

3D para celular: revivendo um vídeo, e fazendo um estereoscópio

Cellphone 3D, revival of a video and making a stereoscope

José Joaquín Lunazzi*¹, Gabriel Ferreira do Prado¹, César Bezerra Freire de Carvalho¹, Gildo Santos Rodrigues¹, Lucas de Andrade Neri Peixoto¹, Tábata Sayuri Calazans Ossaka¹, Wesley Andrade de Souza¹

¹Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física, Campinas, SP, Brasil

Recebido em 12 de Junho, 2018. Revisado em 20 de Agosto, 2018. Aceito em 22 de Agosto, 2018.

Temos adaptado para o formato 3D para celular um antigo vídeo encenado pelo ator Luís Otávio Burnier. Utilizamos como visualizador uma versão própria do estereoscópio de Brewster e reivindicamos o uso correto do nome do aparelho. Para edição escolhemos o software Blender, cuja plataforma é livre. Com ele conseguimos corrigir erros ocasionados pelo aparato de filmagem. Atingimos um vídeo de boa qualidade em relação ao efeito de 3D, que pode ser facilmente observado por qualquer pessoa usando um estereoscópio comercial ou o que apresentamos.

Palavras-chave: 3D para Celular, Estereoscópio de Brewster, Software Blender, Vídeos tridimensionais.

We adapted for the 3D mobile format an old video performed by the actor Luís Otávio Burnier and claim on the proper name of the Brewster stereoscope. The software we chose for editing was Blender, whose platform is free and with whom we can correct errors caused by the filming device. We achieved an excellent 3D effect which can be easily observed through a commercial stereoscope or with the one we present.

Keywords: Cellphone 3D, Brewster's stereoscope, Software Blender, Three-dimensional video films.

1. Introdução

O estereoscópio é um dispositivo desenvolvido em 1838 por Charles Wheatstone[1], baseando-se nos princípios descobertos pelo grego Euclides sobre a visão binocular, sendo o primeiro instrumento para observar imagens tridimensionais. Posteriormente foram desenvolvidas outras espécies de estereoscópios, tal como o de David Brewster. O aparato criado por Brewster alterou o formato do estereoscópio originalmente desenvolvido por Sir Wheatstone, utilizando lentes. No ano de 1844 Brewster atribuiu ao objeto a aparência de caixa fechada. [2]

No fim do século XX os estereoscópios tiveram sua fama ofuscada, caindo no esquecimento. Com o surgimento do 3D cinematográfico, nada mais sendo que uma espécie de evolução do mesmo, renovou a popularização desta arte. O estereoscópio ressurgiu com algumas alterações, fazendo uso do celular no lugar das fotografias, logo após à fabricação dos primeiros smartphones (telefones com funções amplas e variadas, dotados de sensores) nos primeiros anos do século XXI.

O estereoscópio de Brewster ressurgiu na atualidade por meio da versão "Google Cardboard", conhecido também popularmente como "Google Carbon", e por meio de dispositivos mais sofisticados, tal como o Óculos Rift,

VR BOX (o mais indicado pelo preço e pela visão de campo) e outros. Estes são usados também como óculos de realidade virtual para jogos eletrônicos, que dão ao jogador a sensação de viver o jogo, imergir no mundo virtual. A imagem acompanha aos movimentos da cabeça, colocando no olhar da pessoa a cena que corresponde à sua posição. Cria, assim a chamada "realidade virtual" (VR).

O Laboratório de Óptica da Unicamp já realizou fotos e vídeos 3D no ano de 1988, utilizando câmeras analógicas até incorporar as digitais nos anos 90. Após algumas etapas de aperfeiçoamento da técnica de gerar fotografias 3D, chegou-se a realizar vídeos para TV 3D e para celular [3]. Assim, a filmagem do ator Luís Otávio Burnier (o saudoso professor Luís Otávio Sartori Burnier Pessoa de Mello) que foi originalmente feita utilizando apenas uma câmera, foi por nós aperfeiçoada, permitindo a sua visualização pelos smartphones. Também descrevemos neste artigo como realizar um estereoscópio de Brewster caseiro sem necessita de de lentes especiais.

2. Metodologia da edição do vídeo

O vídeo tridimensional foi gravado em uma câmera usando um par de espelhos com determinado distanciamento entre eles, um estando mais longe da câmera e um mais pró-

*Endereço de correspondência: lunazzi@if.unicamp.br.



Figura 1: Trecho da filmagem do Ator brasileiro Luís Otávio Burnier.

ximo. A filmagem do ator (Figura 1), onde este executa gestos mímicos inspirados na arte de Marcel Marceau, foi realizada pelo professor José Joaquín Lunazzi em 1989 utilizando-se um sistema de câmera única semelhante ao relatado em uma publicação desta revista [4].

O software Blender foi usado para colocação de créditos e para igualar as proporções entre a vista direita e a vista esquerda do par estéreo. A vista esquerda, vindo do espelho mais próximo da câmera, representa aos objetos de tamanho um pouco maior que pela vista direita. Separou-se primeiro as duas imagens, medindo em cada uma delas a dimensão vertical da imagem da cabeça, para depois corrigir aplicando o comando “Dimensionar” do programa. Essa pequena correção (notamos na figura 1 a diferente localização do pescoço) não é fundamental, apenas ajuda ao observador a, mais rápida e confortavelmente, visualizar o efeito 3D. A distância entre espelhos deveria sempre se corresponder à distância binocular (separação entre pontos de vista, determinada pela posição dos espelhos). Notamos que na filmagem foi maior que os 6 cm que tomamos como valor máximo da separação entre olhos de uma pessoa. Isto criou um forte efeito de incremento da profundidade na imagem, conhecido como hiperestéreo. Ele dificulta inicialmente a acomodação dos olhos e a interpretação do cérebro, mas não pode ser corrigida simplesmente com as ferramentas de edição do Blender nem de outro programa semelhante. Somente programas específicos para correção, que geram o deslocamento transversal dos elementos da cena, o poderiam fazer. Esses programas estão disponíveis para aplicar em fotografias [5],[6] e são menos comuns para vídeos[7], embora estejam disponíveis para conversão instantânea inseridos na maioria das TVs 3D.

No caso de vídeos e filmes profissionais sua qualidade de ação é limitada, é uma tarefa realizada por uma equipe com computadores possantes e de alto custo, como foi por exemplo a conversão de um filme famoso, o “Titanic”, de 2D a 3D.

Outro desenvolvimento realizado foi criar um efeito de profundidade variável no título de uma cena. Sabendo que o deslocamento transversal na posição da imagem dá ao observador a representação de profundidade (Figura 2), geramos o retrocesso de um título aumentando na sequência de quadros a separação transversal de sua posição (Figura 3). Na figura 3a temos a situação inicial do título, na figura 3b aumentamos a separação lateral para dessa maneira o título aparecer por trás. A redução de tamanho é um efeito secundário que colocamos para aumentar a sensação de profundidade. Incrementamos o vídeo colocando uma faixa de música que aproximadamente acompanha os movimentos do ator.

2.1. Estereoscópio de Brewster caseiro baseado em lentes de Fresnel

O primeiro estereoscópio foi inventado por Wheatstone baseado em espelhos e pouco tempo depois uma versão com lentes, foi criada por Brewster. Esses dois inventores também deixaram uma contribuição muito importante para a física no campo da eletricidade e da óptica, respectivamente. O estereoscópio de Brewster vem de meados do século retrassado e teve uso popular nos começos do século passado, tendo versões individuais e até exibidas como atração comercial. Outros sistemas 3D foram desenvolvidos até os tempos modernos em que algumas grandes

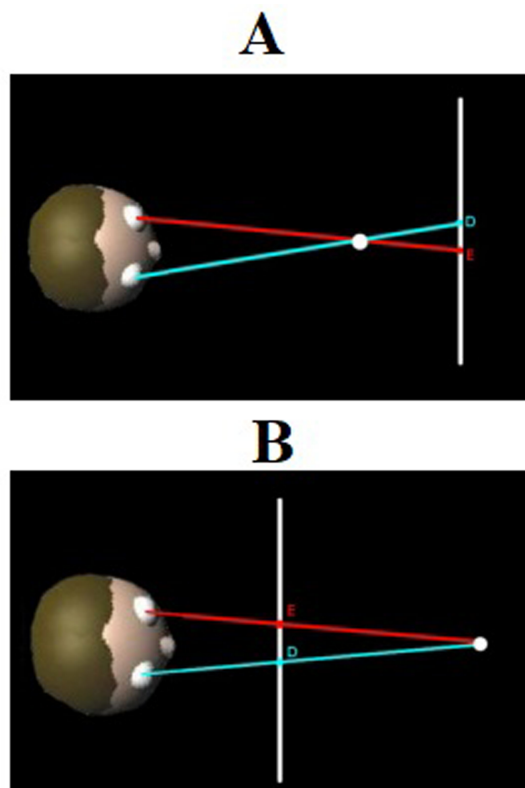


Figura 2: A - Esquema para definir visão esquerda e direita, objeto a frente. B: Esquema para definir visão esquerda e direita, objeto a frente.

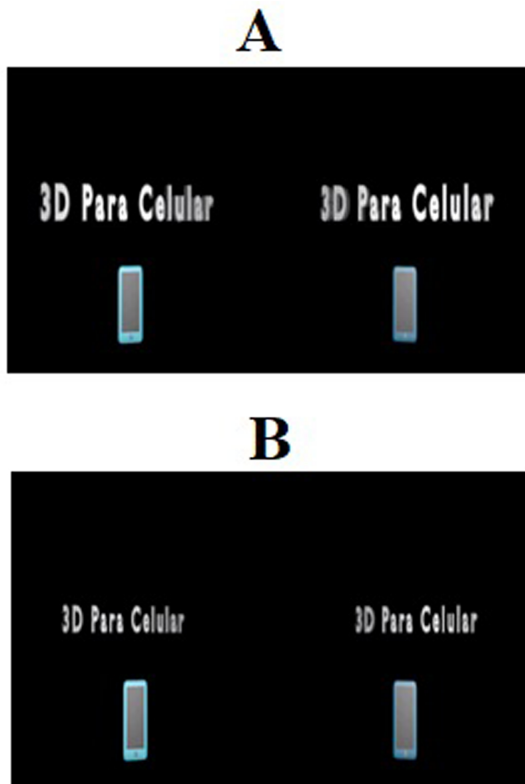


Figura 3: A - Quadro inicial do título. B - Quadro de um instante diferente do título levando ele para trás.

empresas investiram no estereoscópio de Brewster mas dando à versão delas o nome da empresa e ignorando o do dispositivo. Em nosso conceito consideramos isso um duplo erro: contribui como caso particular para o esquecimento da história da ciência e impede que o público tenha como se informar melhor sobre o funcionamento e a física do aparelho. Há dois anos o aparelho popularizado pela Google com o nome de “Google Cardboard” permitia observar somente a parte circular central da imagem, então percebemos que a solução passava por utilizar lentes de maior distância focal, embora deixando ao aparelho com o dobro do tamanho. Procurando por lentes da distância focal desejada, vimos que no mercado local elas eram caras. Experiência prévia com Lentes de Fresnel[8] induziu a utilizar um tipo dessas lentes, comum no mercado para uso como lupa. As que conseguimos tem o valor da distância focal de 13 ± 1 cm e dimensões de 5 cm x 6 cm e respondem perfeitamente a nosso objetivo, o de permitir que cada olho veja a metade da tela de um celular.

Embora outras firmas tenham desenvolvido estereoscópios de maior qualidade que o da Google, incluindo o desenvolvimento de lentes não esféricas (“asféricas”), com ajuste de distância entre lentes e de focalização, vendidos sob o nome genérico de “óculos de realidade virtual” ou “para VR”, entendemos que construir seu próprio aparelho permite ao aluno entender melhor o funcionamento e a física do processo, podendo partir para adaptações

ou outros experimentos. O estereoscópio é fabricado a partir de três peças de papelão de 6 mm de espessura.

A figura 4 mostra a primeira de três figuras que servem para imprimir em folha de papel e afixar com cola bastão, p.ex., sobre uma peça de papelão de tamanho mínimo de 52 cm x 18,5 cm para recortar o perfil. A dimensão de largura máxima dessa primeira parte da primeira peça é de 185 mm, e o comprimento 305 mm, esses valores servem para dimensionar o arquivo, que poderia ser criado a partir da figura. Notamos o perfil que serve para encaixe do rosto da pessoa e comporta a base do nariz. As duas linhas horizontais que vemos na parte superior indicam onde a peça será dobrada para formar o fundo do estereoscópio, que vai conter ao celular. A figura 5 mostra a segunda parte da peça principal, o complemento para colar lateralmente e que inclui a parede lateral da caixa e a parte superior, onde notamos a curva que corresponde ao perfil da frente da cabeça da pessoa.

A figura 6 mostra a terceira parte da peça principal, que é a outra lateral a ser afixada do lado oposto à primeira lateral da figura 5, completando a peça principal que, dobrando, constitui a caixa sem a parte frontal.

A parte frontal é a peça com as aberturas circulares para colocação das lentes onde vemos também o perfil para encaixe do nariz. A peça restante é um separador a colocar perpendicularmente de maneira a impedir que um olho possa ver lateralmente a cena que é exclusiva para o outro. O corte curvado mostra sua posição, pois faz parte do encaixe para o nariz. As peças todas devem

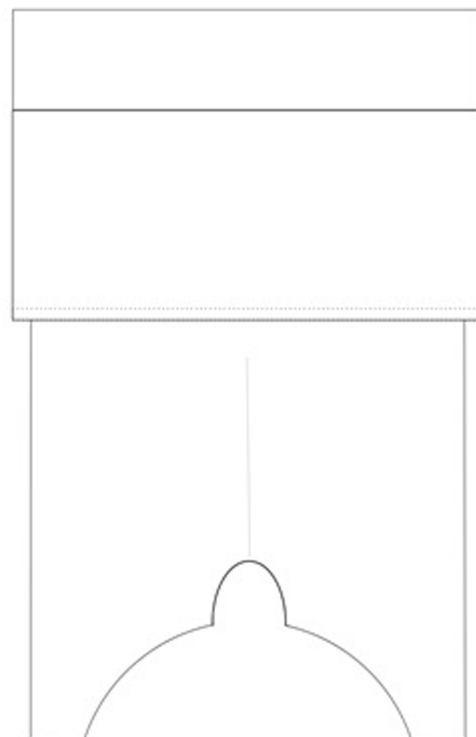


Figura 4: Esquema do molde da primeira parte da primeira peça de nosso estereoscópio.

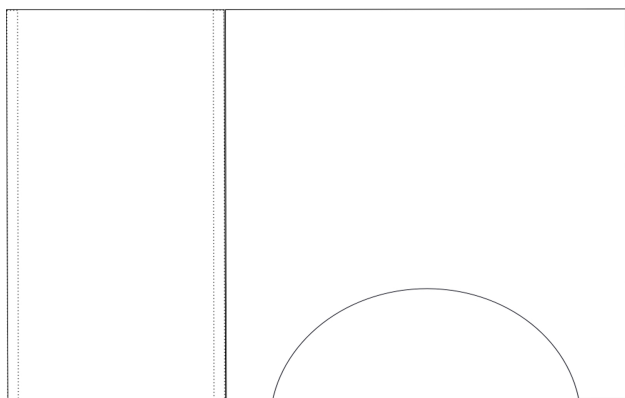


Figura 5: esquema do molde da segunda parte da primeira peça do estereoscópio.

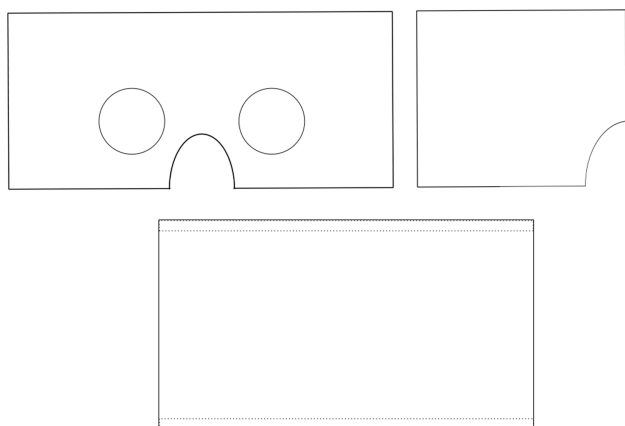


Figura 6: Esquema do molde da terceira parte da primeira peça do estereoscópio e de duas peças complementares.

ser pintadas internamente de preto com tinta fosca, sendo o mais fácil usar a que vem em forma de aerosol. Também externamente poderia ser pintado com a mesma tinta, se desejado. O encaixe das peças é bastante rígido por si só, mas convém afixar também com cola quente uma vez conferido o alinhamento óptico. Na parte do fundo afixa-se uma peça de borracha flexível de 12 cm x 2 cm e 5 mm de espessura, aproximadamente, que ajuda a manter ao celular encostado contra a peça divisória. Lateralmente colamos duas pequenas peças do mesmo papelão de 7 cm x 1 cm servindo de encaixe, na posição que determina a colocação do celular de maneira perfeitamente simétrica. A simetria que corresponde é a das imagens na tela respeito das lentes, ou seja, com a peça divisória no meio. A peça de fundo tem uma parte que, na dobra, fica por cima da caixa, e nela colocamos um ou dois pedaços de fita de encaixe mecânico autoadesiva, conhecida pela marca “Velcro” ou vulgarmente “garrapicho”. Com isto, fica fácil por e sacar ao celular. Para afixarmos o celular na cabeça, com a finalidade de liberar as mãos do usuário, por comodidade, colocamos uma fita elástica de 50 cm x 3 cm que tem em cada extremo afixada uma fita de 5 cm do mesmo material autoadesivo citado. O complemento desse material está afixado nas laterais da caixa para

fixação da fita elástica. Não porque seja necessário por e sacar a fita, na prática ela poderia estar fixa, senão porque resulta uma maneira prática de fixação.

As lentes são recortadas em formato quadrado de 4 cm x 4 cm e cuidadosamente afixadas visando a manter a centralização respeito da abertura, e para isso colocamos previamente quatro pedaços de fita dupla face em volta da abertura.

O estereoscópio está mostrado na figura 7 com uma cena de um vídeo realizado pelo Prof. Lunazzi e também disponibilizado livremente na internet [9].

3. Discussões e Resultados

Mostramos a realização prática de vídeos com cenas em paralelo que tem uma separação pequena na perspectiva (o chamado paralaxe) e que representa a separação dos olhos, possibilitando assim a visualização da cena em 3D. Fizemos isto com caráter histórico no que respeita ao Brasil, mas também o adaptando ao uso de elemento comum como é o celular hoje. Cada imagem representa a visão única dos olhos humanos, onde cada olho tem uma perspectiva diferente da cena, dando a noção precisa da terceira dimensão do espaço: a profundidade. Por ter sido a filmagem realizada com uma técnica simples, o distanciamento dos espelhos ao ator não resulta exatamente simétrico, já que um espelho fica mais próximo que o outro, fazendo com que uma das imagens seja 10% maior que a outra [3]. Sabemos que ao assistir a um filme, um vídeo ou mesmo uma imagem em 3D em que não há um ajuste adequado para os olhos, o espectador pode vir a sentir algum desconforto ou simplesmente não enxergar a imagem em 3 dimensões. O erro que observamos em nosso filme é de magnitude pouco importante na prática, mas o corrigimos na edição ajustando as dimensões da imagem digitalmente. Como acréscimo novidioso, temos desenvolvido créditos tridimensionais que movem-se gradativamente para que a pessoa acostume com o vídeo antes dele efetivamente começar. Tudo foi realizado no



Figura 7: Fotografia estereoscópio com o celular sendo inserido, tendo uma cena em par estéreo na tela.

software livre e de grande capacidade chamado Blender. Ao mesmo tempo, mostramos como é possível construir o aparelho visualizador.

4. Conclusão

É possível então admitir que obtivemos um bom resultado com a edição do vídeo, corrigindo todos os erros, sendo eles no nivelamento e tamanho da imagem, tentando ao máximo manter a qualidade dela, já que originalmente era de baixa resolução de vídeo. O vídeo pode ser visto perfeitamente em 3-D através do estereoscópio de Brewster, que pode ser construído pelo usuário se quiser, e demonstramos o potencial do programa livre de edição Blender com a correção realizada sobre o filme de Burnier, a adição de titulação em 3D e a adaptação para visualização por meio de TV 3D, comprimindo a imagem lado a lado. A versão do vídeo no formato de 3D para celular a temos disponibilizado na internet [10], como uma forma de homenagear o já falecido ator.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pro-Reitoria de Pesquisa-PRP da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP pela bolsa de Iniciação Científica concedida aos alunos Cesar B.F. de Carvalho e Gabriel F. do Prado para o projeto “Sistemas de Imagens Tridimensionais” do programa PIBIC-EM. E à Pro-Reitoria de Graduação-PRG da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP pela bolsa de Iniciação Científica concedida aos alunos Gildo de Andrade e Lucas Peixoto pelo programa PROFIS, e aos alunos Tábata Sayuri e Wesley de Souza pela bolsa SAE de Iniciação Científica e Apoio Didático respectivamente. Também às escolas estaduais E.E. Profa. Maria Julieta de Godoi Cartezani e E.E. Lais Bertoni Pereira pela sua participação no programa PROFIS, com seus alunos bolsistas. A Denise Garcia e seu filho André pela cessão de direitos de imagem da filmagem que deu origem a nosso trabalho de vídeo.

Referências

- [1] J.J. Lunazzi, M.C. França e A.S. Mori, *Rev. Bras. Ensino Fís.* **37**, 2501 (2015).
- [2] Z. Clayton, *Stereographs*, disponível em <https://www.vam.ac.uk/blog/caring-for-our-collections/stereographs>, acessado em 15/01/2018.
- [3] J.J. Lunazzi, G.S. Rodrigues, L.A. Neri Peixoto, *Estudos sobre realidade virtual (VR)*, disponível em https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/prof_lunazzi/Estereoscopia/151203-Relatorio_PROFIS_2015.pdf
- [4] J.J. Lunazzi, *Rev. Bras. Ensino Fís.* **33**, 2304 (2011).
- [5] *Stereoscopic 3D APPLICATIONS*, acessado em 27/08/2018: <http://www.stereo3d.com/applications.htm>
- [6] *StereoPhoto Maker*, acessado em 27/08/2018: <http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>
- [7] *Video Converter*, acessado em 27/08/2018: <http://www.axaramedia.com/videosolutions/2dto3dconverter/>
- [8] L. Caron, *Demonstração de imagens reais usando lentes de Fresnel*, disponível em https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2003/002003Luana-Lunazzi_f809_RF10_0.pdf
- [9] J.J. Lunazzi, *O xote da menina LAL (Lado A Lado, para celular e estereoscópio)*, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=pYtPsLbZr3Y>.
- [10] J.J. Lunazzi, *Luis Otávio Burnier, dois minutos de mímica, vídeo 3D para celular*, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=l8dnkc_bnLI, acessado em 29/01/2018.