



GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



Agrupamento de Escolas de Pinhel

# Curso Profissional Técnico de Multimédia 2017/2020

## ***HOLOGRAMAS 3D***

**PROVA DE APTIDÃO  
PROFISSIONAL**

**Aluno:** Mauro Gomes Dias

**Número:** a6593



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu



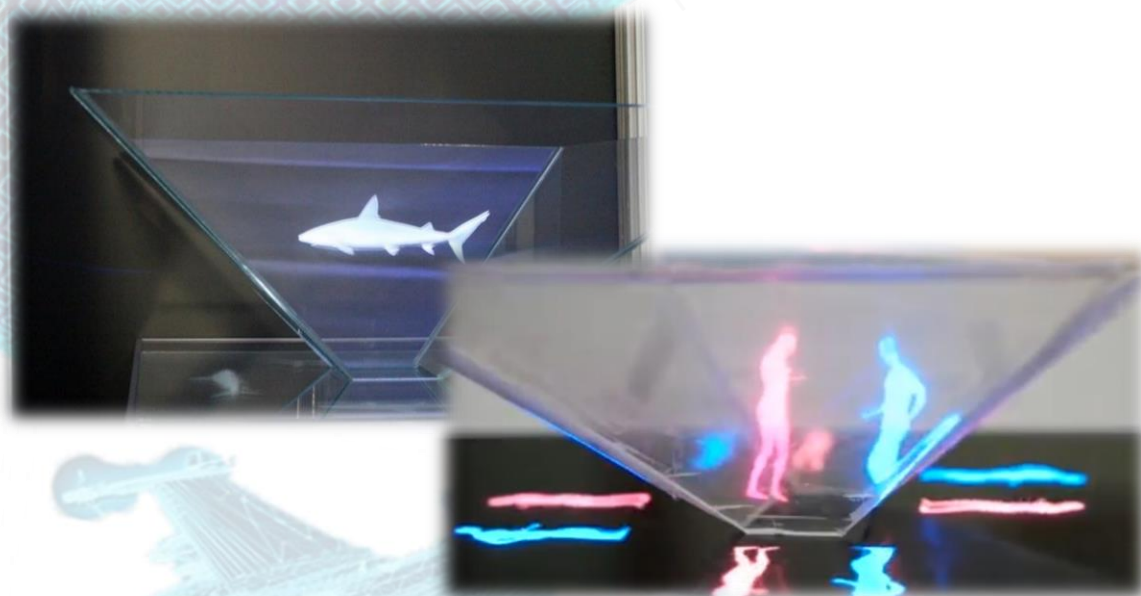
GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



Agrupamento de Escolas de Pinhel

# HOLOGRAMAS 3D



## PROVA DE APTIDÃO PROFISSIONAL

**Aluno:** Mauro Gomes Dias

**Número:** a6593

**Curso:** Técnico de Multimédia

**Diretora de Turma:** Ana Elias

**JULHO 2020**

**Ano Letivo:**2019-2020

## Agradecimentos

---

Em primeiro lugar, agradeço ao Senhor Diretor do Agrupamento, Professor José Monteiro Vaz, por todo o apoio e confiança que nos deu, ao longo do curso.

Um grande obrigado também à coordenadora dos cursos profissionais, professora Ana Lourenço, que sempre nos ajudou em tudo que precisámos.

Também agradeço à minha Diretora de Turma, professora Ana Elias que para além de ser nossa Diretora de Turma foi sempre uma grande amiga.

O meu obrigado também ao Professor António Marques que sempre nos acompanhou como professor e como amigo.

Por fim, um grande OBRIGADO a todos (colegas, auxiliares e professores) que acompanharam no meu percurso escolar e que todos os dias da semana desde as 08:45 até as 17:30 estiveram ao meu lado.

## Resumo

---

A minha Prova de Aptidão Profissional aborda um tema que tem apresentado grandes evoluções ao longo dos tempos, os hologramas.

De uma forma muito ampla, um holograma é uma imagem tridimensional obtida a partir da projeção da luz sobre figuras bidimensionais. Essas "fotografias em três dimensões" são formadas através do processo da holografia, que funciona devido à propriedade ondulatória da luz.

O objetivo principal, passou por criar display's que pudessem ser aplicados em televisões e em telemóveis de forma a mostrar esta tecnologia à comunidade educativa. Neste sentido foram criados 2 protótipos, um que pode ser aplicado na televisão existente na biblioteca do Agrupamento de Escolas de Pinhel e outro que pode ser aplicado na maioria dos telemóveis.

Em resumo, penso que a minha Prova de Aptidão Profissional resultou num produto tecnicamente relevante, pela sua utilidade, criatividade e qualidade. Realço que já foi utilizado no Stand do Agrupamento na Feira das Tradições de Pinhel.

### Palavras Chave

Hologramas; Televisão; Telemóvel; Protótipo

## Índice

---

Introdução .....	1
Capítulo I – Enquadramento Teórico.....	2
Hologramas.....	3
Tipos de hologramas.....	4
Hologramas Analógicos vs Digitais.....	4
Hologramas produzidos por Computador .....	5
Holograma de reflexão.....	6
Holograma de transmissão .....	7
Holograma arco-íris.....	8
Aplicação de hologramas .....	9
Etiquetas/Segurança .....	9
Arte.....	9
Entretenimento .....	10
Displays 3D.....	11
Head-Up-Displays.....	11
Displays autoestereoscópicos .....	12
Displays estereoscópicos.....	13
Limitações dos displays 3D.....	14
Capítulo II – Concretização do Projeto .....	15
Holograma para Televisão .....	16
Material .....	16
Elaboração Passo a Passo.....	17

Dificuldades/Dicas.....	23
Holograma para Telemóvel.....	24
Material.....	24
Elaboração Passo a Passo.....	25
Produto Final.....	29
Dificuldades/Dicas.....	30
Atividade Prática.....	31
Conclusão.....	32
WebGrafia.....	33

## Índice de Figuras

---

Figura 1 – D. Gabor .....	3
Figura 2 – Esquema de hologramas digitais .....	5
Figura 3 – Exemplo de holograma produzido por computador .....	6
Figura 4 – Esquema de holograma de reflexão .....	7
Figura 5 – Esquema de holograma de transmissão.....	8
Figura 6 – Exemplo de holograma aplicado em dinheiro.....	9
Figura 7 – Museu dos hologramas.....	10
Figura 8 – Holograma da princesa "Leia" em Star Wars .....	10
Figura 9 – Exemplo de Head-Up-Displays.....	11
Figura 10 – Esquema de Display Multiview.....	12
Figura 11 – Exemplo de Display volumétrico .....	12
Figura 12 – Exemplo de Display holográfico .....	13
Figura 13 – Exemplo de Display estereoscópico .....	13
Figura 14 – Lista de Material .....	16
Figura 15 – Maquete do projeto em 3D .....	17
Figura 16 – Peças necessárias.....	18
Figura 17 – Tabela 1 de Correspondência Polegadas-Peças .....	18
Figura 18 – Tabela 2 de Correspondência Polegadas-Peças .....	19
Figura 19 – Vidros para o Display .....	19
Figura 20 – Cartão do centro .....	20
Figura 21 – Montagem inicial .....	20
Figura 21 – Montagem inicial .....	21
Figura 23 – Colagem através de silicone .....	21
Figura 24 – Fase final da construção .....	22
Figura 25 – Produto Final.....	22
Figura 26 – Corte no silicone .....	23
Figura 27 – Lista de Material .....	24

Figura 29 – Execução prática .....	25
Figura 28 – Esquema para telemóvel .....	25
Figura 30 – Marcação das peças.....	26
Figura 31 – Peças Marcadas .....	26
Figura 32 – Corte das peças.....	27
Figura 33 – Montagem das peças.....	27
Figura 34 – Aceder ao Youtube .....	28
Figura 35 – Exemplo de vídeo.....	28
Figura 36 – Produto Final.....	29
Figura 37 – Dica para protótipo.....	30
Figura 38 – Participação na Feira das Tradições .....	31



## Introdução

---

A Prova de Aptidão Profissional faz parte integrante do curso e deve ser um projeto transdisciplinar integrador de todos os saberes e capacidades que foram adquiridas ao longo dos 3 anos.

Neste sentido, a minha ideia de PAP surgiu quando, numa das disciplinas da parte técnica do curso, estávamos a explorar tecnologias em evolução em termos de multimédia, mais concretamente os hologramas 3D.

O facto de ter escolhido este tema, foi uma mais-valia, pois mostrou-me a capacidade que tenho em ser empreendedor e após a apresentação da ideia e do apoio do Júri, a vontade de pôr em prática a ideia ganhou mais força.

Atualmente, a tecnologia desenvolvida nesta área, permite projetar hologramas que podem ser vistos simultaneamente a olho nu, ouvidos e até existem projetos para que possam ser "tocados".

A elaboração deste projeto requereu um trabalho constante ao longo de todo o ano, que se iniciou com uma pesquisa aprofundada sobre o tema, a qual faz parte deste documento.

Neste documento constam também todos os passos para a construção dos dois displays. Um para aplicar em televisão e outro, em menor escala, para aplicar em telemóveis.

## Capítulo I – Enquadramento Teórico

---

## Hologramas

---

Hologramas são, basicamente, imagens tridimensionais obtidas a partir de uma projeção de luz sobre figuras bidimensionais. Isto é possível através do processo da holografia, que se baseia nas propriedades ondulatórias da luz.

A holografia foi inventada em 1947 por um cientista inglês (de origem húngara) Dennis Gabor, quando estava a tentar melhorar a resolução de um microscópio eletrónico.

Dennis Gabor criou a palavra holograma que deriva do grego Holos: todo, inteiro; e Graphos: sinal, escrita, pois é um método de registo completo com profundidade.

Este holograma era ainda muito básico e ineficiente, pois era produzido com uma luz filtrada de uma lâmpada a arco de mercúrio.

Esta descoberta só foi posta em prática em 1960, quando o cientista norte-americano Theodore Maiman descobriu o laser: a fonte de luz pura ideal para hologramas.



*Figura 1 – D. Gabor*

## Tipos de hologramas

---

Podem encontrar-se diversos tipos de hologramas que diferem consoante as técnicas e os materiais utilizados.

### Hologramas Analógicos vs Digitais

Na holografia digital, o meio de gravação convencional (placa holográfica) é substituído por um dispositivo de carga acoplada (em inglês, Charge Coupled Device – CCD) e a reconstrução passa a ser feita por computador. O CCD é um sensor para captação de imagens formado por um circuito integrado que converte intensidades de cargas elétricas em informação digital, o que permite traduzir um padrão de interferência em bits, ao atuar como uma matriz de pixéis.

A vantagem do holograma digital, para além de dispensarem todo o processo de tratamento fotográfico associado às placas holográficas convencionais, o que os torna mais rápidos (débitos de vídeo são possíveis de atingir), é o facto da imagem do holograma poder ser processada através do computador, o que elimina muitos dos requisitos necessários da holografia analógica.

No entanto, na holografia digital existe o facto de a resolução espacial ser tipicamente mais baixa do que a dos hologramas convencionais. Contudo, este inconveniente tem sido reduzido através de uma técnica intitulada phase-shifting digital holography, que tem sido aplicada à área da microscopia holográfica.

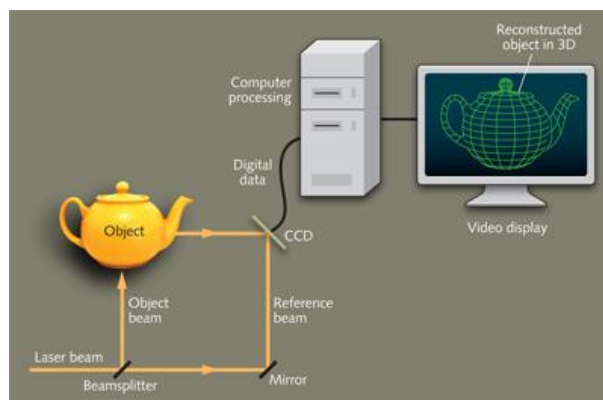


Figura 2 – Esquema de hologramas digitais

Uma vez que as técnicas de gravação ótica e reprodução digital são limitadas pelo tamanho e resolução dos sensores, e não são técnicas simples, os hologramas gerados por computador têm bastante interesse, que tem originado uma evolução constante ao longo do tempo.

## Hologramas produzidos por Computador

Neste tipo de hologramas, os padrões de interferência são digitais, produzidos através de cálculos computacionais e de processamento digital, o que dispensa a existência de uma montagem ótica e tem como grande vantagem a possibilidade de representar objetos que não existem fisicamente.

O computador gera o padrão de interferências e usa-o num modulador espacial de luz (em inglês, Spatial Light Modulator – SLM) que vai difratar a luz incidente de um laser, de forma semelhante ao que as placas holográficas fazem, o que permite reconstruir o campo luminoso do objeto original, recriando-o tridimensionalmente. Em alternativa, o padrão pode ser armazenado ou reproduzido em displays 3D.

A fase crucial na produção destes hologramas é a representação matemática do padrão de interferências (aquisição), de seguida este tem de ser codificado (codificação) e depois reconstruído (reconstrução).



*Figura 3 – Exemplo de holograma produzido por computador*

## Holograma de reflexão

Num holograma por reflexão, o feixe de referência e o do objeto incidem em lados opostos da placa holográfica, o que origina padrões de interferência paralelos ao plano da placa. Nestes hologramas a reconstrução pode ser feita com luz branca.

Na holografia por reflexão, também conhecido por Denisyuk, o laser passa por uma lente, pela película de gravação e atinge o objeto. A lente espalha o feixe laser de modo a cobrir todo o objeto. O objeto reflete o laser diretamente para a película, esta é atingida pelo laser original na face oposta, criando-se a figura de interferência.

Neste tipo de holograma, apenas a parte do objeto mais próxima ao filme será bem registada. Não existe flexibilidade para variar a iluminação do objeto, pois a mesma será sempre alinhada com o ângulo do feixe de referência.

Quando se pretende iluminar um objeto mais complexo, um feixe único de luz é insuficiente para conseguirmos resultados adequados. Além disso, não se pode controlar a razão entre as intensidades do feixe de referência e o feixe do objeto, facto

importante para a obtenção de hologramas eficientes. Este holograma tem a vantagem de ter a sua imagem reconstruída com luz branca incoerente, permitindo a sua visualização com uma lâmpada incandescente comum. No entanto, não é possível fazer cópias o que constitui uma limitação.

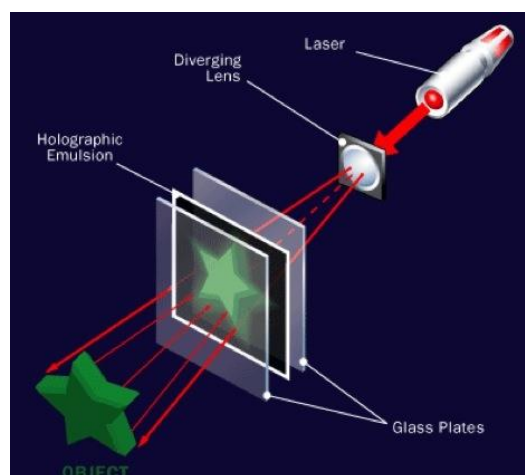


Figura 4 – Esquema de holograma de reflexão

## Holograma de transmissão

Num holograma por transmissão, o feixe de referência e o do objeto incidem do mesmo lado da placa holográfica, o que origina padrões de interferência perpendiculares ao plano da placa.

A holografia por transmissão consiste na gravação de uma película com uma interferência entre dois feixes do mesmo laser, um vindo diretamente do laser outro obtido por reflexão do objeto a registar.

Para a imagem ser vista, faz-se incidir sobre a película um laser com as mesmas características e ângulo de incidência. São usados laser por estes serem monocromáticos (tem apenas uma única frequência), desta forma as ondas por ele emitidas avançam todas em fase. O laser comum possui um comprimento de coerência

de apenas alguns centímetros, o que limita o volume do objeto a ser holografado com esta técnica.

Por este motivo, as zonas do objeto mais próximas da película ficam com melhor definição. É difícil distribuir uniformemente luz sobre o objeto o que compromete a iluminação do mesmo.

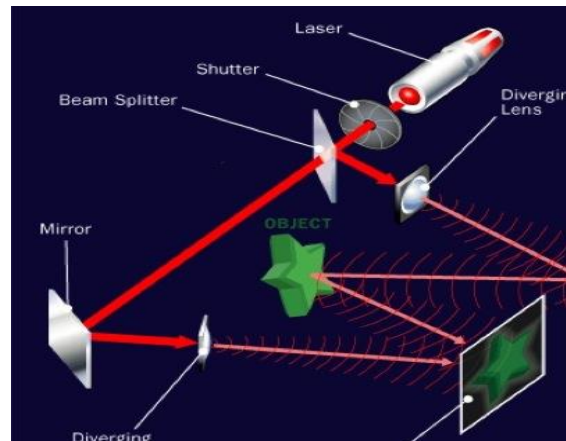


Figura 5 – Esquema de holograma de transmissão

## Holograma arco-íris

Os hologramas em arco-íris (rainbow) são criados a partir de uma holograma normal (transmissão ou reflexão) que é usado como objeto e um outro holograma criado com uma abertura. A abertura limita a perspetiva da imagem evitando a paralaxe. Este processo elimina a necessidade de luz coerente permitindo visualizar a imagem 3D com luz ambiente comum.

Se o observador se mover na vertical, embora não veja paralaxe a cor da imagem varre as cores do arco-íris, daí o nome do método.



## Aplicação de hologramas

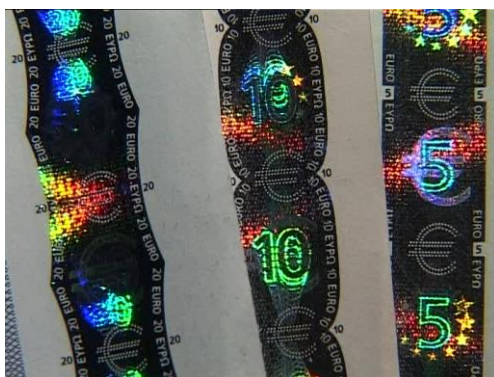
---

A Aplicação de hologramas ocorre em diferentes áreas de diferentes modos, neste sentido serão, de seguida, explorados alguns exemplos.

### Etiquetas/Segurança

Esta aplicação dos hologramas, talvez a mais frequente, tem como objetivo a segurança contra contrafação e falsificação de documentos, cartões, selos, e, dependendo da zona, dinheiro.

No entanto, e apesar do seu custo de produção ser baixo, necessita de máquinas bastante caras o que o torna muito difícil de ser contrafeito.



*Figura 6 – Exemplo de holograma aplicado em dinheiro*

### Arte

Este tipo de hologramas já com uma vasta história, permite que os artistas deem ainda mais largas à sua imaginação, alargando os limites do que é possível ao tornar as imagens mais realistas e/ou sofisticadas. Permite ainda que se possam fazer

representações muito mais pormenorizadas de vários objetos reais ou apenas descritos em relatos passados.



*Figura 7 – Museu dos hologramas*

## **Entretenimento**

Na televisão e no cinema, já vimos muitos hologramas facilitando a comunicação entre pessoas que estão muito distantes umas das outras.

Os hologramas são também usados na ficção científica em cenários futuristas onde aparece esta tecnologia, ou, ainda, em programas de entretenimento.



*Figura 8 – Holograma da princesa "Leia" em Star Wars*

## Displays 3D

---

### Head-Up-Displays

Os Head-Up-Displays (HUD) consistem em pequenos displays holográficos. Estes foram criados, e ainda é esta a sua maior aplicação, para a aviação. O objetivo é colocar a informação dos instrumentos mais importantes no display de modo a que o piloto a possa ter sempre no seu campo de visão.

Nos instrumentos tradicionais há a necessidade de desviar o olhar e focar a visão para mais perto para os ler, o que implica a perda de atenção ao que se passa à sua frente. Atualmente, já se pode encontrar este tipo de tecnologias em alguns automóveis.



*Figura 9 – Exemplo de Head-Up-Displays*

## Displays autoestereoscópicos

Este tipo de displays dispensam o uso de óculos e subdividem-se em 3 tipos:

**Multiview** – incluem displays de light fields, e usam um número finito de vistas gerado por um campo luminoso continuamente distribuído. Alguns exemplos são: projetor com espelho lenticular, moving split, entre outros.

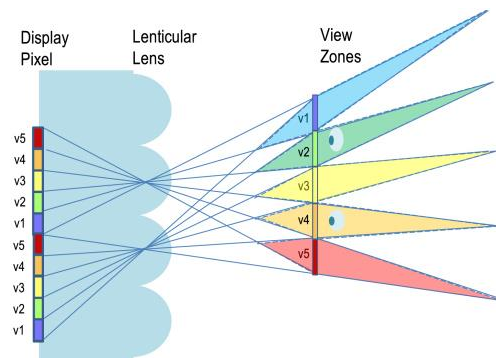


Figura 10 – Esquema de Display Multiview

**Volumétricos** – representam pontos de luz num volume, cada voxel (volumetric element) está fisicamente posicionado na posição onde é suposto e reflete luz desse ponto em todas as direções. Incluem: Laser plasma 3D no ar, rotating LED array, entre outros.

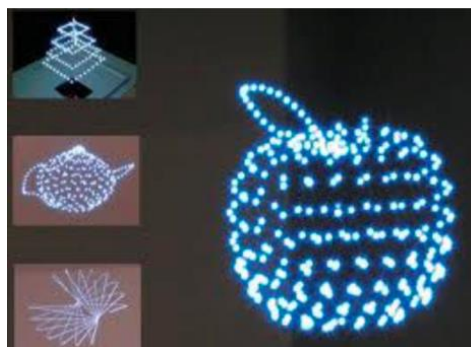


Figura 11 – Exemplo de Display volumétrico

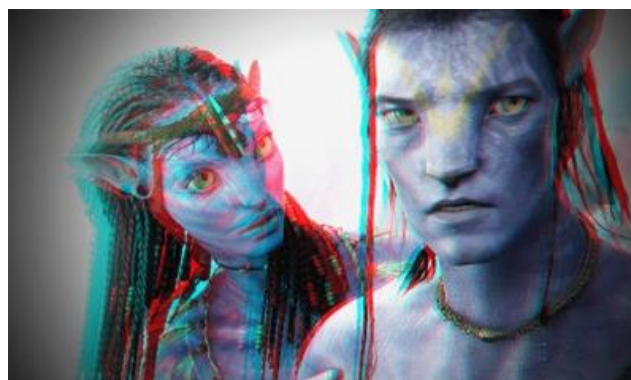
**Holográficos** – são uma representação verdadeiramente tridimensional dos objetos, e são muito desejáveis porque não acarretam muitas das limitações dos restantes, como o conflito convergência-acomodação e ausência de paralaxe total, pelo que não restringem o utilizador a certas perspetivas, e não precisam de qualquer tipo de óculos para ser visualizados, sendo como se os objetos fizessem parte do mundo real.



*Figura 12 – Exemplo de Display holográfico*

## Displays estereoscópicos

Estes displays exibem duas imagens diferentes para cada olho e são visualizados com óculos próprios. Incluem: color-interlaced, polarization interlaced, time-multiplexed e head-mount displays (HMD).



*Figura 13 – Exemplo de Display estereoscópico*

## Limitações dos displays 3D

As limitações dos displays 3D prendem-se com os seguintes factos:

- a informação produzida para estes displays exige débitos muito elevados, o que torna difícil a sua transmissão, devido à largura de banda que requerem;
- a capacidade computacional ser ainda insuficiente para processar tanta informação como a gerada para este tipo de displays (algumas destas técnicas produzem milhões de pixéis);
- os lasers representam alguns perigos em termos de queimaduras e as imagens representadas são de escala pequena;
- nos displays holográficos existem limitações a nível de tamanho de ecrã e área de visualização;
- ausência de paralaxe total (relacionado com pessoas em diferentes posições verem perspetivas distintas do objeto/cenário).

## Capítulo II – Concretização do Projeto

---

## Holograma para Televisão

---

Após a análise dos diferentes tipos de hologramas, optei por me focar na criação de um “Display” que possibilitasse a projeção de hologramas com a utilização de material que já estivesse disponível no Agrupamento. Neste sentido, o primeiro projeto consistiu na construção de um display de hologramas que se aplicasse a uma televisão, mais concretamente à televisão existente na Biblioteca da Escola Sede do Agrupamento.

### Material

Para a realização deste projeto, foi necessário utilizar diverso material, além da televisão, nomeadamente:

- Placas de vidro transparente
- Luvas
- Marcador
- X-ato de cortar vidro
- Fita de medir
- Fita cola
- Silicone transparente para colar vidros



*Figura 14 – Lista de Material*

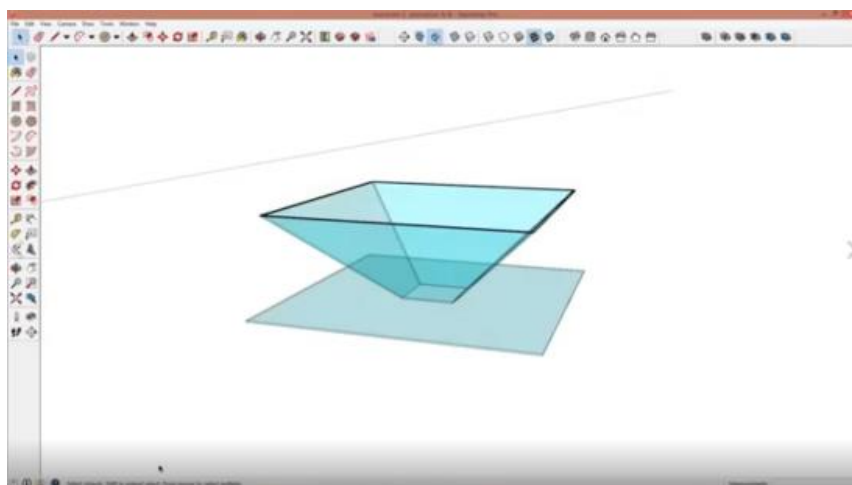


## Elaboração Passo a Passo

Apesar das pesquisas previamente elaboradas, ainda havia uma certa incerteza quanto ao sucesso da concretização deste projeto. Neste sentido e de forma a se conseguir projetar o produto final e prever algum tipo de dificuldade, o primeiro passo foi a elaboração/projeção do produto final através do SketchUp.

O SketchUp é um software que é explorado ao longo do curso. É um modelador 3D desenvolvido por At Last Software e que, posteriormente, foi comprado pela Google e atualmente pertencente a Trimble Navigation.

Em resumo, o objetivo deste passo era de uma forma clara e simples, através das ferramentas e biblioteca 3D do SketchUp, criar uma maquete em 3D que permitisse avançar em questão de tempo e precisão com materialidade e espacialidade que nenhum desenho bidimensional permitiria.



*Figura 15 – Maquete do projeto em 3D*

Após a análise da maquete, verifica-se que são necessários 2 tipos de peças, como mostra a figura seguinte:

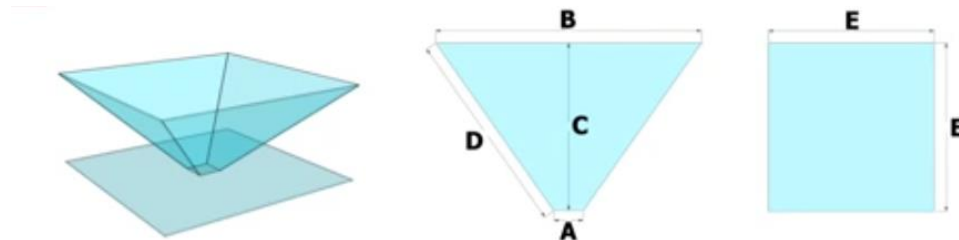




Figura 16 – Peças necessárias

A dimensão das peças, dependem diretamente das características da televisão onde vai ser aplicada, assim após a análise da televisão onde iria ser aplicado o display (44 polegadas) e com o auxílio das tabelas seguintes, que mostram a relação entre as polegadas e o tamanho das peças, criei um esquema em 2D para a produção dos vidros. De realçar que neste ponto a precisão era um fator essencial.



	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	1	12	8	9	12	21	26	250	156	193	260
2	3	24	23	18	25	22	29	262	165	202	272
3	4	36	30	28	37	23	30	274	173	211	285
4	5	48	38	37	50	24	31	286	180	220	297
5	7	60	53	46	62	25	33	298	188	229	310
6	8	71	60	55	74	26	34	310	195	238	322
7	9	83	68	64	87	27	35	321	203	248	334
8	10	95	75	73	99	28	37	333	210	257	347
9	12	107	90	83	111	29	38	345	218	266	359
10	13	119	98	92	124	30	39	357	225	275	371
11	14	131	105	101	136	31	41	369	233	284	384
12	16	143	120	110	149	32	42	381	240	293	396
13	17	155	128	119	161	33	43	393	248	303	409
14	18	167	135	128	173	34	45	405	255	312	421
15	20	179	150	138	186	35	46	417	263	321	433
16	21	190	158	147	198	36	47	429	270	330	446
17	22	202	165	156	210	37	48	440	278	339	458
18	24	214	180	165	223	38	50	452	285	348	470
19	25	226	188	174	235	39	51	464	293	358	483
20	26	238	195	183	248	40	52	476	300	367	495

Figura 17 – Tabela 1 de Correspondência Polegadas-Peças



	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
41	54	488	308	376	508	61	80	726	458	559	755
42	55	500	315	385	520	62	81	738	465	568	768
43	56	512	323	394	532	63	83	750	473	578	780
44	58	524	330	403	545	64	84	762	480	587	792
45	59	536	338	413	557	65	85	774	488	596	805
46	60	548	345	422	570	66	86	786	495	605	817
47	62	560	353	431	582	67	88	798	503	614	830
48	63	571	360	440	594	68	89	810	510	623	842
49	64	583	368	449	607	69	90	821	518	633	854
50	65	595	375	458	619	70	92	833	525	642	867
51	67	607	383	468	631	71	93	845	533	651	879
52	68	619	390	477	644	72	94	857	540	660	891
53	69	631	398	486	656	73	96	869	548	669	904
54	71	643	405	495	669	74	97	881	555	678	916
55	72	655	413	504	681	75	98	893	563	688	929
56	73	667	420	513	693	76	100	905	570	697	941
57	75	679	428	523	706	77	101	917	578	706	953
58	76	690	435	532	718	78	102	929	585	715	966
59	77	702	443	541	730	79	103	940	593	724	978
60	79	714	450	550	743	80	105	952	600	733	990

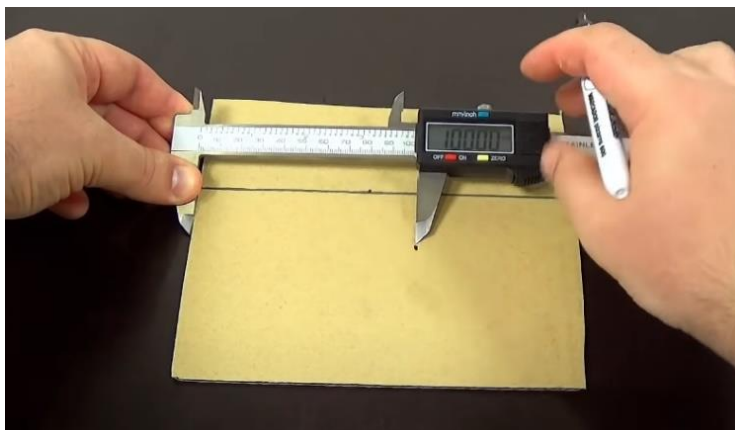
Figura 18 – Tabela 2 de Correspondência Polegadas-Peças

Depois, com a ajuda do Sr. Carlos, acompanhei o corte dos vidros, os quais tive de ajustar o mais milimetricamente possível com os recursos que tinha.



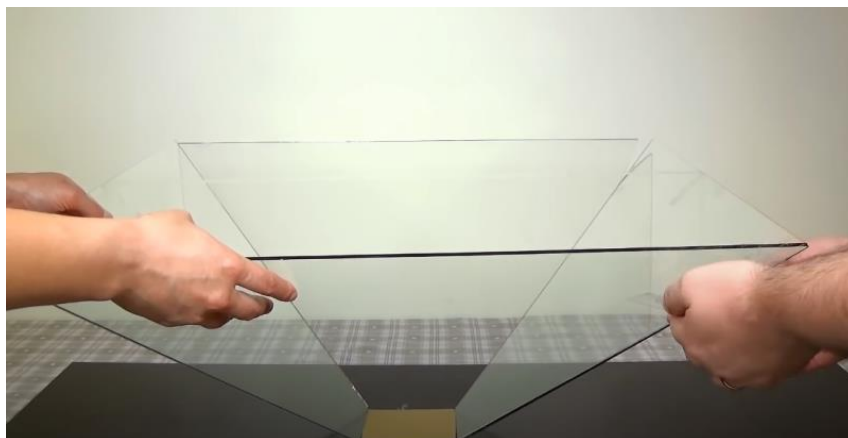
Figura 19 – Vidros para o Display

Antes de juntar as 4 placas de vidro tive que fazer um quadrado com cartão para o centro das placas e assim ter a certeza de que iriam ter o posicionamento correto.



*Figura 20 – Cartão do centro*

Depois, foi hora de deitar mãos à obra e começar a juntar as placas, as quais segurei inicialmente com fita-cola.



*Figura 21 – Montagem inicial*

Depois de estarem as 4 placas juntas, com o auxílio do meu telemóvel, foram confirmados os ângulos para que todos tivessem 45 graus. Para isso, tive que fazer alguns ajustamentos.



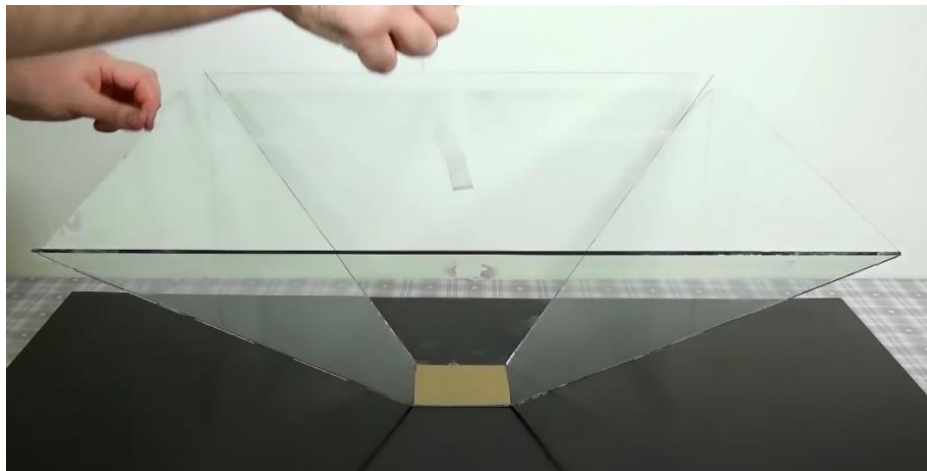
*Figura 22 – Montagem inicial*

Posteriormente, e depois de ouvir a opinião do professor de artes, Carlos Franco, foi feita a colagem através de um silicone transparente indicado pelo mesmo.



*Figura 23 – Colagem através de silicone*

Após alguma ansiedade, pois tivemos que deixar 2 dias a secar retirou-se a fita-cola e experimentou-se o protótipo, o qual se mostrou bastante eficaz.



*Figura 24 – Fase final da construção*

## **Produto Final**

O produto final, obviamente que apresentou algumas limitações visto necessitar de espaços com pouca cor e estar limitado ao tamanho físico do display, no entanto considero que o efeito produzido é bastante Bom.



*Figura 25 – Produto Final*

## Dificuldades/Dicas

O processo requer muita precisão e talvez seja essa a maior dificuldade. A escolha dos materiais também é fundamental para o resultado.

Em termos de dicas, deixo as seguintes:

- O processo de montagem das placas de vidro é extremamente delicado, quer pelo peso das placas, quer pela sua fragilidade, por isso recomendo que seja um trabalho feito em equipa de 3 ou 4 pessoas;
- Não esquecer o facto das placas, sendo de vidro, poderem cortar nas suas laterais e por isso são necessárias as luvas e muito cuidado;
- Haver uma pessoa, apenas responsável pela medição de ângulos antes de colocar a fita cola, pois o processo de ajustamento é muito difícil.
- Por fim, muito cuidado com o tipo de abertura do silicone, para que a colagem fique perfeita.



*Figura 26 – Corte no silicone*

## Holograma para Telemóvel

---

Posteriormente, adaptei o projeto anterior a telemóveis. Tentei fazer uma medida, mais ou menos, universal para que funcionasse na maioria deste tipo de dispositivo.

### Material

O material usado é muito semelhante ao anterior, no entanto não utilizei placas de vidro, mas sim reciclei uma caixa para cd's ou dvd's, neste seguimento temos o seguinte material:

- Marcador e caneta
- X-ato
- Régua
- Fita cola
- Caixa de Cd's ou Dvd's
- Folha quadriculada
- Tesoura

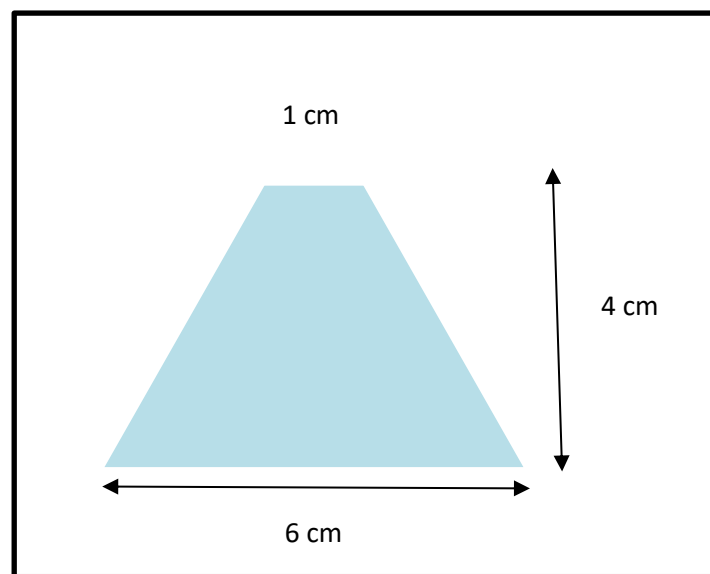


*Figura 27 – Lista de Material*

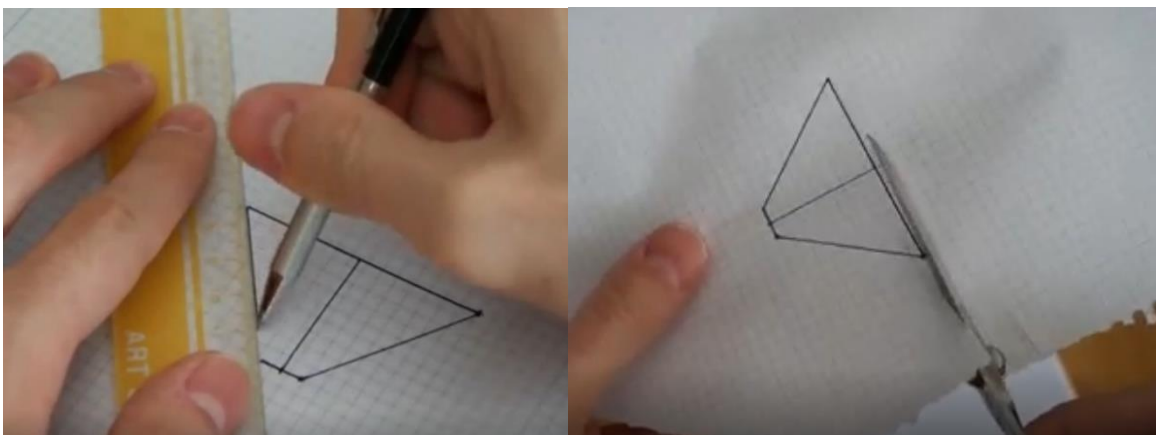


## Elaboração Passo a Passo

O primeiro passo foi encontrar as medidas para a criação das peças do protótipo. As medidas adotadas, foram as do esquema seguinte. Estas medidas resultam de uma proporção em relação ao projeto anterior, pois o objetivo passa por fazer o mesmo projeto numa escala menor.



*Figura 29 – Esquema para telemóvel*

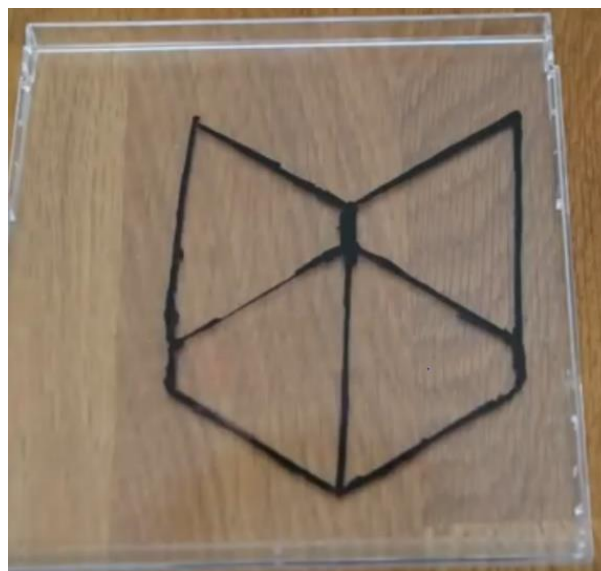


*Figura 28 – Execução prática*

Depois de ter as partes transparente separadas fiz, nas mesmas, a marcação da peça elaborada anteriormente (4 peças iguais).



*Figura 30 – Marcação das peças*



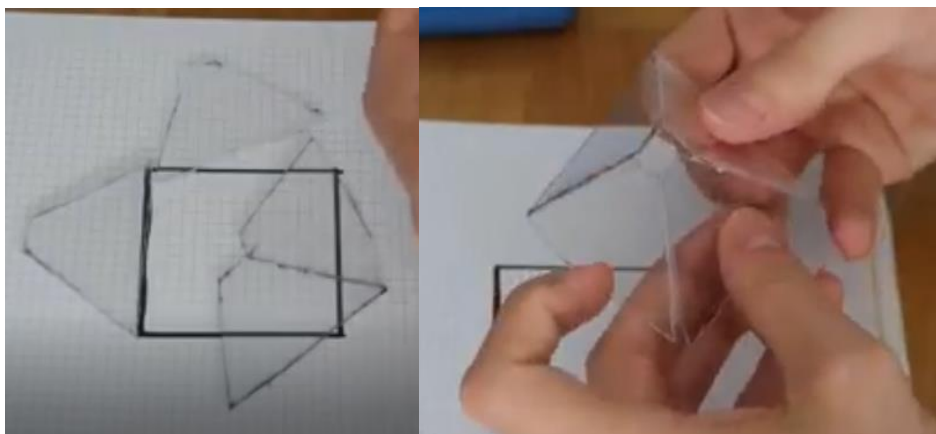
*Figura 31 – Peças Marcadas*

O passo seguinte é recortar as peças. Estas têm de ficar perfeitas para posteriormente poderem encaixar.



*Figura 32 – Corte das peças*

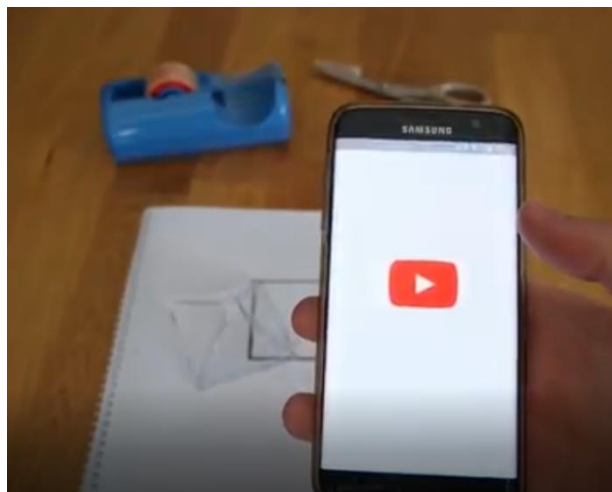
Depois de estarem as 4 peças cortadas é hora de começar a montagem.



*Figura 33 – Montagem das peças*

A peças ficam fixas com fita cola que deve ser colocada como muito cuidado.

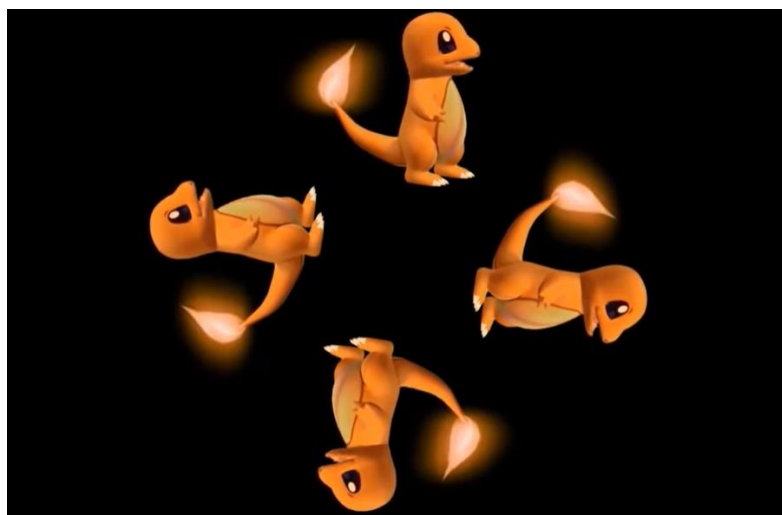
Por fim, é hora de testar o protótipo, que pode ser feito através de vídeos existentes no Youtube.



*Figura 34 – Aceder ao Youtube*

Os vídeos têm de ter sempre 4 imagens em simultâneo, para que depois a sua projeção crie o holograma.

Pode aceder a um exemplo através do seguinte link  
<https://www.youtube.com/watch?v=CaDbgZQNV1A>



*Figura 35 – Exemplo de vídeo*

## Produto Final

Obviamente que o produto final tem muitas limitações, no entanto não é menos verdade que se consegue criar um efeito diferente do habitual.

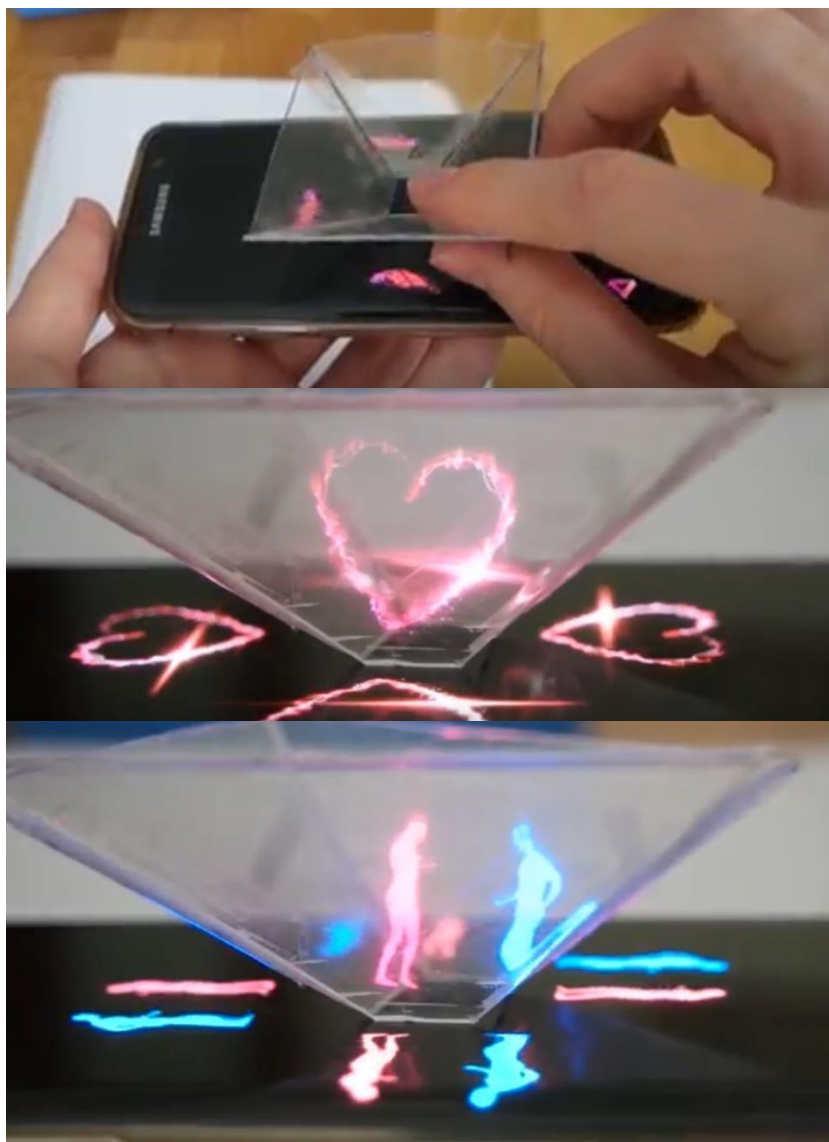
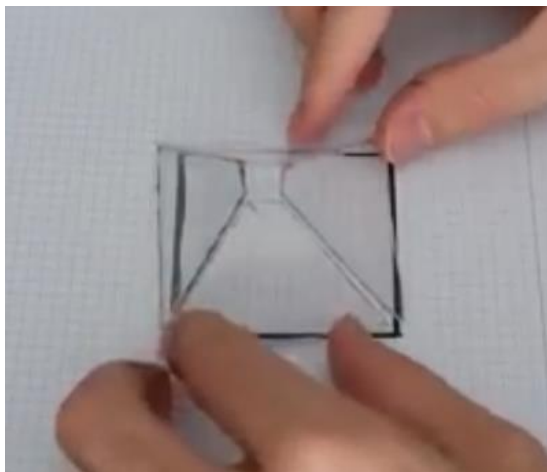


Figura 36 – Produto Final

## Dificuldades/Dicas

Não é um projeto complexo de se concretizar, no entanto deixo algumas sugestões:

- A espessura do marcador é muito importante, este deve ser o mais fino possível para existir o máximo de precisão;
- Deve juntar todas as peças, assim reduz o número de cortes;
- Para um corte perfeito é necessária muita pressão no X-ato, deve ser feito com força, mas com cuidado para o corte ficar perfeito.
- No momento da montagem pode-se usar um quadrado 6 x 6 para auxiliar a posição das peças.



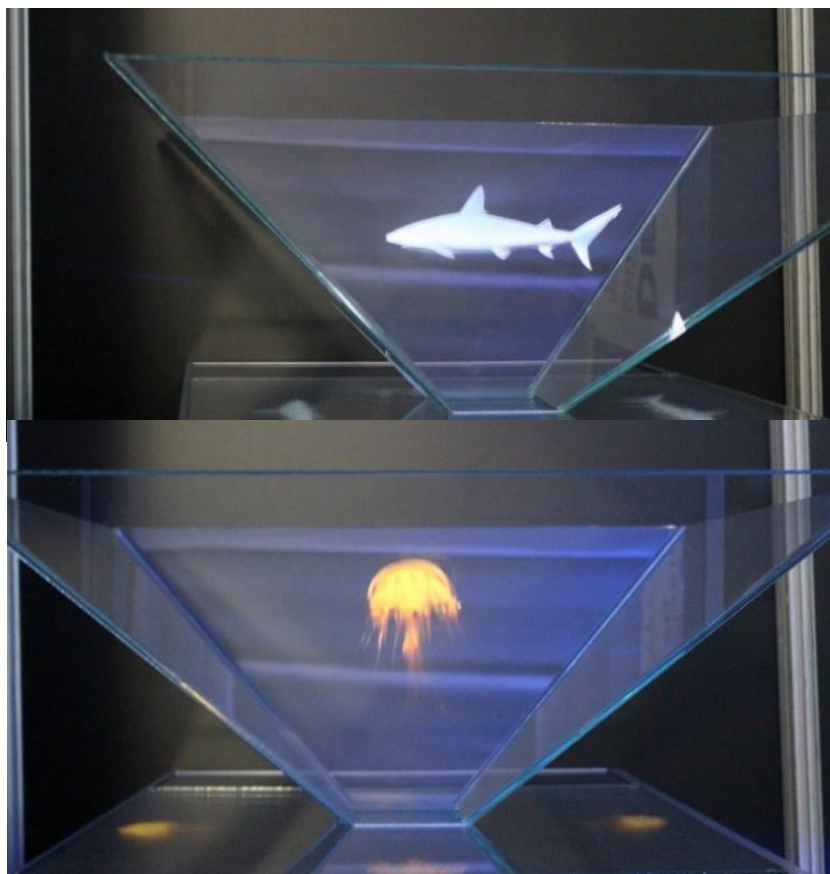
*Figura 37 – Dica para protótipo*

## Atividade Prática

---

Como atividade prática, tive o prazer de ter o meu projeto exposto, no Stand do Agrupamento de Escolas de Pinhel, nos 3 dias da Feira das Tradições.

Esta participação recebeu muitos elogios por parte do público de todas as faixas etárias, principalmente por ser uma maneira diferente de interagir com a tecnologia e por ser algo pouco visível no dia a dia.



*Figura 38 – Participação na Feira das Tradições*

## Conclusão

---

Esta Prova de Aptidão Profissional tornou-se num projeto pessoal e estruturante, cujo objetivo foi a realização de dois displays onde se pudessem visualizar hologramas 3D.

Para a concretização deste projeto foi necessário englobar diversas disciplinas e módulos lecionados ao longo do curso.

Como era esperado, surgiram diversas dificuldades ao longo do ano na concretização deste projeto, no entanto nunca desistie sempre me empenhei ao máximo para que, com a ajuda de colegas e professores, pudesse atingir os objetivos estabelecidos inicialmente.

Considero que fiz um Bom trabalho e que o resultado superou as expetativas, principalmente porque consegui fomentar a minha criatividade, autonomia e espírito de iniciativa. Além disso, demonstrei ter responsabilidade em todas as fases do processo.

Com a conclusão deste projeto, ambiciono que o mesmo possa vir a ser adotado pelo Agrupamento e possa ser utilizado em mais atividades.



## WebGrafia

---

### Hologramas

<http://www.img.lx.it.pt/>

<http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/hologramas.asp>

<https://canaltech.com.br/inovacao/>

<https://segredosdomundo.r7.com/holograma-3d/>

[https://www.incm.pt/portal/gs\\_hologramas.jsp](https://www.incm.pt/portal/gs_hologramas.jsp)

### Criar hologramas

<https://pt.wikihow.com/Fazer-Holograma>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ejsqym4fk74>

<https://www.youtube.com/watch?v=VzS3rFNifqc>

<https://www.youtube.com/watch?v=pTs30nxv6qI>