# APRIMORAMENTO DA CAPACIDADE DE VISUALIZAÇÃO ESPACIAL COM A UTILIZAÇÃO DE HOLOGRAMAS

## *IMPROVEMENT OF VIEWING SPACE CAPACITY WITH USE OF HOLOGRAMS*

*Vânia Cristina Pires Nogueira Valente[1] Tamires Trindade Pereira[2]*

***Abstract*** *— This articles aims to approach the possibilities of holograms utilizations on three-dimensional that, while explored, allow the improvement of the spatial visualization ability. A hologram is a three-dimensional image recorded by laser that results in an image of three dimensions from the essential use of light.*

*Index Terms — Hologram, Spatial visualization ability.*

***Resumo*** *— Este artigo visa abordar as possibilidades de utilização de hologramas na elaboração de modelos tridimensionais que, ao serem explorados, permitam aprimoramento das habilidades de visualização espacial. Um holograma é uma imagem tridimensional gravada por meio de feixes de laser que resulta uma imagem em três dimensões pelo uso essencialmente da luz.*

*Palavras-chave — Holograma, Habilidade de visualização espacial.*

## INTRODUÇÃO

A Aptidão Espacial necessária na engenharia, na matemática e em outras áreas do conhecimento. Embora essencial na formação do profissional, há uma carência de desenvolvimento desta habilidade cognitiva por parte do discente egresso do Ensino Médio. Isso se apresenta como um desafio para os docentes, principalmente aqueles que lidam com cursos das áreas gráficas, mas buscam superar tal obstáculo, propondo aprimoramentos no processo de ensino.

Considerando a dificuldade de visualização espacial, como fator preponderante de desestímulo à aprendizagem nas disciplinas básicas de representação gráfica nos cursos de engenharia, faz-se necessária uma reflexão nos possíveis modos de promover o desenvolvimento destas habilidades e quais metodologias utilizadas no processo de ensino que poderiam contribuir para o seu desenvolvimento, facilitando assim a aprendizagem, principalmente, em relação à Geometria Descritiva.

"As dificuldades de aprendizagem de Desenho Técnico que experimentam os estudantes de Engenharia relacionam-se com seu nível de aptidão". [27]

## VISUALIZAÇÃO ESPACIAL NA ENGENHARIA

Quando são mencionadas as palavras engenheiro e arquiteto, logo vem em mente a palavra "projeto". Esta associação faz-se em função da linguagem gráfica utilizada por estes profissionais em sua comunicação.

"Todo e qualquer projeto de Engenharia, Arquitetura ou Desenho Industrial precisa ser desenhado antes de construído. Esse desenho é o diálogo entre quem projeta e quem executa". [18]

No entanto, para que a comunicação gráfica seja eficiente, a representação deve ser precisa. Desenhar imagens descritivas em uma superfície plana que representem de maneira clara, inequívoca e com exatidão objetos tridimensionais foi um desafio ilustrado desde os tempos mais remotos nos registros da história da civilização.

Hoje, os problemas de representação podem ser resolvidos por meio da Geometria Descritiva (GD), técnica amplamente recomendada e divulgada por Marmo:

"A Geometria Descritiva é o meio mais satisfatório para estabelecer um 'diálogo gráfico' entre um projetista e um executor de obras técnicas, permitindo ao primeiro transmitir e ao segundo captar as ideias sobre FORMA, TAMANHO e POSIÇÃO das referidas obras; sem essa 'linguagem gráfica', seria impraticável o exercício da Engenharia e Arquitetura". [16]

Na maioria dos cursos universitários de Engenharia, a disciplina Desenho Técnico é ministrada com o objetivo de fornecer os subsídios necessários para a representação de objetos e interpretação de projetos. Porém, dentro da sua carga horária curricular, geralmente pouco espaço é reservado à Geometria Descritiva, fato que causa uma série de dificuldades aos alunos. A importância da GD é enfatizada por [25]:

"A disciplina de Geometria Descritiva é matéria formativa e imprescindível para a formação dos profissionais que trabalham com a relação espaço-forma". [25]

Durante o aprendizado do Desenho Técnico os alunos estudam os conceitos da Geometria Descritiva, sem os quais os problemas mais complexos de representação dificilmente são resolvidos.

O ensino das projeções por vistas ortográficas, fundamentadas nos conceitos de GD, tem como escopo

[1] Profa. Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente, Depto Artes e Representações Gráficas, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru, SP, Brasil. vania@faac.unesp.br
[2] Graduando do Curso de Design da FAAC da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Bauru, SP, Brasil, taamyz@gmail.com
**DOI 10.14684/ICECE.9.2015.142-146**
**© 2015 COPEC**

capacitar os alunos a representar objetos espaciais no plano com formas e dimensões explicitamente definidas, porém, durante as aulas, nota-se que os aprendizes apresentam grande dificuldade em compreender estas representações gráficas. Um dos fatores que dificultam o entendimento do aluno é a falta de visão espacial devidamente desenvolvida.

Os termos "habilidade de visualização espacial", "habilidade de visualização 3D" e "Aptidão Espacial", são utilizados para definir a mesma habilidade cognitiva.

Nos projetos, os cortes são "vistas bidimensionais" de parte da obra, ou seja representações em duas dimensões de algo tridimensional. Para que isso seja realizado, mesmo que a partir de uma modelagem em software tridimensional, o projetista necessita de uma capacidade altamente desenvolvida de visualização espacial.

De acordo com [21], Aptidão Espacial é a capacidade para imaginar e conceber objetos em duas ou três dimensões.

Segundo Kaufman, as habilidades de visualização espacial possibilitam a memorização das partes e a rotação do todo mantendo suas características de inter-relações.

Segundo Seabra, indivíduos com baixa habilidade de visualização espacial repetem o processo de rotação mais vezes do que o necessário pois se esquecem de determinadas representações intermediárias.

Vários estudos foram realizados aplicando testes informatizados de visualização com dificuldade progressiva e concluíram que a habilidade de visualização espacial pode ser alcançada por pessoas que, inicialmente, tratavam do assunto com grande dificuldade. Como exemplo, são citadas as pesquisas de [27] e [19].

Ver objetos tridimensionais de vários ângulos permite ao observador tem uma ideia do todo e de suas vistas, ou seja, de suas faces. As faces de um objeto, quando colocadas juntas, definem a sua forma tridimensional.

Tutoriais disponíveis na Internet fornecem animações que demonstram como as projeções são utilizadas para a representação de objetos tridimensionais no plano. Recursos deste tipo auxiliam muito os alunos com dificuldade de abstração e visão espacial. Como exemplo pode ser citado o Hypergeo[3], desenvolvido no Departamento de Artes e Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Faculdade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP – Campus de Bauru, pelas docentes Maria Antonia Benutti e Vânia C. P. N. Valente.

Existem também estudos aplicando jogos de computadores como o MINECRAFT[4] para expandir a capacidade de visualização de alunos de cursos de Engenharia, Arquitetura e Design.

Outro recurso para auxiliar na visualização dos objetos pode ser a utilização de hologramas.

## HOLOGRAMAS

O primeiro passo do homem no mundo da comunicação foi a utilização de imagens, através das quais, mesmo sem uma unificação de códigos, era possível se fazer entender e criar representações. Isso dá-se pelo poder da imagem instigar o cérebro a buscar assimilações na memória. Esta busca pela memória está diretamente ligada à cognição. Conforme a tecnologia se desenvolve, a linguagem das imagens a acompanha tornando-se necessária o desenvolvimento de novas técnicas de comunicação que possam atingir ao público.

O Holograma se apresenta como aposta promissora para o mercado imagético e educacional, embora ainda a passos curtos, já demonstrou ser eficiente em diversos campos de aplicações desde a arte até a medicina.

Desenvolvida por Dennis Gabor em 1948, ciêntista em inglês, que cunhou e desenvolveu o termo Holograma, do grego (todos) *gramma* (mensagem), percebe-se que seu principal diferencial está na forma como representa a mensagem da imagem. Diferente da fotografia que capta uma imagem por irradiação, a holografia consegue gravar a fase e a amplitude das ondas emitidas por um objeto em uma chapa ou filme fotográfico.

Com essa técnica é possível constituir imagens em três dimensões, sendo este o principal atrativo da holografia. Essa característica, principalmente a partir dos anos 60, foi o que motivou o interesse da indústria para o seu desenvolvimento, dando força e potência para o estudo de novas técnicas e aplicações a fim de auxiliar e promover a visualização de objetos 3D de uma maneira eficaz.

## OS PRINCIPAIS FORMATOS

Cinco são os principais formatos que o holograma trabalha: holograma em relevo, holograma de transmissão, holograma de reflexão, hologramas integrais e hologramas de luz pulsada.

Entre os formatos básicos, apenas dois serão abordados neste artigo. São eles:

- Holograma de Transmissão: Imagens que são atingidas por trás. Eles são iluminados com um laser ou luz branca de alta intensidade, podendo produzir imagens de grande projeção e profundidade. Podem ser monocromáticos (laser) ou multicoloridos (luz branca);

- Holograma de Reflexão: Imagens que são atingidas pela frente. Podem ser iluminados com uma simples lâmpada incandescente. Tem menos profundidade e projeção que os de transmissão, mas permitem mais de uma camada de imagem e cor para gerar efeitos. São ideias para fins educacionais ou de exposição;

[3] http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/index2.htm
[4] https://minecraft.net/

## O DESENVOLVIMENTO DA HOLOGRAFIA

Gabor, enquanto tentava solucionar um problema da qualidade da resolução dos microscópios elétricos, descobriu a holografia. Naquela época, se utilizou de uma lâmpada de mercúrio emitindo sua luz através de um pinhole, mas devido a baixa intensidade da luz, as imagens que resultantes geravam difração: uma reconstruindo o objeto em sua posição original e outra com a mesma amplitude, mas a fase oposta, formando uma imagem contrária.

Deste modo a holografia se manteve restrita ao laboratório até que uma década depois, com a chegada dos lasers (1960), esse problema foi resolvido, era o segundo grande salto da holografia, pois só então os hologramas tridimensionais poderiam ser confeccionados.

A partir deste ponto, progressos na holografia aconteceram quase que instantaneamente em dois polos no planeta. De um lado, nos Estados Unidos, Emmit Leith e Juris Upatnieks descobriram a gravação dos hologramas de transmissão de objetos 3D introduzindo um feixe fora do eixo.

A qualidade do primeiro holograma gravado por transmissão foi notável e a tela mostrava uma imagem 3D extremamente realista. A chapa era iluminada pelo mesmo laser usado na gravação, resultando numa imagem com o mesmo campo de luz que emanava do objeto original.

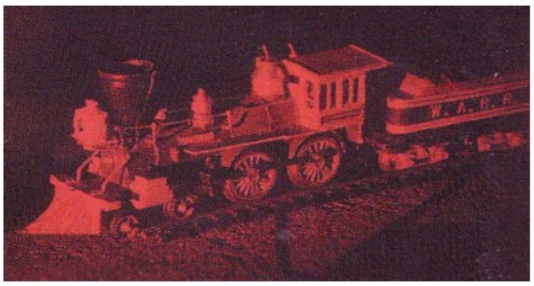

FIGURA 1
LEITH AND UPATNIEKS' OFF-AXIS TRANSMISSION HOLOGRAM
FONTE: ULTRA-REALISTIC IMAGING ADVANCED TECHNIQUES IN ANALOGUE AND DIGITAL COLOUR HOLOGRAPHY. [2]

Do outro, na Rússia, Yuri Denisyuk, totalmente desinformado dos descobrimentos de Leith inventava outra técnica isnpiarada pelo método de fotografia colorida de Gabriel Lippman, a qual capturava as cores como ondas estacionárias em uma emulsão sensível a luz, seu holograma de reflexão, diferentemente do de transmissão de Leith, poderia ser visto por uma lâmpada incandescente comum.

Se por um lado Upatnieks e Leith estavam fazendo os primeiros hologramas de transmissão, Denisyuk começou produzir hologramas de objetos artísticos. Com isso outras técnicas se desenvolveram rapidamente.

Em 1968 tem-se o Holograma de Benton (*Rainbow Hologram*). Estes hologramas podiam ser vistos com uma lampada incandescente de halogênio. Sua pricipal 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[5] vertical.

FIGURA 2
POLAROID PATENT RAINBOW HOLOGRAM, 1975 - RAINBOW HOLOGRAM ON FILM IN CARD MOUNT, 11.4 X 17.8 CM
FONTE: HTTP://HOLOCENTER.ORG/

Os hologramas de Benton foram extremamente cativantes para o mundo das artes por sua gama de cores e favoreceu a holografia a se proximar mais ainda do conhecimento do público.

Mas o maior avanço dos estudos holográficos antes dos anos 90 são os hologramas Multiplex/Estereográficos, um holograma de transmissão com formato cilindrico iluminado por luz branca. Desenvolvida por Loyd Cross, essa técnica possibilitou que hologramas fossem produzidos sem a necessidade de Lasers na primeira etapa, ao invés disso, usava-se uma camera de gravação comum e depois cada frame era convertido num holograma vertical impressos num filme holográfico. Assim, uma pequena animação holográfica aparecia no centro do cilindro iluminado com um feixe vertical posicionado ao centro. A paralaxe acontecia tanto com o espectador parado quanto se o mesmo se movesse lentamente em torno do cilindro.

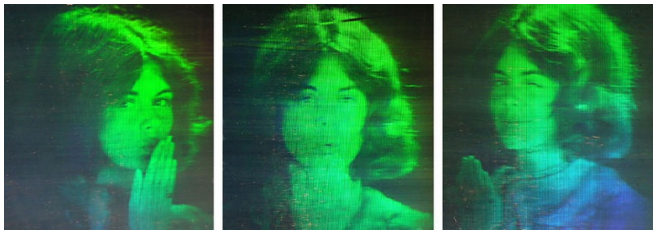

FIGURA 4
LLOYD CROSS AND PAM BRAZIER, THE KISS II, 1976 - MULTIPLEX HOLOGRAM ON FILM, 12 X 23 CM
FONTE: HTTP:// JRHOLOCOLLECTION.COM

[5] Aparente deslocamento do objeto observado causado por diferentes posições do observador

Até aqui foram apresentadas as primeiras técnicas holográficas que permitem a paralaxe das imagens. A demanda dos hologramas cresceu no mercado e, assim, novos estudos de aplicações surgiram. As novas tecnologias permitem que holografias sejam produzidas por computadores com cores mais realistas.

## O TERCEIRO SALTO – ERA DIGITAL

No começo dos anos 90, Walter Spierings e sua companhia apresentaram o primeiro Stereograma *Full-Colour*, porém ainda feito a partir de técnicas analógicas. Com o advento de moduladores digitais de luz espacial um novo caminho se abriu para hologramas criados a partir de computadores ou cameras com alta resolução. Com LCD era possível que a referência e o feixe do objeto se intersectem sob uma superfície fotosensível e cria-se diretamente o holograma, isso foi chamado de Holografia Digital por Escrita Direta (Tradução livre – Direct-write-digital-holography DWDH).

Algumas das vantagens dessa técnica está na 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 pixels erem 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.

## APLICAÇÕES DA HOLOGRAFIA

O uso de holografias pode aproximar os estudantes de Desenho Técnico ao objeto de uma maneira mais real permitindo a observação de um projeto tridimensional sem a necessidade de um alto nível de desenvolvimento da capacidade cognitiva espacial. Esta visualização ajudará no desenvolvimento de sua habilidade cognitiva espacial.

Quanto aos investimentos para produção de um holograma, eles variam dependendo do objetivo que se quer atingir, pois, é possível criar um holograma dentro de casa devido ao avanço das técnicas e das ferramentas de sua produção.

As técnicas mais complexas e detalhadas, requerem um investimento maior, no entanto, "como toda nova mídia, o uso vai crescer enquanto o preço cai de acordo com o tempo. Uma vez que hologramas foram primeiramente introduzidos comercialmente no fim dos anos 70, pedidos de grande escala estão com custo reduzido em, aproximadamente, 50%." [26].

A empresa Zebra imaging produziu o holograma monocromático de maior escala em 1999 através de uma parceria com a Ford Motor Company. O holograma mostrava o conceito de um novo carro e tinha 50% do tamanho do veículo original. O exterior do carro *P2000 Prodigy* era vermelho translúcido, e permitia que o espectador enxergasse o interior do veículo. 4TB de dados foram necessários na produção deste holograma.

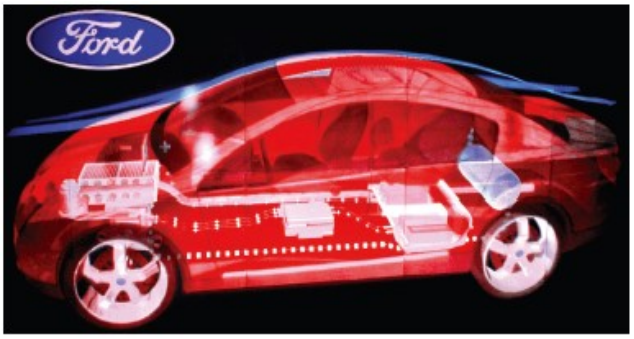


FIGURA 5
THE 40 FT2 FULL-COLOUR DIGITAL REFLECTION HOLOGRAM OF FORD'S P2000 PRODIGY PRODUCED BY ZEBRA IMAGING IN 1999
FONTE: ULTRA-REALISTIC IMAGING ADVANCED TECHNIQUES IN ANALOGUE AND DIGITAL COLOUR HOLOGRAPHY.

Um exemplo que demonstra a eficácia de um holograma e reforça a premissa de sua capacidade de informar as pessoas, vem através da pesquisa de Matthew Hackett, "Medical Holography for Basic Anatomy Training" que compara o uso de imagens impressas ao uso de imagem holográficas em faculdades de medicina em prol do estudo da anatomia. O exemplo da matéria é a anatomia de um coração.

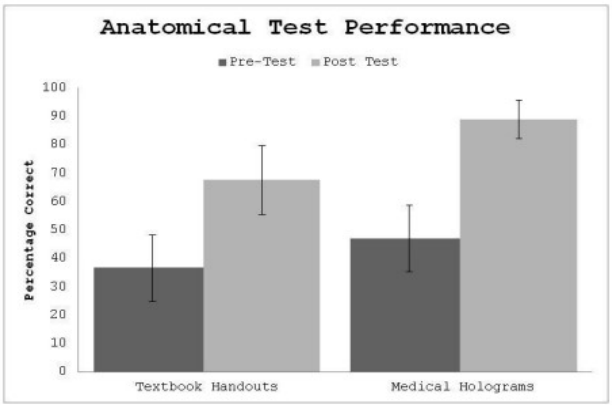


FIGURA 6
COMPARAÇÃO DAS PERFORMACES COM FOLHETOS E COM HOLOGRAMAS
FONTE: MEDICAL HOLOGRAPHY FOR BASIC ANATOMY TRAINING.

Concluiu-se que os hologramas apresentaram uma significativa melhora nas performaces em detrimento dos folhetos de mão. Os folhetos impressos são muito comuns e provocam pouco interesse, subsequentemente, hologramas representam uma novidade, o que pode ter atraído interesse adicional e o foco dos participantes. Uma outra possibilidade

está relacionada com um modo de aprendizagem conhecido como estratégia imagética (Imagery strategies) que envolve a criação de memória pegando aquilo que se aprende e transformando em um significativo conteúdo visual (Muskingum University, 2013).

Hologramas tem a vantagem de serem naturalmente tridimenssionais e seriam diretamente traduzidos a imagem mental ao contrário dos folhetos, que são imagens em 2D que requeririam toda uma reconstrução espacial com o trabalho da memória.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dificuldade em visualizar objetos em três dimensões é muito comum, mas através de práticas e treinos, as pessoas são capazes de aprimorar essa habilidade.

O uso de hologramas pode auxiliar no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial por exibir objetos tridimensionalmente, sendo assim, eles podem ser observados e sua exploração favorece o aprimoramento dessa habilidade cognitiva.

Holograma é uma tecnologia notavelmente abrangente, no entanto, neste texto foi apresentada uma pequena parte dela com o objetivo de mostrar as técnicas tradicionais e as inovadoras.

A intenção da aplicação de hologramas foi para que pudessem permitir a paralaxe de um objeto auxiliando assim o usuário a ter uma experiência de sua visualização.

Devido à versatilidade, tanto para o mercado quanto para o ensino, suas aplicações dos hologramas são passíveis a diversos públicos. Ainda que seja uma tecnologia emergente, muito já se evoluiu em questão de custos e formas de aplicar imagens tridimensionais e podem cativar o interesse do espectador, tendo uma boa vantagem tanto para fins comerciais quanto educacionais.

## REFERÊNCIAS


[1] ARRIAGA, P., SILVA, A., & ESTEVES, F. "Os efeitos de um jogo de computador nas aptidões perceptivas e espaciais". Psicologia: Teoria, Investigação e Prática, 269-284. 2001.

[2] BJELKHANGEN, HANS; RATCLIFFE, B. DAVID. "Ultra-Realistic Imaging - Advanced Techniques in Analogue and Digital Colour Holography". Taylor & Francis Group, LLC, 2013.

[3] CARROLL, J. B. Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1993.

[4] CONNOLLY, P. E, HARRIS, LV, & SADOWSKI, M. A. "Measuring and enhancing spatial visualization in engineering technology students". Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, Austin, TX. Austin, TX. 2009.

[5] EADIE, F. WILLIANS. "21st Century Communication – A Reference Handbook" SAGE Publications, Inc. 2009.

[6] GANGWER, TIMOTHY PATRICK, "Visual Impact, Visual Teaching: Using Images to Strengthen Learning", Publisher Corwin Press, 2005. Editora SENAC

[7] GOMEZ, M. LOUIS; KRAKOWSKI, MOSHI; LEVINE, C. SUSAN; RATLIFF, R. KRISTIN "Spatial Intelligence and the Reasearch – Practice Challenge" University of Pittsburgh; Yeshiva University; University of Chicago e University of Chicago, respectivamente .

[8] HACKETT, MATTHEW. "Medical Holography for Basic Anatomy Training" ARL-HRED STTC, Orlando, FL.

[9] HARIHARAN, P. Basics of Holography .Cambridge University Press. 2002 Book DOI: http://dx.doi.org/10.1017/CBO978051175556

[10] HONORATO, S. ; Gonçalves, M. M. ; BRAVIANO, G. . A ilusão tridimensional sobre a superfície plana: da perspectiva ao holograma. In: IX International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2011, Rio de Janeiro. CD-Rom do Graphica 2011: IX International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2011.

[11] KAUFMAN, S. B. Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: can they be accounted for by differences in working memory capacity? Intelligence. Oxford, v.35, p. 211-223, 2007

[12] KRISTIN. Spatial Intelligence and the Reasearch – Practice Challenge. University of Pittsburgh; Yeshiva University; University of Chicago e University of Chicago

[13] L. L. THURSTONE , Teste de Aptidões Mentais Primárias. CEGOC, Lisboa.1997.

[14] LIEU, D. K.; SORBY, S. A. "Visualization, Modeling, And Graphics For Engineering Design" Delmar Cengage Learning. 2008.

[15] M. ALIAS, T.R. BLACK, D.E. GRAY. "Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students". International Education Journal 3/1, 1–12. 2002.

[16] MARMO, C. Curso de Desenho. São Paulo, Ed. Moderna, 1974.

[17] MIHAYLOVA, E. Holography - Basic Principles and Contemporary Applications. Publisher: InTech. 2013. DOI: 10.5772/46111

[18] PEREIRA, Aldemar A. Geometria Descritiva. Ed. Quartet, Rio de Janeiro, 2001.

[19] POON, T. C. Book Holography. Cambridge University Press. 2014

[20] SAXBY, GRAHAM. "Practical Holography - Third Edition" Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia.

[21] SEABRA, R. D. "Uma ferramenta em realidade virtual para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial" Escola Politécnica, 2009

[22] SORBY, S. A. "Educational research in developing 3D spatial skills for engineering stu- dents". International Journal of Science Education. 2006

[23] THURSTONE, L. L. "Teste de Aptidões Mentais Primárias" CEGOC, Lisboa.1997.

[24] TUFTE, E. "The Visual display of quantitative Information. Second Edition". Graphicas Press LLC. Cheshire, Connecticut, USA. 2007.

[25] ULBRICHT, Vânia Ribas. Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em Geometria Descritiva. Tese de Doutorado, Florianópolis, 1997.

[26] VACCA , J. R. "Holograms & Holography. Design, Techiniques & Commercial Applications". Publishers' Design and Production Services. 2001.

[27] VELASCO, A. D.; GERARDO, P. "Visualização espacial, raciocínio indutivo e rendimento acadêmico em desenho técnico" Psicol. Esc. Educ. (Impr.) vol.10 no.1 Campinas, 2006. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-85572006000100002