos processos de formação. “Esses avanços tecnológicos trouxeram mudanças nos sistemas de transmissão de conhecimento; neles, a imagem, em todos os seus formatos, tem sido a protagonista principal” (BORALLO e MÉNDEZ, 2010, p.10) já que as “imagens são construções baseadas nas informações obtidas pelas experiências visuais anteriores” (LAPLANTINE, e TRINDADE, 1997, p.2). Duas grandes áreas estão tornando-se cada vez mais próximas e muitos docentes vêm se interessando pelas relações entre as mídias e o processo de aprendizagem (MANDAJI, s/d). “A multimídia interativa permite uma exploração profunda devido à sua dimensão não linear. Através da multimídia tem-se uma nova estruturação de como apresentar,

demonstrar e estruturar a informação apreendida” (SOUZA, MIOTA e CARVALHO, 2011, p.27).

Portanto a virtualização da educação, e a utilização de novas tecnologias é algo que vêm acontecendo, e neste novo universo encontram-se multiusuários em redes, ou seja, ao “ (...) interagir com o mundo virtual, os usuários o exploram e o atualizam simultaneamente. Quando as interações podem enriquecer ou modificar o modelo, o mundo virtual torna-se um vetor de inteligência e criação coletiva. ” (LÉVY, 1999, p. 75).

(...) o único perigo é confundir o virtual com o possível. Com efeito, o possível opõe-se ao real; o processo do possível é, pois, uma realização. O virtual, ao contrário, não se opõe ao real; ele possui uma plena realidade por si mesmo. Seu processo é a atualização (DELEUZE, 1988, p. 339)

Nestas mudanças, algumas nomenclaturas começaram a ser criadas a partir das novas tecnologias como EAD, *e-learning*, *m-learning*, *u-learning* e *A-Learning* (*Augmented Learning*) a qual, esta última compreende a aplicação de tecnologias como a Realidade Aumentada (*Augmented Reality*), virtual e hologramas para criar uma inovadora forma de aprender (FITZGERALD *et. al.*, 2013).

Kirner e Tori (2004) colocam que o termo Realidade Virtual foi proposto na década de 1980 pelo artista e cientista computacional Jaron Lanier, que conseguiu unir dois grandes conceitos que eram vistos como antagônicos. Sendo a primeira opção de interface 3D. Contudo diz-se que esta união foi proposta anteriormente a isso, já na década de 1960, logo após a criação do *Sketchpad* “sistema com o qual fincou as bases do que hoje conhecemos como computação gráfica, Ivan Sutherland passou a trabalhar no que chamou de *Ultimate Display*” (PACKER, 2001 *apud* KIRNER E TORI, 2004, p. 3) criando o primeiro capacete de realidade virtual denominados de HMD (*Head Mounted Display*), (RIBEIRO e ZORZAL, 2011).

Os ambientes chamados bidimensionais (2D), geralmente utilizam o espaço dos monitores ou também as projeções realizadas em tela, a fim de poderem auxiliar na visualização de algo, podendo conter som ou não. Com pouca interatividade, estas tecnologias deram a abertura para o desenvolvimento das tecnologias 3D a qual proporciona a possibilidade daquele que a utiliza manipulá-la de tal forma que pode aproximar-se do espaço real, tendo a sensação de estar vivenciado a situação e interagindo com ela, podendo ouvir, tatear, cheirar e ver o que está acontecendo.

E foi a partir da RV que foram desenvolvidas as realidades aumentadas, a hiper-realidade e a virtualidade aumentada (RIBEIRO e ZORZAL, 2011).

Biocca (2009, *apud* TORI, 2017) explica que existem alguns tipos de possíveis sensações de presença sendo a física, que é a sensação de estar imerso em um ambiente físico; a presença social, que é a sensação de estar face a face com uma outra pessoa e a auto presença que é a sensação de autoconsciência e de identidade.

A realidade virtual (RV) nos últimos anos ganhou um grande mercado. Ela pode ser definida de diversas formas, mas Tori, Kimer e Siscoutto (2006) explicam que é uma interface considerada avançada para algumas aplicações computacionais e permite àquele que a utiliza, certa movimentação e interatividade com possibilidade de utilização de dispositivos multissensoriais desenvolvidos que aumentam o nível de realidade e de feedback. Silva e Frére (2008) expõem que a RV disponibiliza a criação de ambientes com grande imersão envolvendo a sensação de estar presente nas situações e vivenciando os fatos, tendo uma interação de influência tanto do ambiente para o usuário como vice-versa.

Cardoso, *et. al.* (2007), explicam que a Realidade Virtual imersiva faz com que o usuário se isole do mundo real. Desta forma são utilizados, dispositivos especiais que fazem a transferência dos sentidos naturais do usuário para um ambiente virtualizado.

Wodaski (1993) faz a divisão da RV em dois grandes grupos, um sendo nomeado como realidade artificial (*Artificial Reality*), que seria uma grande cópia da realidade onde o indivíduo olha, sente e pode interferir sobre ela de uma forma muito realista, porém não sendo efetivamente real, e a segunda nomeada como loucura virtual (*Virtual madness*), que são situações que quebram as regras da normalidade como em diversos desenhos animados. Alexandre e Souza (2011) expõem que o mundo virtual se insere e pode ser entendido como um universo com diversas categorias tanto de causalidade, como de tempo, espaço, noção de objetos etc. Para eles o universo virtual "(...) não se opõe ao real, mas se integra" (ALEXANDRE e SOUZA, 2011, p. 43).

Com a criação dos avatares a vivência na realidade virtual se modificou. SCHLEMMER, (2009) explica que houve a criação do metaverso que é uma terminologia constituída no ciberespaço através da criação da MDV3D (Mundos Digitais Virtuais em 3D), que possibilita a "(...) imersão, via telepresença do avatar e,

no qual, diferentes espaços para o viver e conviver são representados em 3D, propiciando o surgimento de “mundos paralelos””. (SCHLEMMER, 2009, p. 69). É um ambiente virtual que é:

Ainda indefinido e que recebe conotações diversas, desenvolvido em softwares tridimensionais de alto desempenho e que prenuncia a chamada Web 3.0 (banda larga e com alta definição gráfica e visual, contando com gráficos em 3D), implementado no aplicativo computacional *Second Life* (PEREIRA, 2009, p.8).

Para Azuma (1997), a realidade aumentada (RA) enriquece o mundo real, trazendo informações virtuais a ele como imagens, dinâmicas e sons, os posicionando no espaço de forma a complementar e interagir com ele. A RA pode ser compreendida dentro de três características importantes sendo elas: Primeiramente esta interface possibilita ao usuário a interatividade em: tempo real, obrigatoriamente concatenando o real com o virtual; e por fim tem a possibilidade de ajustamento dos objetos virtualizados dentro do ambiente percebido em 3D.

A R.A, pode ser classificada de acordo com a forma de visualização, ou seja, pode ser *optical see-through* (ótica transparente), o qual tem um equipamento ótico que tem projetores de vídeo e mesclam imagens virtuais e reais. Ou podem ser o do tipo *vídeo see-through* (Vídeo transparente), a qual a cena é captada por câmeras que misturam aos elementos virtuais e são repassados aos usuários (TORI, 2017).

Portanto a RA diferencia-se da RV no sentido em que cria-se uma nova realidade que interage com o mundo real enquanto o RV, cria uma nova realidade. (AZUMA, 1997)

2.3 Holografia

Diversos filósofos já demonstravam grande fascinação e vontade de estudar a luz como sendo algo curioso. Pitágoras, que viveu no século VI a.c, a considerava como se fossem raios que saiam dos olhos do observado. Já Epícuro no século III a.c, propôs que os raios incidiam sobre os objetos e dirigiam-se aos olhos do observador (BERNARDO, 2005).

Bernardo (2005) expõe que durante muito tempo a luz foi um instrumento de estudos, o que ocorre até hoje nas mais diversas áreas, como na saúde, física, química, biologia etc., mas os grandes saltos nos estudos, foram dados com os

cientistas denominados modernos como Isaac Newton, Galileu e Cristiaan-Huygens, que de forma geral propuseram que a luz não arrastava matéria, mas que eram ondas que se propagavam no espaço.

A holografia tem sua origem das palavras gregas “Holos”, que pode ser entendida como “inteiro” e “grafia” ou mensagem (CATTALINI, 1987) e sendo compreendido como:

Um processo de gravação de imagens, sem o uso de lentes, mediante reconstrução do campo de ondas ópticas. O objeto é iluminado por meio de luz coerente (laser), e suas irregularidades superficiais a refletem de maneira peculiar em direção ao filme que será o holograma; fotografia a laser, imagem holográfica (MICHAELIS, 2018, s/p).

Beléndez (2009) explica que o holograma contém mais informações sobre a forma de um determinado objeto do que a fotografia permitindo perceber o seu relevo o que desta forma faz o observador poder observá-lo de diferentes formas. Ainda assim o mesmo autor continua colocando que o estudo da holografia é um dos ramos mais importantes da ótica moderna dando lugar a inúmeras aplicações científicas e tecnológicas podendo ser usada em qualquer área de investigação puramente ou aplicada inclusive para a arte.

A holografia representa uma realidade metafísica, tendo um repertório de inovação amplamente diversificado. É uma representatividade ótica que se remete muito à elementos da ficção científica.

(...) esta complexa meta-estrutura propõe metáforas imagéticas e processos óticos inovadores que desafiam a lógica. A fusão entre Design e holografia tem permitido diferentes aplicações no campo físico, interagindo com o mundo real e possibilitando resultados que transpõe a realidade virtual (EKATERINA et. al., 2015, p. 569)

Além de possibilitar a telepresença 3D que “(...) é demonstrada ao tirar várias imagens de um local e transmitir as informações via Internet para outro local onde o holograma é impresso com a exibição 3D dinâmica em tempo quase real” (BLANCHE, 2010, p.82).

Essencialmente um holograma é a gravação do padrão de interferência entre o feixe de interesse com um feixe de referência, em geral uma onda

plana. Ao iluminarmos o holograma com o feixe de referência, reconstruímos o feixe de interesse pela difração da luz. (SILVA, 2011, p. 35)

Portanto para que o holograma se forme é necessário que o feixe de referência se encontre com o feixe de interesse em uma formação do holograma analógico.

2.3.1 História da holografia

A tentativa de reprodução da tridimensionalidade não é recente. Os chineses, ainda em 206 a.c- 9 d.c foram os primeiros a “esculpir a luz” como atualmente é feita com o holograma. “Denominado de “espelho mágico”, um disco de metal moldado com técnicas sofisticadíssimas para aquela época, refletia a luz em uma tela com o mesmo padrão de símbolos que havia inscrito em relevo no disco” (CATTALAN, 1997, p.15).

Estas técnicas foram sendo aperfeiçoadas ao longo dos anos quando se iniciou um grande percurso até a “arte anamórfica” que foram sendo utilizadas nas igrejas levando sempre em conta o ponto de vista do observador, e estas imagens se estenderam para as pinturas nos quadros dando a impressão de profundidade (SILVA e NEVES, s/d). A anamorfose é a deformação de uma determinada imagem que pode ser definida como a “Representação ou imagem que parece deformada ou confusa e que se apresenta mais regular ou mais perceptível em determinado ângulo ou posição ou ainda através de lente ou espelho não plano” (FERREIRA, 2017, s/p). No Renascimento esta técnica foi utilizada por Hans Holbien, na obra “*Los embajadores*” (FIGURA 1), onde há um elemento entre os pés dos personagens retratados. De frente a imagem não apresenta sentido algum, sendo observada simplesmente como um borrão, mas quando é observada de forma inclinada, é observado um crânio. (LIMA, COELHO e VIEIRA, 2017).

Figura 1- Obra “Los embajadores” de Hans Holbien



Fonte: <https://marriagering.club/love/by-hans-holbein-french-ambassadors.html>

Antes mesmo do desenvolvimento das técnicas de hologramas, houve a criação das técnicas estereoscópicas com a invenção do estereoscópio do Britânico Charles Wheatstone em 1838 e mais tarde, a primeira câmera estereoscópica (FIGURA 2). Esta câmera apresentava duas imagens para cada fotografia tirada, que mais tarde poderiam ser vistas em relevo através de um especial visualizador (LIPTON, 1997).

Figura 2- Câmeras estereoscópicas

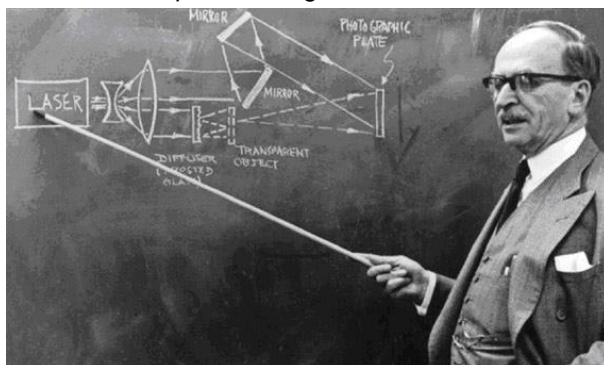


Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mera_estereosc%C3%B3pica

Mas só foi em 1947, que o cientista húngaro Dennis Gabor (FIGURA 3) também conhecido como pai da holografia, estruturou a holografia na tentativa de melhorar a precisão do seu microscópio eletrônico, foi ele quem criou a palavra holografia e por esta descoberta recebeu, em 1971, o prêmio Nobel de física.

(CATTAL- PRETA, 1997; VEIGA e LUTERMAN, 2017; BELÉNDEZ, 2015; VALENTE e PEREIRA,2015).

Figura 3 -Dennis Gabor, o pai da holografia



Fonte: (BELÉNDEZ, 2015)

Para conseguir reproduzir a profundidade como a terceira dimensão, era preciso que fosse possível utilizar um tipo de luz coerente, onde as ondas tivessem a propriedade de difundir nas mais diversas direções, mas para isso deveria ter apenas uma cor.

Durante os experimentos para a reprodução dos hologramas, o cientista americano Baez fez o uso de diversas fontes luminosas como as lâmpadas de mercúrio (BELÉNDEZ, 2009).

A partir de 1962, Upatnieks, Leith e Denisyuk conseguiram reproduzir um feixe de laser. Houve uma separação dos estudiosos, onde Upatnieks e Leith conseguiram fazer o primeiro holograma de transmissão e Denisyuk começou a produzir hologramas para a arte (VALENTE e PEREIRA, 2009). Em 1965 Denisyuk criou um holograma que podia ser visto com a luz comum (BERTINI, 1998).

Em 1968 o holograma de Benton foi uma revolução denominada como holograma arco-iris (*Rainbow Hologram*), (FIGURA 4) que para o mundo das artes trouxe grande atenção. Os autores Valente e Pereira (2015, p.144) explicam que:

Estes hologramas podiam ser vistos com uma lâmpada incandescente de halogênio. Sua principal característica era a capacidade de reproduzir todo o espectro de luz, o que difere dos hologramas de transmissão a laser (Leith) e reflexão com luz branca (Denisyuk) de antes. O fato de utilizar todo o espectro da luz de iluminação também resultava em um holograma muito

mais vivo e com mais profundidade, embora que em sua gravação não houvesse a paralaxe vertical⁶.

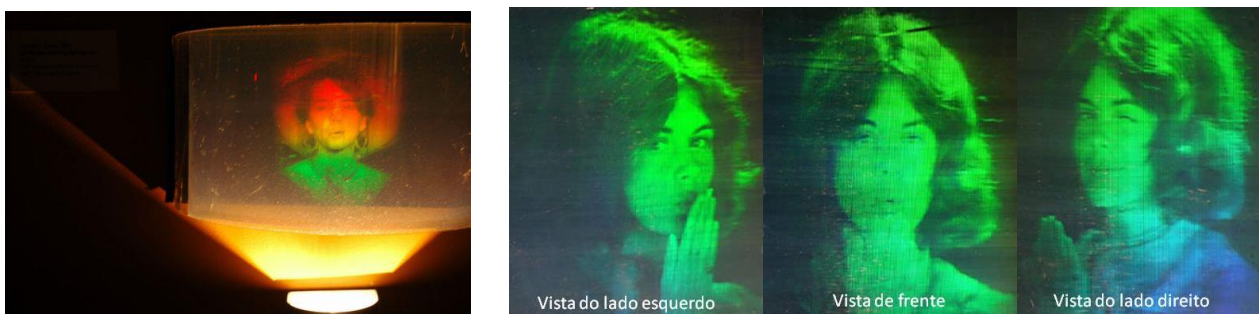
Figura 4- Exemplo de *rainbow hologram* (holograma arco-iris)



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Rainbow_hologram

Com os estudos em grande ascendência, o pesquisador Lloyd Cross desenvolveu o holograma denominado Multiplex/Estereográficos⁷ (FIGURA 5) um holograma que tem a sua transmissão em um formato cilíndrico iluminado por luz branca. (VALENTE e PEREIRA,2015)

Figura 5 - a) b) Exemplos de imagem feitas em Estereográfico



Fonte: a) <https://br.pinterest.com/pin/447615650443919957/>

b) <http://www.jrhologcollection.com/collection/cross.html>

Bertini (1998, p.64) explica que “Um holograma de Cross é composto por vários hologramas estreitos, tendo a informação codificada localmente em cada holograma individual, assim como um sinal no qual cada mensagem é enviada separadamente uma por vez, comprimidas e não multiplexadas”. O holograma de

⁶ Paralaxe- “Deslocamento da localização ou na direção aparente de um objeto, quando se muda a posição do observador; visão distorcida ou falsa a que isso leva” (HOUAISS, 2001, s/p)

⁷ A estereoscopia pode ser compreendida como um ‘processo fotográfico e posterior projeção de imagens que dão à imagem plana a impressão de relevo, por ser o objeto fotografado ou filmado, simultaneamente, em duas perspectivas diferentes, utilizando-se câmara com duas objetivas, uma a certa distância da outra” (HOUAISS, 2001, s/p)

Cross, pode ser chamado de diversas formas como de holograma integral, integrama ou Multiplex. Este último por ter o nome da empresa do pesquisador, mas vale lembrar que as imagens não eram multiplexadas⁸ (BERTINI, 1998).

Para Valente e Pereira (2015) a partir dos anos 90 com o desenvolvimento da tecnologia digital, Walter Spierings e outros cientistas ainda se utilizando de técnicas analógicas criaram o primeiro estereograma *Full-Colour*.

Com os novos moduladores digitais, com luzes diferenciadas e especiais, começou uma nova grande revolução para a holografia. “Com LCD era possível que a referência e o feixe do objeto se intersectem sob uma superfície fotossensível e cria-se diretamente o holograma, isso foi chamado de Holografia Digital por Escrita Direta (*Direct-write-digital-holography*) ” (VALENTE e PEREIRA, 2015, p.145).

Enfim, é possível supor que “em futuro não muito distante prevê-se o surgimento de projetores holográficos, que possibilitarão um novo paradigma de interface” (PARDINHO e TORI, 2011, s/p) e assim sendo revolucionará diversas ciências.

Em suma, as técnicas holográficas podem ser divididas em três grandes gerações.

Os hologramas da primeira geração, são aqueles que utilizaram em sua criação os lasers. (BENYON, 1982). Gabor, em suas primeiras experiências, se utilizou de uma lâmpada de mercúrio emitindo sua luz através de um pinhole. Deste modo a holografia se mantinha restrito apenas aos laboratórios e somente após de uma década, com o advento dos lasers (1960), esse problema tinha sido resolvido (VALENTE e PEREIRA, 2015). Após alguns anos, os pesquisadores começaram a criar os hologramas utilizando-se da luz branca ao invés do laser para a sua transmissão e os hologramas de reflexão foram considerados os de segunda geração, já que foram realizados a partir dos hologramas que utilizavam os *lasers* (BENYON, 1982).

Mas o grande salto para a terceira grande geração foi “o advento de moduladores digitais de luz especial, um novo caminho se abriu para hologramas criados a partir de computadores ou câmeras com alta resolução” (VALENTE e PEREIRA, 2015, p. 145).

⁸ “*Multiplex*: um grande número de figuras "achatadas" do objeto que combinadas em uma, formam a imagem 3D do objeto - um holograma composto. ”

Fonte: <http://www.if.ufrj.br/~coelho/DI/holografia.html>

2.3.2 Tipos e técnicas holográficas

Neste subcapítulo serão apresentadas algumas técnicas para a criação da holografia.

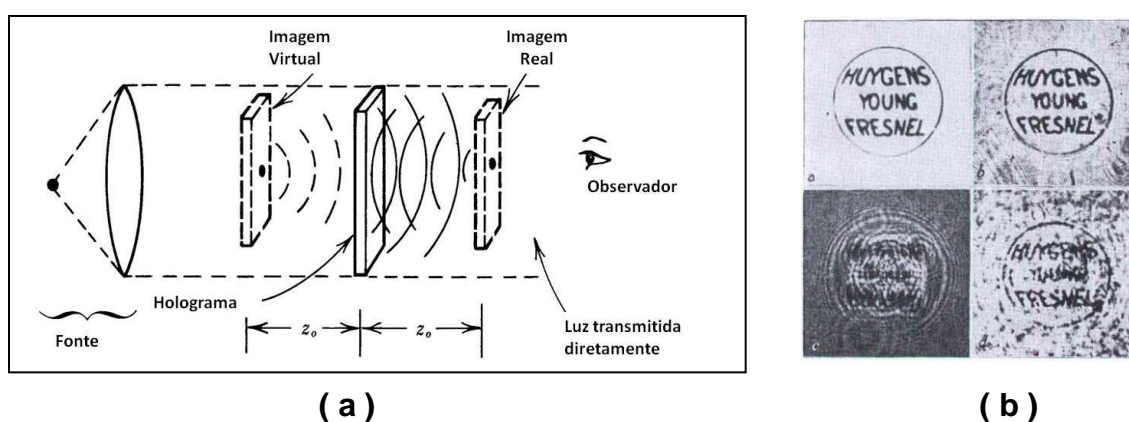
2.3.3.1 Hologramas in-axis

O pesquisador Dennis Gabor, quando desenvolveu o seu primeiro holograma, o fez com objetos 2D (bidimensionais) utilizando letras opacas gravadas em uma espécie de transparência. Foi colocada uma luz sobre estas letras, a luz era difratada, formando uma espécie de onda sobre o objeto e seguia sem desvios para a área transparente, ou seja, para a onda referência (FIGURA 6–a). Desta forma, os feixes de luz se sobrepunham, por este motivo esta forma de holograma chamava-se em linha ou *in-axis* (PINTO, 1999).

O método de Gabor produzia um holograma em linha de baixa qualidade por ter esta sobreposição da imagem virtual (FIGURA 6-b) e da imagem real ou conjugada. Quando o holograma foi reconstruído, uma imagem virtual apareceu na posição do objeto original (BELENDEZ, 2015).

A grande questão era que quando a imagem criada era iluminada com uma fonte de luz, no local onde o objeto real se encontrava, aparecia uma outra imagem virtual, o que interferia na reprodução da imagem final (PINTO, 1999).

Figura 6- a) Modelo de holografia em linha b) Primeiro holograma de Dennis Gabor

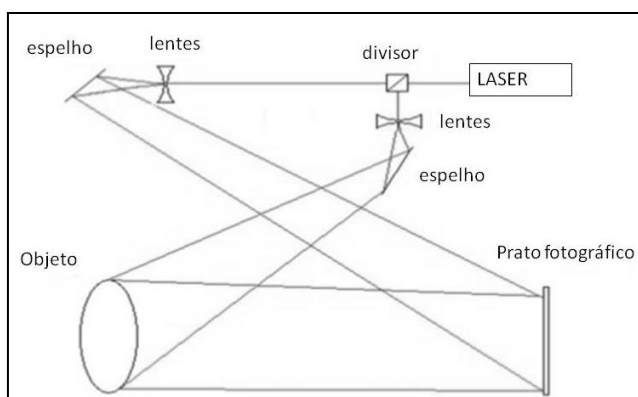


Fonte: a) <http://laser.physics.sunysb.edu/~dbennett/optics2/optics2.htm>
 b) <https://www.nature.com/physics/looking-back/gabor/index.html>

2.3.3.2 Hologramas off-axis

O holograma desenvolvido por Leith e Upatnieks, realizados no laboratório *Radar and Optics Lab of the University of Michigan's Willow Run* (FIGURA –b), foram considerados como fora do eixo (*off-axis*) e conseguiu superar muitas deficiências dos hologramas desenvolvidos por Gabor que eram feitos em linha (FIGURA 7-a). Eles estavam trabalhando no processamento óptico de dados para uma nova forma altamente secreta de radar de aparência lateral quando descobriram que suas imagens eram tridimensionais. Chegaram a fazer um holograma grande que podia ser visto com os dois olhos, e fizeram um holograma de uma locomotiva a vapor feita de latão (FIGURA 7–c) (BRETON, 2002).

Figura 7- a) Modelo de holograma off-axis. b) Juris Upatnieks e Emmett Leith em meados da década de 1960 com equipamentos de holografia 3D. c) A locomotiva a vapor demonstrada pelos cientistas



(a)



(b)



(c)

Fonte: a) <http://www.wikiwand.com/ru>
 b) <https://spie.org/membership/spie-professional-magazine/spie-professional-archives-and-special-content/april-2006/in-memoriam-emmett-leith-1927-2005?SSO=1>
 c) <http://ece.umich.edu/bicentennial/stories/emmett-leith.html>

2.3.3.3 Holograma de transmissão

O holograma de transmissão pode ser dividido em dois grandes tipos, de feixe simples e de feixe duplo. O Holograma de feixe simples foi a primeira montagem funcional de um holograma. Desenvolvido pelos pesquisadores Leith e Upatnieks, entre os anos de 1962 e 1964, para que a formação de holografia ocorra, um objeto é colocado a uma pequena distância do filme e é iluminado com um laser. O objeto então reflete a luz que atinge diretamente o filme que forma o objeto holografado. (DAIBERT, 1998).

Atualmente devido, em partes por uma questão de segurança, foram desenvolvidos os hologramas chamados arco-iris que se iluminam em luz branca, os quais além de serem mais baratos são mais seguros e mais fáceis de serem manejados.(CORNELLA, 2000b)

Este tipo de holograma tem este nome porque, para que ele seja formado, o feixe de leitura deve atravessar a placa holográfica. Tanto o feixe do objeto como o feixe de referência chegam à placa holográfica do mesmo lado (PINTO, 1999).

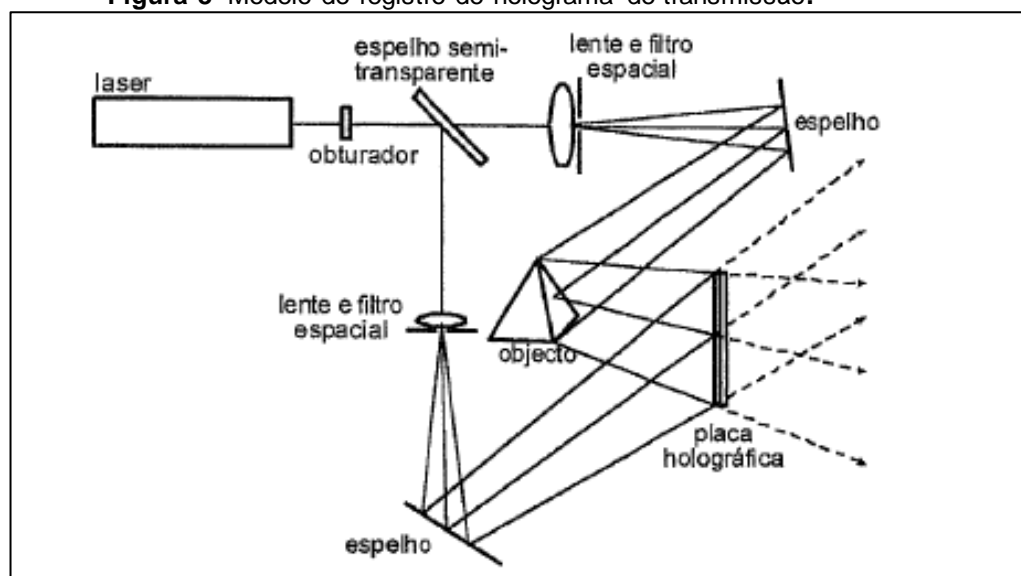
A grande questão é que o holograma de transmissão do tipo de feixe simples é visto apenas através da iluminação de alta potência e com a mesma fonte de luz que o produziu, além disso para que ele seja formado, é necessário um laser que possui um comprimento de alguns centímetros, o que limita o volume do objeto e com isso, apenas as partes do objeto mais próximas ao filme são melhor registradas dando distorção nas demais (DAIBERT, 1998; CORNELLA, 2000 b).

Já o holograma de transmissão de feixe duplo (FIGURA 8) utiliza dois feixes, ou seja, um isolado para que seja o feixe de referência e um outro, ou mais feixes, para iluminar o objeto (GALLI, 2004).

Este procedimento é necessário, pois se utilizássemos efetivamente dois lasers, eles estariam certamente fora de fase um em relação ao outro, além de encarecer e complicar o projeto. Após ser dividido, o feixe de referência é direcionado ao filme, e o feixe objeto é utilizado para se iluminar o objeto a ser holografado. Ambos chegam ao filme pelo mesmo lado. (DAIBERT, 1998).

Para que o feixe duplo seja possível, é utilizado um divisor para se conseguir duas fontes de luz a partir de uma.

Figura 8- Modelo de registro de holograma de transmissão.

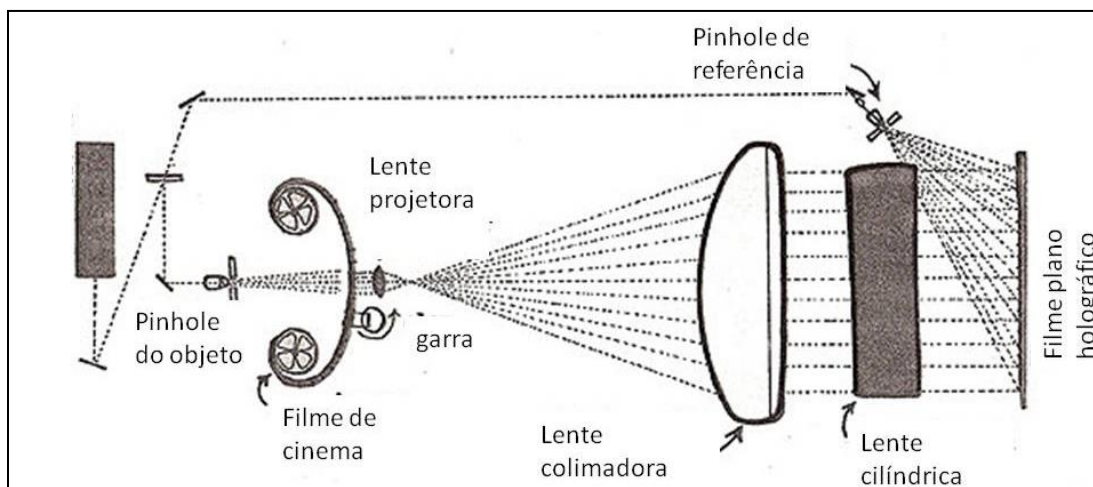


Fonte: (PINTO, 1999, p.53)

2.3.3.4 Holograma de arco-íris

Segundo Yu (2013), a reconstrução da holografia com a tecnologia a qual pode ser entendido como um holograma de arco-íris multiplexado ou estereograma, foi desenvolvido por Cross em 1977 (FIGURA 9). Ele consiste em um holograma que é criado em um filme cilíndrico no qual as imagens estereoscópicas podem ser observadas como se houvesse movimento do objeto. Este tipo de holograma consiste em uma série de faixas estreitas e cada faixa corresponde a uma moldura como de um quadro de um filme. Este holograma é criado através de uma fonte de luz branca simples, onde ocorre a dispersão cromática da linha espectral em decorrência da alta frequência. Então, por este motivo, uma visão completa da imagem com as cores do arco-íris pode ser vista. Semelhante ao holograma convencional do arco-íris, este tipo de holograma multiplexado perde a paralaxe vertical. Mas como é vista em torno do cilíndrico filme (ou girando o holograma), uma imagem tridimensional distinta em movimento pode ser vista.

Figura 9- Modelo de Llyord Cross do holograma arco-iris.

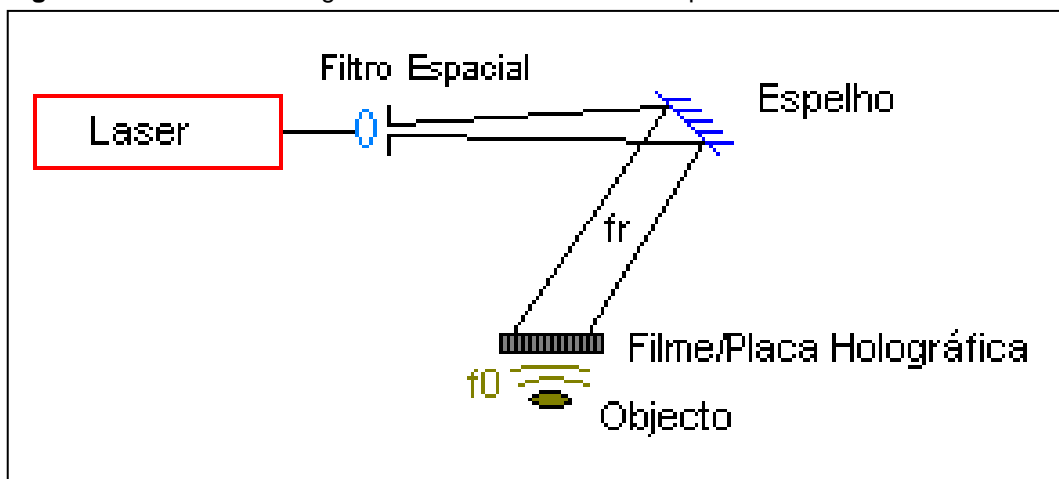


Fonte: http://www.alchemists.com/visual_alchemy/holo_sharon.html

2.3.3.5 Holograma de reflexão

A diferença entre a holografia de reflexão e transmissão é que no primeiro, a iluminação e visualização são feitas do mesmo lado do holograma. Já no de transmissão, são feitas de lados opostos (FIGURA 10) (VALENTE e PEREIRA, 2015).

Figura 10- Modelo de holograma de reflexão de feixe simples



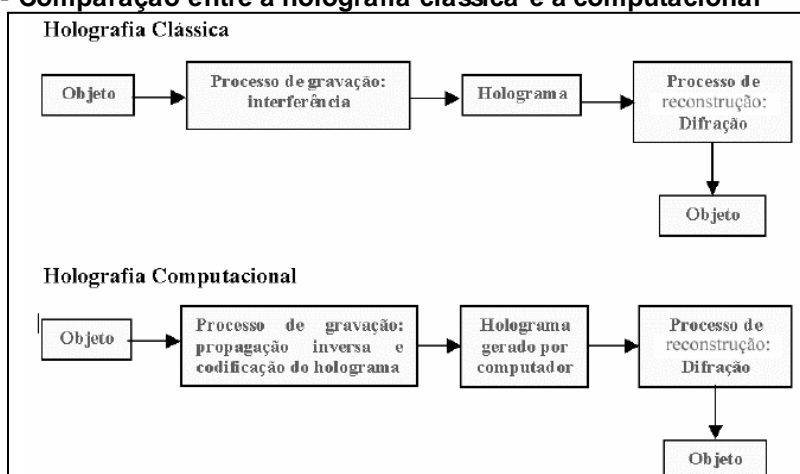
Fonte: <http://nartural.ua.pt/hologramas/tipos.html>

2.3.3.6 Hologramas digitais

Na holografia clássica as imagens são obtidas a partir de diversos cálculos e medições de intensidade e com uma placa holográfica e diferentemente da holografia digital, a qual a representação de um objeto real pode ser reconstruído digitalmente com uma câmera CCD (*Charge Coupled Device*)⁹ por exemplo, tendo uma etapa de codificação (GONÇALVES, 2017).

“O CCD é um sensor para captação de imagens formado por um circuito integrado que converte intensidades de cargas eléctricas em informação digital, o que permite traduzir um padrão de interferência em bits, ao atuar como uma matriz de pixels” (FERREIRA e LOPES, s/d, s/p.)

Figura 11- Comparação entre a holografia clássica e a computacional



Fonte: (GONÇALVES, 2017, p. 25)

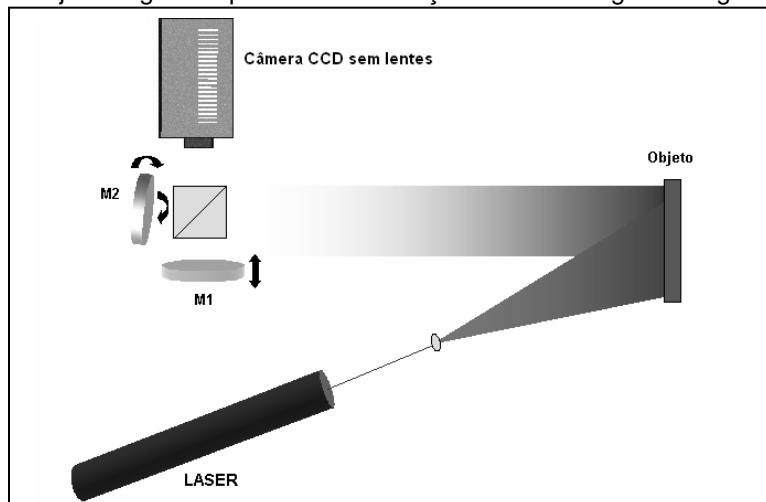
2.3.3.13 Hologramas digitais por escrita direta

O surgimento de câmeras CCD, onde são obtidos tanto a intensidade quanto a fase de cada ponto do holograma, auxiliou no aparecimento da Holografia Digital, onde os hologramas são gerados diretamente no CCD de uma câmera de alta resolução e são armazenados em um *harddisc*. Para que a reconstrução da imagem seja feita, as ondas luminosas são estruturadas numericamente. Vale lembrar que para a reprodução da imagem, na holografia digital não são utilizadas lentes ou

⁹ Dispositivo de caixa acoplada

qualquer outro instrumento óptico para reconstrução, o processo é apenas digital (FANTIN, 2003).

Figura 12- Arranjo holográfico para a determinação de um holograma digital complexo



Fonte: (FANTIN, 2003, p.43)

A tecnologia denominada como Digital por Escrita Direta (Direct-write-digital-holography) apresenta como vantagens:

(...) a naturalidade e fidelidade da cor gerada usando três comprimentos de ondas de lasers e podendo gravar pixels em *Full-Colour*. Técnicas naturais para gerar interferência no processo que pontue cada pixel exclui a necessidade de técnicas mais caras para conseguir a resolução espacial e por causa dos pixels serem realmente pequenos, somente pequenos lasers são necessários. Com a técnica DWDH, o tipo que mais obteve sucesso na produção comercial foi o holograma de reflexão. Algumas companhias como Zebra Imaging (USA) e XYZ Imaging (CANADÁ) e a empresa Geola UAB (Lituânia) produzem *Full-Colour* hologramas que possuem uma excelente representação de profundidade. (VALENTE e PEREIRA, 2015, p.145)

A holografia digital é a tecnologia que atualmente está sendo mais estudada e desenvolvida através da formação dos pixels a fim de gerar imagens com movimentos para que se consiga construir os hologramas para a telepresença.

2.3.4 Utilização da holografia

Há diversas utilizações para a holografia nos mais diversos âmbitos. Uma das aplicações da holografia será o suporte de armazenamento de informações. Esta possibilidade é como se fosse um DVD (Disco de vídeo digital). Nesta técnica empregar-se-ão *lasers* que transcreverão as informações em um polímero fotossensível e as informações ficarão armazenadas na superfície. Há possibilidade,

a partir dos estudos, que este artefato possa armazenar até 1.6 terabites (BORRALLO e MÉNDEZ, 2009). Já se tem um protótipo deste tipo de armazenamento com capacidade para 300 Gb (BELÉNDEZ, 2009).

Moreno (2017) conta que houve uma transmissão de uma videoconferência em holografia em tempo real entre a rede da K (Korea Telecom) Gwanghwamun e a Verizon, em Nova Jersey, com as duas empresas usando redes 5G para realizar a transmissão e captar as informações. Cada pessoa da transmissão apareceu para a outra como um holograma no tablet já que infelizmente ainda não há tecnologia preparada para fazer a projeção 3D que a holografia de maior tamanho requer.

Foi um feito de extrema importância para testar a viabilidade de uma rede 5G mundial além de verificar a viabilidade de uma transmissão de holograma já que esta tecnologia exige enorme transferência de dados em tempo real, que as tecnologias de transmissões utilizadas atualmente e acessíveis a maioria não comportaria (MORENO, 2017).

Em relação à utilização da holografia na medicina, de acordo com Lee (2013), as tecnologias desenvolvidas geram imagens sem a representação realista das dimensões o que dificulta uma série de pesquisas.

Em 2008, a CNN utilizou na cobertura das eleições, a captura por 35 câmeras de alta resolução de vários ângulos as imagens de um correspondente que estava em Chicago ao vivo, no entanto o âncora do estúdio só poderia visualizá-lo pelo monitor (FIGURA 13), (WELTCH, 2008).

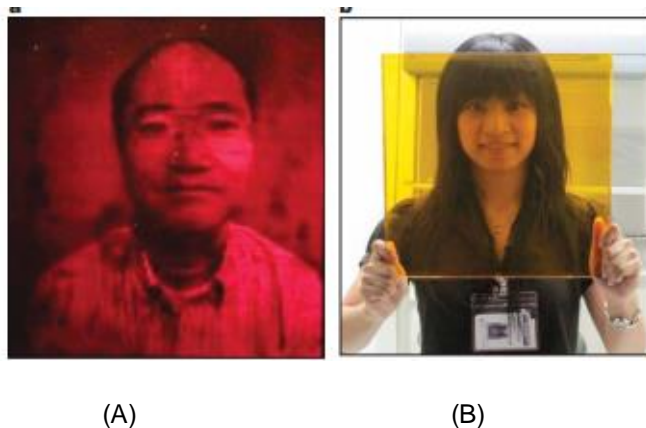
Figura 13- Transmissão da CNN com 35 câmeras



Fonte: Welch (2008)

Em um dos trabalhos realizados por Blanche (2010) e divulgado na revista Nature, mostrou um experimento onde criou-se uma holografia com boa resolução que poderia ser vista a olho nú, sem a assistência de óculos. Eles demonstraram uma técnica que consegue uma exibição holográfica e que há a atualização das imagens a cada dois segundos. Para isso foi utilizado um laser pulsado de nanossegundos de 50 Hz.

Figura 14- Sistema de telepresença. A), Imagem de um holograma gravado com o 3D. B) Imagem do protótipo funcional de um dispositivo foto refrativo utilizado na transmissão.



Fonte: (BLANCHE, 2010, p. 82)

2.4 A holografia adaptada a educação.

Um dos aparelhos utilizados na aprendizagem da área médica é o holoscope que auxilia na criação de experiências hiper-realista para a visualização de imagens médicas, capacitando os médicos com compreensão intuitiva de estruturas 3D complexas, dando a possibilidade de criação de imagens 3D coloridas, dinâmicas e interativas em alta resolução.(REALVIEWIMAGES, 2018).

Figura 15- ‘HOLOSCOPE™-i, RealView’s” primeira máquina de holografia médica



Fonte: (REALVIEWIMAGES, 2018)

O *hololens da Microsoft* é um computador holográfico lançado em 2015 para que o consumidor final possa utilizar principalmente como possibilidade para o lazer e diversão. É um óculos que tem uma conexão com um processador único holográfico (*Holographic Processing Unit ou HPU*). Atualmente no site está com o valor de U\$\$ 5000,00 a U\$\$ 8000,00.

Figura 16- Hololens da Microsoft



Fonte: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

Lee (2013) expõe que existe um fator muito importante na tomada de decisão de novas tecnologias dentro das salas de aula que se relacionam aos custos. Ele expõe que a tecnologia holográfica 3D ainda está para ser totalmente desenvolvida e testada pela sua aplicabilidade, sendo o custo inicial de implementação e treinamento de professores e alunos um fator que os administradores talvez não

estejam dispostos a arcar.O Agricultor (2012 *apud* LEE, 2013, p.38) cita um exemplo, de um custo estimado para a implementação de BioDigital Human na NYU School of Medicina

US\$ 360 pelos óculos especiais

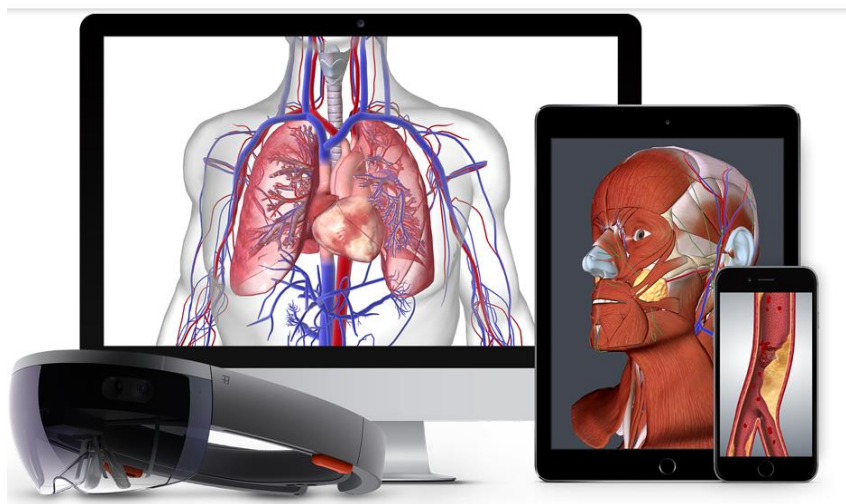
US\$ 600 pelo projetor 3D

US\$ 3.000 por computador

US\$ 5.000 - US \$ 20.000 para instalação

Isso revelaria a grande dificuldade e o prazo para que a holografia torne-se acessível nos mais diversos âmbitos.

Figura 17-Exemplo do biodigital human



Fonte: <https://www.biodigital.com/>

Vale ressaltar que, em relação ao uso de dispositivos de sistemas interativos de geração de imagens 3D, algumas doenças induzidas pela realidade virtual, também conhecidas como *cybersickness*, tem sido amplamente discutida. Foram observadas e indicadas pelos usuários diversos sintomas indesejáveis como fadiga visual severa depois de ver imagens e filmes em 3D, também relataram desorientação, tontura e enjôos (LEE, 2013).

A Cisco, uma grande empresa no ramo de tecnologia, criou a EW4D que possibilita a telepresença holográfica para a apresentação moderna de hoje. Os hologramas de telepresença 3D em tamanho natural integram-se perfeitamente ao palco, interagindo com audiências remotas através de apresentações, palestras, conferências etc. porém sendo projetadas em uma tela (EVENTWORKS4D, s/a).

Figura 18- Projeção, aparelho e gravação do EW4D



Fonte: <https://www.ew4d.com/holographic-telepresence/>

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimento

Como metodologia, foi realizada uma breve revisão na literatura, buscando levantar as pesquisas já desenvolvidas sobre o tema proposto, através de livros, teses, monografias, dissertações e também de artigos científicos existentes, principalmente nos portais da CAPES e Google acadêmico, este trabalho pretendeu ser uma pesquisa bibliográfica.

Para Severino (2007, p.122) a pesquisa bibliográfica “(...) é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores(...)”. Assim sendo, esta pesquisa encontra-se na modalidade qualitativa de pesquisa científica. Marconi e Lakatos (2001) consideram que a pesquisa bibliográfica também pode ser denominada como fonte secundária onde pode ser utilizada toda a bibliografia que já se tornou pública, tanto escritas como meios de comunicação oral, rádios, gravações além de filmes e outras bases de consulta.

Barros e Leihfeld (2000, p.72) complementam que para esta forma de pesquisa ser efetiva, “(...) é fundamental que o pesquisador faça um levantamento dos temas e tipos de abordagens já trabalhados por outros estudiosos”.

Além disso, esta pesquisa encontra-se no rol dos estudos com enfoque exploratório, já que objetivou buscar informações sobre um objeto, que para esta pesquisa foi a holografia, sendo utilizada para um determinado campo de trabalho, ou seja, para a educação corporativa (SEVERINO, 2007) tendo a possibilidade de mapear “(...) as condições de manifestação desse objeto. ” (SEVERINO, 2007, p. 123) o que possibilitou uma análise da sua usabilidade no ambiente organizacional.

Após esta etapa, onde foram levantadas as informações, realizou-se uma análise e discussão sobre o material pesquisado a fim de alcançar o objetivo previamente proposto nesta pesquisa.

Para esta análise foi levada em conta uma adaptação dos critérios propostos por Meister (1999, p.133; 134) como primeiro passo para a seleção de meios

tecnológicos a serem adotados para a educação corporativa, que se apresentam a seguir:

Figura 19- Critérios para análise da adoção da de novas tecnologias em uma empresa

- 1 **Fonte de recursos:** Qual é o orçamento e de onde virão os recursos para a implementação?
- 2 **Projeto do curso:** Se o curso já existe, como ele será convertido para o novo método?
- 3 **Assunto:** Qual a sua complexidade? Com que frequência o material será alterado?
- 4 **Ciclo do projeto:** De quanto tempo precisa-se para desenvolver a solução de aprendizagem?
- 5 **Tamanho do público-alvo:** Qual é o tamanho do público alvo que irão se utilizar desta solução de aprendizagem?
- 6 **Localização do público-alvo:** Como está distribuído o seu público alvo em termos de número de locais e tamanho da população de colaboradores?
- 7 **Ambiente de aprendizado:** Que importância é dada pelos colaboradores sobre o compartilhamento das melhores práticas?
- 8 **Acesso à tecnologia:** Os colaboradores da área de informática sabem usar esta tecnologia?
- 9 **Suporte técnico:** Quem será o responsável por manter o sistema em funcionamento, inclusive durante o treinamento?
- 10 **Resultado:** Qual o nível de eficiência que se espera alcançar?

Fonte: Adaptado de Meister (1999, p. 133,134).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Para a realização desta análise e discussão dos dados, foram utilizados os materiais pesquisados no levantamento bibliográfico bem como as pesquisas recentes sobre a utilização do holograma. Para realizar tal paralelo, utilizou-se os critérios propostos por Meister (1999) adaptado para adoção de novas tecnologias nas organizações.

1 Fonte de recursos: Qual é o orçamento e de onde virão os recursos para a implementação?

De acordo com a pesquisa realizada, não foi possível verificar alguma forma de construção de um holograma sob a forma de telepresença, onde o mediador de um determinado treinamento ou a demonstração de um determinado objeto possa ser realizado sem que os participantes estejam paramentados com algum acessório para que isso fosse possível, tais como óculos especiais como o hololens,, luvas, controles etc. Mas já existem pesquisas para o desenvolvimento deste projeto.

A transmissão em tempo real também é outro grande problema neste processo. Apesar de já existir uma tecnologia de transferência de dados como o 5G que suportaria tal necessidade, as formações destes hologramas ainda não estão muito desenvolvidas para que sejam feitas em tamanho real, o que é possível apenas em pequenas formas e com algumas distorções.

Sabe-se que este processo irá demandar um investimento muito alto para que se possa realizar de forma efetiva a utilização da holografia nos treinamentos sem a utilização de acessórios, podendo ser vistos a olho nu.

2 Projeto do curso: Se o curso já existe, como ele será convertido para o novo método?

Esta é outra questão que se faz quando o assunto é holografia. Por esta tecnologia ainda precisar de maiores avanços científicos, tem-se algumas formas de utilização do holograma em sala de aula, contudo a transformação destes conteúdos, apesar de serem extremamente atrativos para os alunos, demandariam grandes investimentos. Entretanto a representatividade holográfica de algum objeto já existente, como por exemplo a utilização da telepresença do instrutor do treinamento, requereriam mais investimento tecnológico, do que de transformação

do material. Ainda assim, existem pesquisas que relatam mal-estares de algumas pessoas quando utilizam alguma paramentação para a realidade virtual e para a realidade aumentada.

3 Assunto: Qual a sua complexidade? Com que frequência o material será alterado?

Com a tecnologia desenvolvida e com a facilidade de transmissão, tendo aporte financeiro e a validação da utilização desta tecnologia, as organizações a utilizariam com grande periodicidade, sem que o material precisasse ser alterado, já que o material para esta tecnologia não é o principal foco, mas sim os equipamentos que precisarão ser envolvidos neste processo de adoção da tecnologia já que a atratividade encontra-se na sua utilização.

4 Ciclo do projeto: De quanto tempo precisa-se para desenvolver a solução de aprendizagem?

Por futuramente precisar de equipamentos de alta resolução que demandam condições ambientais específicas, precisa-se de um tempo considerável além do espaço preparado para isso, o que ainda não dá para precisar.

5 Tamanho do público-alvo: Qual é o tamanho do público alvo que irão se utilizar desta solução de aprendizagem?

Por se tratar de uma tecnologia adaptável para todas as áreas, é possível a utilização para todos da unidade empresarial onde esta tecnologia for adotada.

6 Localização do público-alvo: Como está distribuído o seu público alvo em termos de número de locais e tamanho da população de colaboradores?

Este critério é algo de grande importância e que as organizações deverão levar em conta ao se adotar tal tecnologia. Isso porque apesar de possibilitar a telepresença da sala de aula do mediador, o custo para a telepresença dos participantes dos treinamentos demandará um investimento, ainda imensurável, já que terá a necessidade de um captador de informações para cada um daqueles que se propuserem a participar. A não ser que haja a concatenação de mais tecnologias, como por exemplo a holografia e a videoconferência. Portanto é possível que os participantes estejam presentes fisicamente durante a transmissão.

Além disso, os futuros projetores holográficos deverão se localizar em locais específicos com uma demanda ainda não mensurada.

7 Ambiente de aprendizado: Que importância é dada pelos colaboradores sobre o compartilhamento das melhores práticas?

É preciso conhecer a cultura organizacional onde os colaboradores estão inseridos e ainda a valorização com relação à formação deles. Já que no princípio, não se espera um investimento baixo para a adoção da holografia quando for viabilizada.

8 Acesso à tecnologia: Os colaboradores da área de informática sabem usar esta tecnologia? / **9 Suporte técnico:** Quem será o responsável por manter o sistema em funcionamento, inclusive durante o treinamento?

Para que haja o suporte necessário, será preciso também uma preparação daqueles que serão responsáveis pela utilização do equipamento, já que demandará de uma série de fatores para sua boa prática como utilização da luz, do projetor, do som etc.

10 Resultado: Qual o nível de eficiência que se espera alcançar?

Com certeza esta tecnologia traria grande atratividade para aqueles que pudessem usufruir desta nova tecnologia. Ademais, esta tecnologia traz algumas possibilidades que outras tecnologias não possibilitam como a visualização de objetos em todas as suas posições e pontos de vistas.

5 CONCLUSÃO

A tecnologia vem avançando cada dia de forma espantosa, muitos softwares e hardwares são desenvolvidos diariamente. Para a educação, esta evolução torna-se de extrema importância, possibilitando novas metodologias e maior atratividade daqueles que irão usufruir dela.

Com a holografia não foi e nem será diferente. Para muitas ciências, esta evolução tecnológica já trouxe, mas ainda trará grandes benefícios como a observação e diversas avaliações microscópica, na demonstração de procedimentos que poderiam colocar em risco aqueles que estariam a realizando sem destreza através da construção de simuladores, na área administrativa para a construção de modelos que facilitam a visualização do planejamento estratégico, no âmbito artístico, publicidade, arquitetura, armazenamento de informações etc. como também no âmbito educacional em geral.

Outro fator que merece destaque é a possibilidade da telepresença do mediador em sala de aula o qual viria a facilitar o alcance de seus ensinamentos e propostas tendo a possibilidade de estar em vários lugares ao mesmo tempo, sendo este um diferencial da tecnologia já existente sendo mais atrativo. Por este motivo, evidencia-se uma necessidade de se investir nas pesquisas sobre a holografia criando a tecnologia adequada para a adoção de tal solução para a educação corporativa, e como Pardinho e Tori (2011) colocam, é inevitável que em um futuro muito próximo existam projetores holográficos, que possibilitarão um novo paradigma.

Há muitos fatores que ainda desabonam a utilização da realidade virtual ao qual utilizam-se de equipamentos como óculos estereoscópicos, com relatos de tonturas, cansaço visuais, enjoo etc. Desta forma, a utilização destes equipamentos seria prejudicada por aqueles alunos que tenham maior propensão de terem alguns sintomas indesejáveis.

Por esta razão é fundamental que se pense mais na aprendizagem do que no simples fato de utilizar a tecnologia por si só. Ela pode auxiliar, porém deve se ter consciência de que a sua utilização é para a melhoria da aprendizagem acima de qualquer outro interesse e deve-se ter a consciência que, como qualquer tecnologia

digital, o seu início envolverá altos custos e diversos investimentos para o seu desenvolvimento, mas que trarão grandes benefícios à seus usuários.

Como trabalhos futuros é interessante estudar a importância da virtualidade e sua significação para os alunos das novas gerações e sua utilização como possibilidade para a atuação prática, observar novas possibilidades de utilização da holografia para as mais diversas ciências que poderão se beneficiar desta tecnologia que virá a revolucionar a interatividade do indivíduo com o meio no qual vive.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, J. R.; SOUZA, M. T. C. C. Cognições espaciais sobre perspectiva em contexto concreto e multimídia. **Psicologia: Teoria e Prática**, v. 13, n. 3, p. 41-54, 2011.

ALPERSTEDT, C. Universidades corporativas: Discussão e proposta de uma definição. **Revista de Administração Contemporânea**, 5(3), 2001, p. 149-165. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-6552001000300008&script=sci_arttext> Acesso em: 12 mar. 2018

AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n.4, Ago. 1997, p. 355-385. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> Acesso em: 02 abr. 2018.

BAJCSY, R. *et al.* Next generation learning systems and the role of teachers **VISIONS 2020: Transforming Education and Training Through Advanced Technologies**. Disponível em: <https://usa.usembassy.de/etexts/tech/2020Visions.pdf> Acesso em: 23 mar. 2018.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A.S.. **Fundamentos de metodologia**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BAYMA, F. **Educação corporativa**: desenvolvendo e gerenciando competências. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

BRANDÃO, H. P. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto? **RAE- Revista de Administração de Empresas**. Jan./Mar 2001. São Paulo, v. 41 n. 1. p. 8-15

BELÉNDEZ, A. *Holografía: ciencia, arte y tecnología*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1602., 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a11.pdf> Acesso em 12 mar. 2018.

BELÉNDEZ, A. **Dennis Gabor, “Father of Holography”** 05 jun. 2015. Disponível em: <https://www.bbvaopenmind.com/en/dennis-gabor-father-of-holography/> acesso em: 24 mar. 2018

BENYON, M. Sobre duas décadas de holografia como arte e meus recentes hologramas. **Leonardo**, Vol. 15, No. 2, pp. 89-95, 1982. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_Sampaio_Pinto/publication/314917036_Sobre_Duas_Decadas_de_Holografia_como_Arte_e_meus_Recentes_Hologramas/links/58c72dc8aca27232ac86f00a/Sobre-Duas-Decadas-de-Holografia-como-Arte-e-meus-Recentes-Hologramas.pdf. Acesso em: 27 mar. 2018

BERNARDO, L. M. **Histórias da Luz e das Cores**. Vol 1. Lisboa: Universidade do Porto, 2005

BERTINI, E. **Um sistema para visualização holográfica**. Dissertação de mestrado- Universidade Estadual de Campinas Instituto de Computação, 1998. p. 161.

Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/276053/1/Bertini_Eloisa_M.pdf
Acesso em: 10 mar. 2018.

BLANCHE, P. A. *et. Al* Holographic three-dimensional telepresence using large-area photorefractive polymer. **Macmillan Publishers Limited** 4 nov 2010 V 468.

Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature09521>. Acesso em: 19 abr. 2018

BORRALLO, G. J.J.; MENDEZ, J.A.J. Nuevos avances en los sistemas de visualización y presentación de contenidos docentes. **Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información**. Vol. 11, nº 2. Universidad de Salamanca, 2010, p. 7-27. Disponível em:

http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/7068/7101
Acesso em: 22 mar. 2018

BRETON, S.A. **Chapter 10: Off-Axis “Leith & Upatnieks” Holograms**, 2002.

Disponível em: <https://ocw.mit.edu/courses/media-arts-and-sciences/mas-450-holographic-imaging-spring-2003/readings/ch10offaxisluholos.pdf> Acesso em: 25 mar. 2018

CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR, E.A Realidade Virtual na Educação e Treinamento. In KIRNER, C.; TORI, R. **Realidade virtual: Conceito e tendências**. São Paulo: Maniade, 2004.

CARDOSO, A. , KIRNER, C. , LAMOUNIER, E. , KELNER, J. **Tecnologia para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Recife: Universitária da UFPE, 2007

CATTA-PRETA, F. E. **Holografia: a luz esculpida**. 2.ed. São Paulo: Best, 1987.

CORNELLA, A. La gestión de la información en las organizaciones. **El profesional de la información**, vol. 9, nº 4, abril 2000. p. 35-36.(a)

CORNELLA, A. La holografía en el mundo de la documentación. **El profesional de la información**, vol. 9, nº 4, abril 2000. p. 20-34.(b)

DAIBERT, L. **O holograma de transmissão com feixe simples**, 1998. Disponível em: https://www.eba.ufmg.br/hololab/tecnicas_01.html Acesso em: 26 mar 2018.

DELEUZE, G. **Diferença e repetição**. 3 ed. Rio de Janeiro: Graal, 1988.

EBOLI, M. **Educação corporativa no Brasil: mitos e verdades**. São Paulo: Gente, 2004.

EBOLI, M.O papel das lideranças no êxito de um sistema de educação corporativa. 2005. **RAE**, VOL 45, nº 4 p.118-122

EKATERINA, E. I. B.; MERCALDI, M.; PINHEIRO, O. J.; BOTURA B. Holografia: Inovação e Metáfora de Interatividade na Comunicação e na Representação Ótica.

Blucher Design Proceedings Nº2, v. 2. 2015, P. 569-581.

FANTIN, A.V. **Holografia Digital Complexa Utilizando um Interferômetro Shearing**

Curso de Engenharia Mecânica, tese de doutorado. 25/06/2003. p.105.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa on line**. 2017. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/anamorfose>>. Acesso em: 23 Mar. 2018

FERREIRA,C.; LOPES, D. **Tipos de Hologramas**. Disponível em: <http://web.tecnico.ulisboa.pt/ist178691/cav/tipos-de-hologramas/> Acesso em: 19 abr.2018

FITZGERALD, E. *et. Al.* Augmented Reality and Mobile Learning: The State of the Art. International **Journal of Mobile and Blended Learning**, 5(4), 43-58, October-December 2013. Disponível em: http://oro.open.ac.uk/38386/8/__userdata_documents4_ctb44_Desktop_FitzGerald%20paper-IJMBL%205%284%29.pdf Acesso em: 20 mar. 2018.

GALLI, C. Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.21, n. especial: p. 315-318. 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10020/14557> Acesso em: 27 mar. 2018

GONÇALVES, C. **Elemento óptico difrativo de luz branca gerado por computador**. Escola de engenharia de são Carlos. Tese de Mestrado. 2017. p. 157.

HARIHARAN, P. **Optical holography: principles, techniques, and applications..** 2. ed. New York: Cambridge University Press, 1996.

HOUAISS. **Grande dicionário**, on-line. 2001. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/> Acesso em: 24 mar. 2018.

INOCÊNCIO, D.; CAVALCANTI, C. M. C. O papel do professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem em ambientes on-line. **Cad. psicopedag.**, 2007, vol.6, no.11, p.01-19.

IOVINE, J **Holography for photographers**. Boston: Focal, 1997.

KIRNER, C.; TORI, R. **Realidade virtual: Conceito e tendências**. São Paulo: Maniade,2004.

LAPLANTINE, F.; TRINDADE, L. **O que é imaginário**. São Paulo: Brasiliense, 1997.

LEE, H. 3D Holographic Technology and Its Educational Potential. **TechTrends** • Jul./Aug, V. 57, N. 4 2013, 2013 P. 34-40

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999. Disponível em: <https://mundonativodigital.files.wordpress.com/2016/03/cibercultura-pierre-levy.pdf>
Acesso em: 30 mar. 2018

LIPTON, L. Stereo-vision formats for video and computer graphics, Proc. SPIE 3012, **Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IV**, 15 Mai. 1997. p.239-244.

LIMA, J. P.; C OELHO, M.N.; VIEIRA, S. M. Transformação Linear para a produção de imagens anamórficas cilíndricas. **Caderno de física da UEFS**. 15(01): 1602.1-15, 2017. Disponível em: http://dfis.uefs.br/caderno/vol15n1/s6Artigo02_Lima-Transformacao-Linear.pdf Acesso em: 13 mar. 2018

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MANDAJI, C. F. da S. **Educação, comunicação e audiovisual**. s/d. Disponível em: http://ead.utfpr.edu.br/moodle3/pluginfile.php/53786/mod_book/chapter/5152/LIVRO%20Comunicacao%20educacao%20e%20audiovisual%20PRONTO.pdf Acesso em: 28 mar. 2018.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Fundamentos de administração: manual compacto para as disciplinas TGA e introdução à administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012

MEISTER, J. C. **Educação corporativa**. São Paulo: Makron Books, 1999.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**, 2018. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>. Acesso em: 23 mar. 2018.

MICROSOFT. **Microsoft HoloLens**. 2018. Disponível em: <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us/hardware> . Acesso em: 14 mar. 2018.

MENDES, M. G.; NETO, A. S. **Uma epistemologia para a Educação Online**, 2013. Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC p. 86-111

MORENO, F. Coreanos e americanos fazem 1ª transmissão de holograma via 5G na história. **Starse**. 7 de abril de 2017 Disponível em: <https://conteudo.startse.com.br/mundo/felipe/coreanos-e-americanos-fazem-1a-transmissao-de-holograma-via-5g-na-historia/> Acesso em: 27 mar. 2018

PARDINHO e TORI, **Design de interação para leitura de livros digitais com paradigma holográfico e reconhecimento de gestos** Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/11533112/victorpardinho_isa2011.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1524153923&Signature=X%2FhN2a0tPNT%2FP%2BUer0iNCVsV44%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dvictorpardinho_isa2011.pdf Acesso em: 19 abr. 2018.

PEREIRA, I. C. **Metaverso: interação e comunicação em mundos virtuais.** Universidade de Brasília, faculdade de comunicação e programa de pós-graduação. Dissertação de Mestrado 2009, p. 110.

PINTO, J. A. L. M. **A holografia Estereográfica como meio de expressão artística.** Faculdade de Engenharia da universidade do porto, dissertação de mestrado em tecnologia multimídia. 1999. p. 142.

REALVIEWIMAGING, **Medical Holography**, 2018. Disponível em: <http://realviewimaging.com/> Acesso em: 10 abr. 2018

RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E.R. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**—Uberlândia-MG, Editora SBC –Sociedade Brasileira de computação, Uberlândia-MG, 2011.

RICARDO, E. J. **Gestão da educação corporativa.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SAXBY, G. **Manual of practical Holography.** Londres: Butterworth- Heinemann, 1991.

SCHLEMMER, E. **Telepresença.** Curitiba : IESDE Brasil S.A. , 2009. Disponível em: <http://www2.videolivraria.com.br/pdfs/16329.pdf> Acesso em: 30 mar. 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed., rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, A. P.; FRÉRE, A. F. Virtual environment to quantify the influence of color stimuli on the performance of tasks requiring attention. **BioMedical Engineering OnLine**, v10, n 74, p. 1-14, 2011. Disponível em: <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/10/1/74>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D., **A perspectiva anamórfica de Hans Holbein: o início da perspectiva preparatória de Galileo e igoli no Sidereus Nuncius.** S/D. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1151-2.pdf> Acesso em: 20 mar. 2018

SILVA, W. C. S. **Geração e caracterização de feixes possuindo momento angular orbital.** Universidade federal de Alagoas Instituto de Física. Maceio. Tese de doutorado. 2011. p.71. Disponível em <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1681/1/Gera%c3%a7%c3%a3o%20e%20caracteriza%c3%a7%c3%a3o%20de%20feixes%20possuindo%20momento%20angular%20orbital.pdf> Acesso em: 27 mar. 2018

SIQUEIRA, A. P. L. de. Et. Al. O uso de vídeos 3D em uma dinâmica moderna para atividades de ensino em diferentes espaços educativos: um estudo de caso no evento. **SBC – Proceedings of SBGames**, 2016. P. 1261-1663 Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157782.pdf> Acesso em: 14 mar. 2018

SOUSA, RP., MIOTA, F.M.C.S.C.; CARVALHO, A.B.G. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

TARAPANOFF, K. **Panorama da educação corporativa no contexto internacional**. In: Educação corporativa: contribuição para a competitividade. Brasília: Petróleo Brasileiro: CNI, 2004 Disponível em: http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/14496/1/CAPITULO_PanoramaEducaoCorporativa.pdf Acesso em: 30 mar. 2018.

TENÓRIO, R.; PEREZ, C. P. G. **Gestão na educação: da “Política de Aristóteles à educação corporativa**. 2007. Disponível em: http://www.anpae.org.br/congressos_antigos/simposio2007/383.pdf Acesso em: 30 mar. 2018

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada** Porto Alegre: SBC – Sociedade Brasileira de Computação Porto Alegre, 2006.

TORI, R. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. 2. ed. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017

VEIGA, J. F. ; LUTERMAN, L. A. Realidade Virtual e Virtualidade real: Pathos paradoxais nas práticas de leitura por simulações de hologramas e de óculos de realidade virtual. **Percursos Linguísticos**, Vitória V. 7, N. 14, 2017

WELTCH, C. **Beam me up, Wolf! CNN debuts election-night 'hologram**. November 6, 2008 Disponível em: <http://edition.cnn.com/2008/TECH/11/06/hologram.yellin/> Acesso em: 19 abr. 2018

WODASKI, R. **Virtual reality madness**. Carmel: Sams Publishing, 1993.

YU, F. T. S., Holography: origin, development, and beyond, Proc. SPIE 8833, Tribute to H. John Caulfield, **SPIE Optical Engineering + Applications**, 2013, San Diego, California, United States 88330 30 September 2013. p. 1-10