

Holografia ... o que é e o que não é!



**Ciências
ULisboa**

Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa

Alexandre Cabral

FCUL – Departamento de Física



**Ciências
ULisboa**

Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa

Alexandre Cabral

FCUL – Departamento de Física



**Ciências
ULisboa**

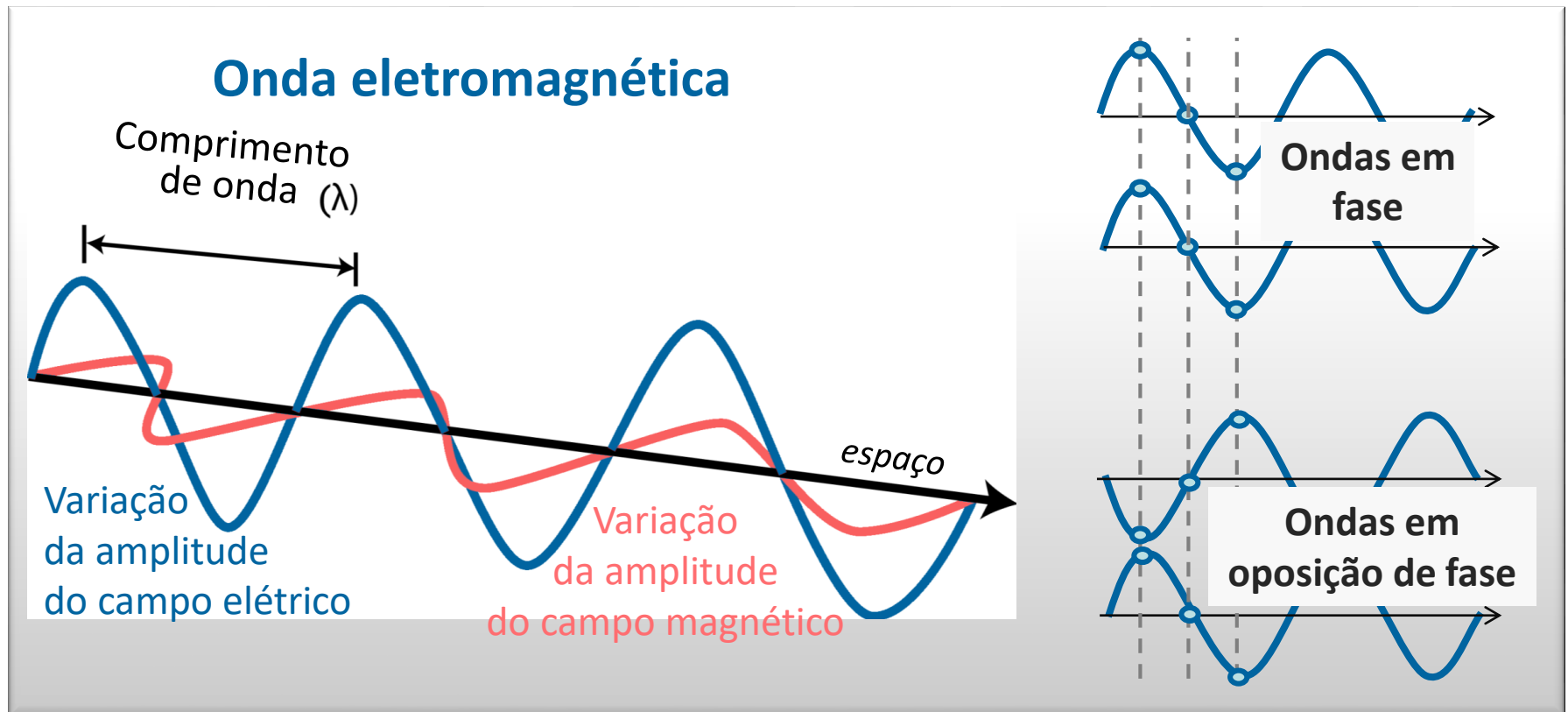
Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa

Alexandre Cabral

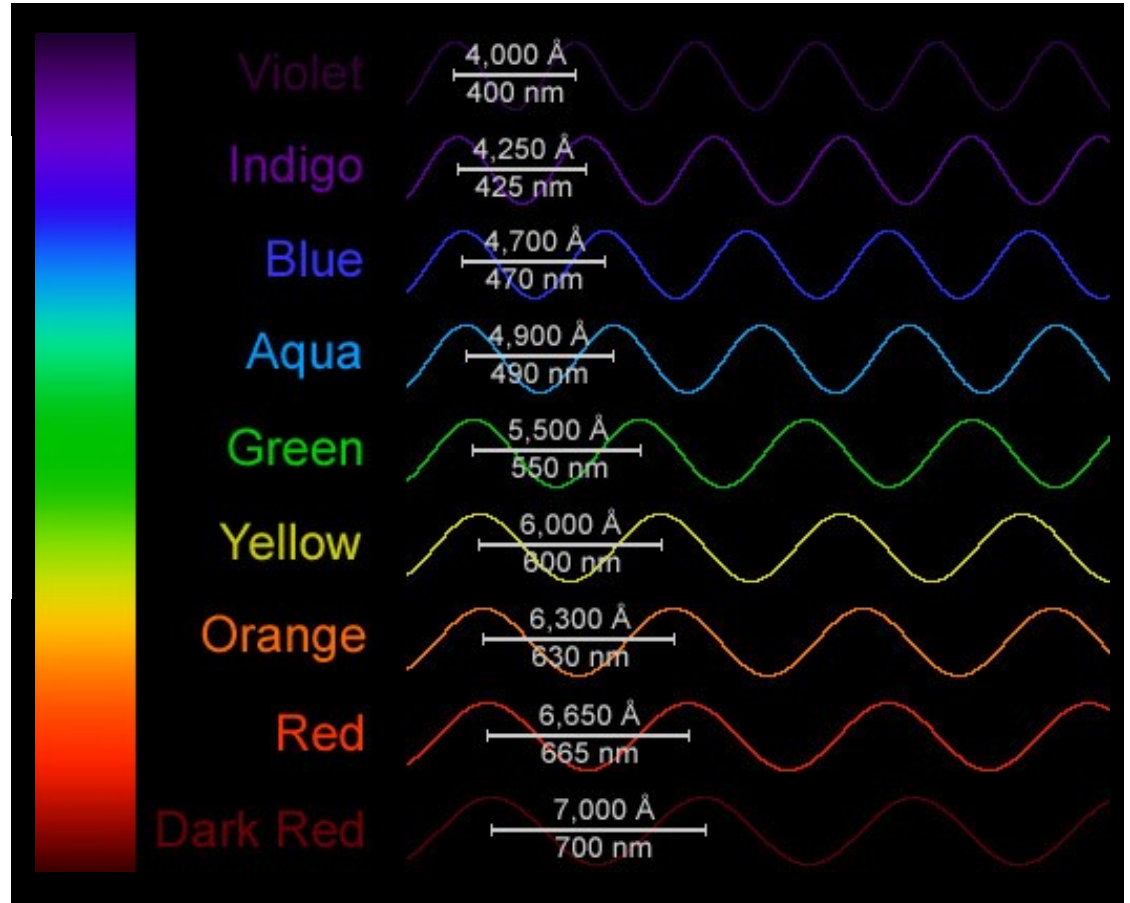
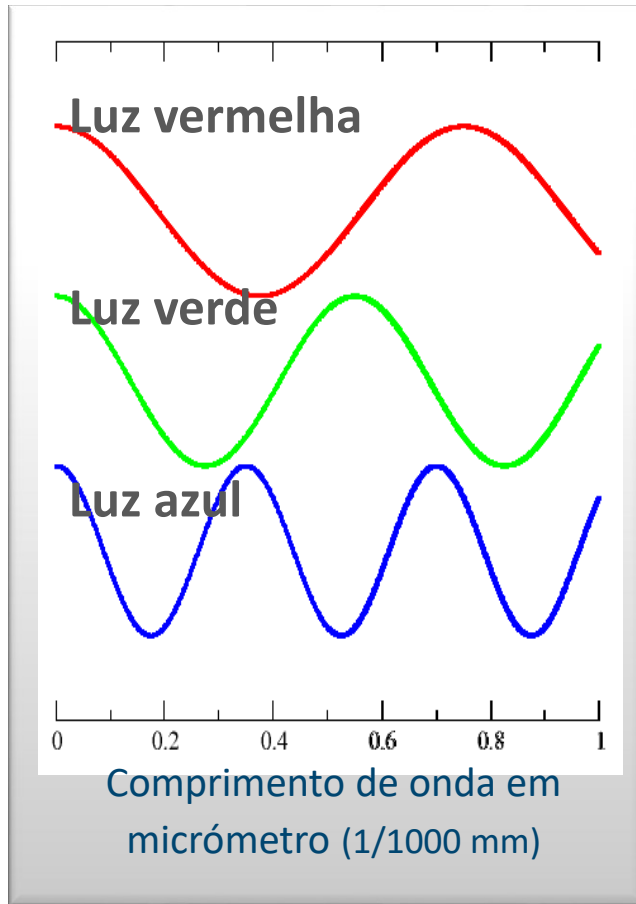
FCUL – Departamento de Física

Holografia

A **luz visível** é a radiação eletromagnética detetada pelo olho humano, exibe propriedades tanto de ondas como de partículas e é emitida e absorvida em pequenos "pacotes" de energia (fotões).



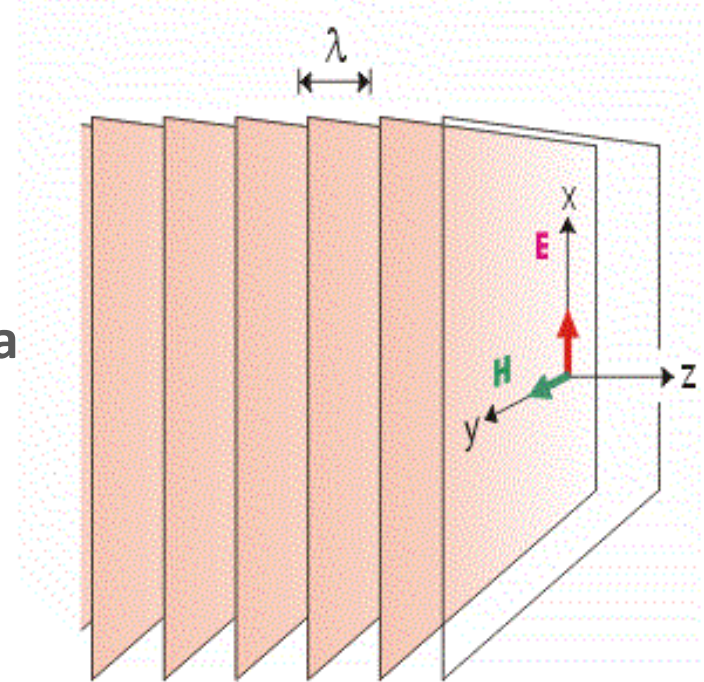
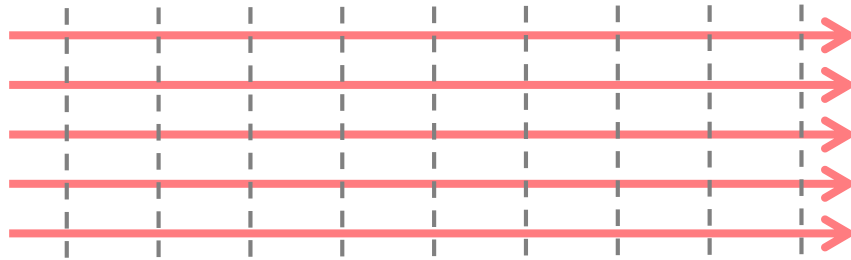
Holografia



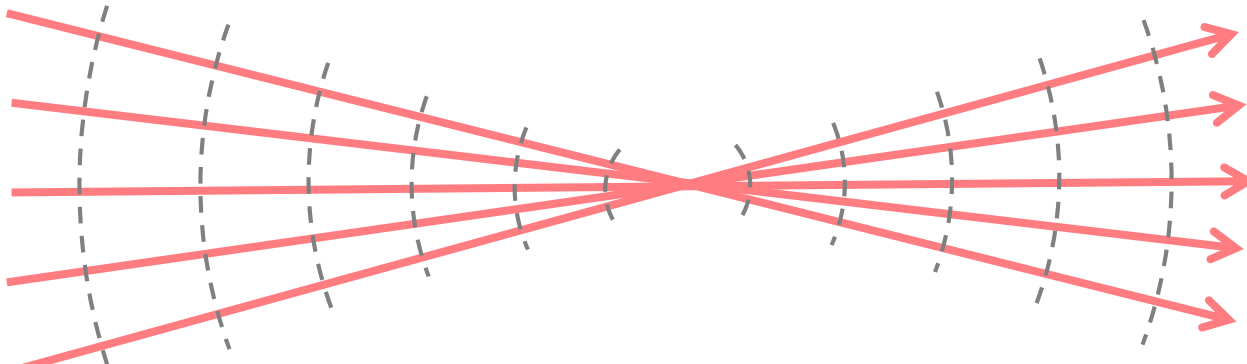
Propagação da Luz

Frente de onda da Luz é a superfície de pontos com igual valor de amplitude do campo elétrico (mesma fase)

Feixe de luz paralelo \Leftrightarrow Frente de onda plana



Feixe de luz convergent ou divergente \Leftrightarrow Frente de onda esférica

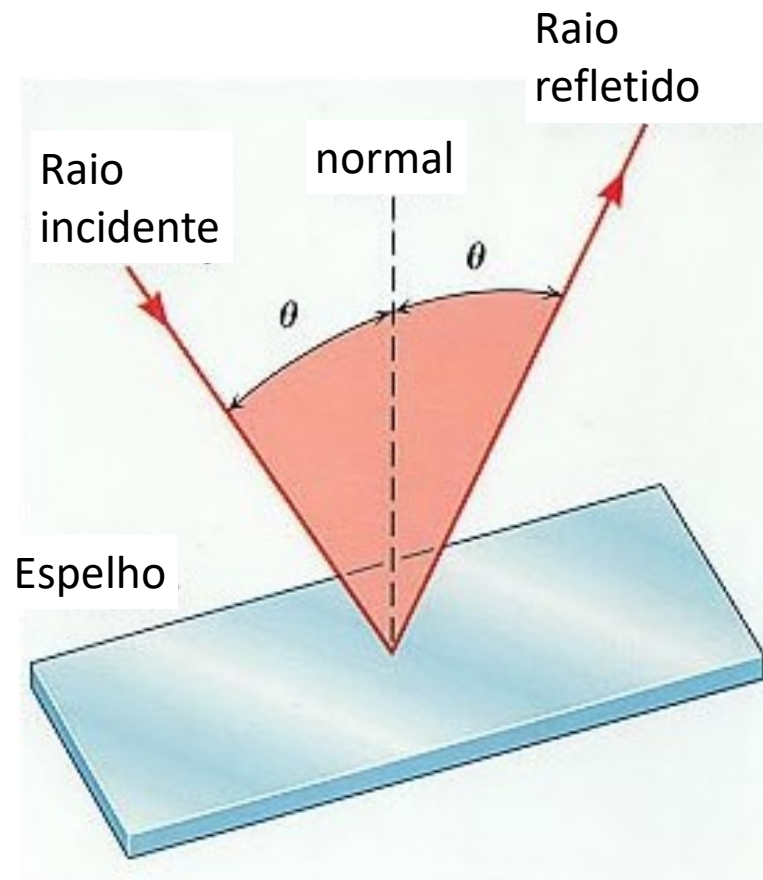


Fenómenos da Luz - Reflexão

Reflexão é o fenómeno que acontece quando um raio incide numa superfície polida e volta para o mesmo meio.

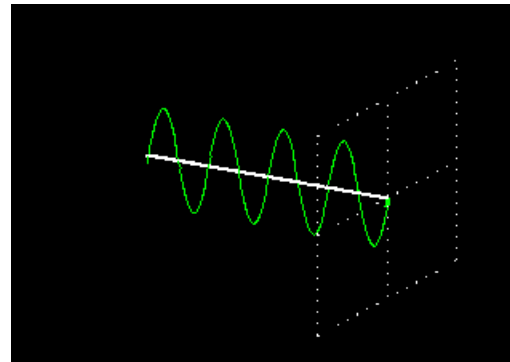
dá-se de acordo com duas leis:

1. O raio incidente, a normal no ponto de incidência e o raio refletido estão no mesmo plano
2. O ângulo de incidência e o ângulo de reflexão são iguais, quando medidos em relação à normal no ponto de incidência

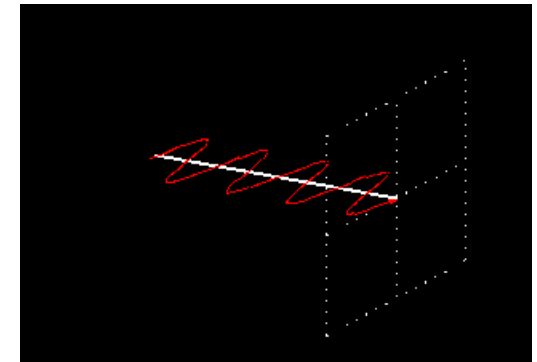


Fenómenos da Luz - Polarização

A **Polarização** de uma onda eletromagnética é o plano no qual se encontra a componente eléctrica desta onda e a direcção de polarização é definida como a direcção segundo a qual o campo eléctrico vibra.

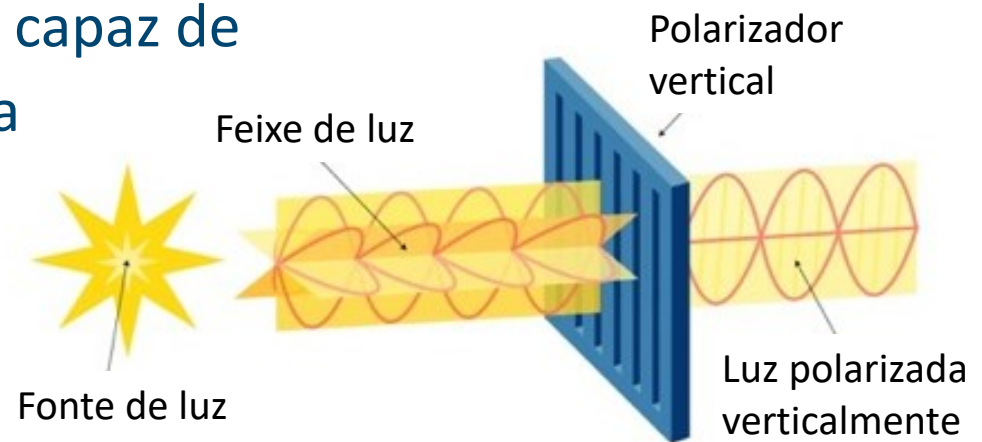


Polarização Vertical



Polarização Horizontal

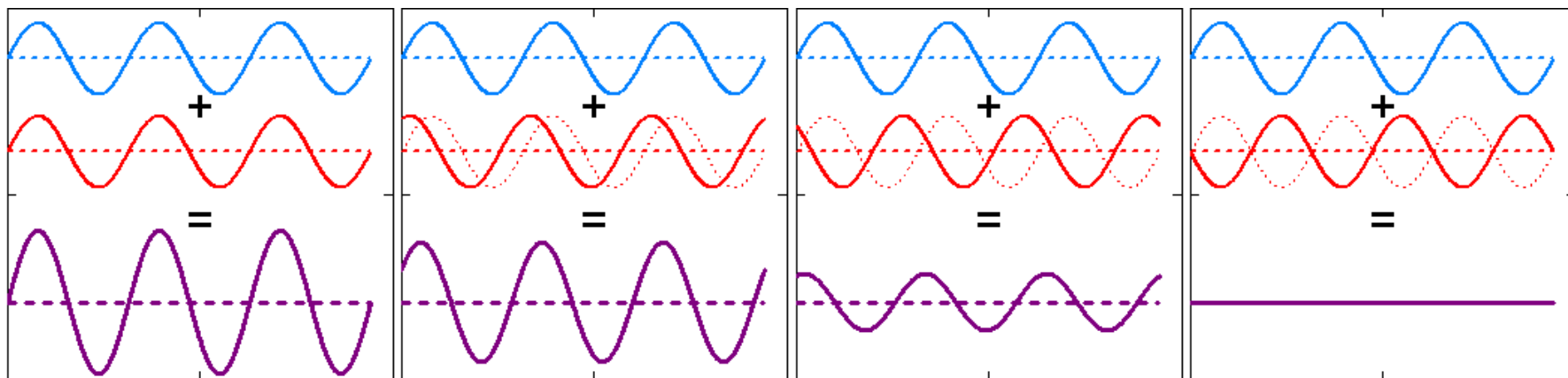
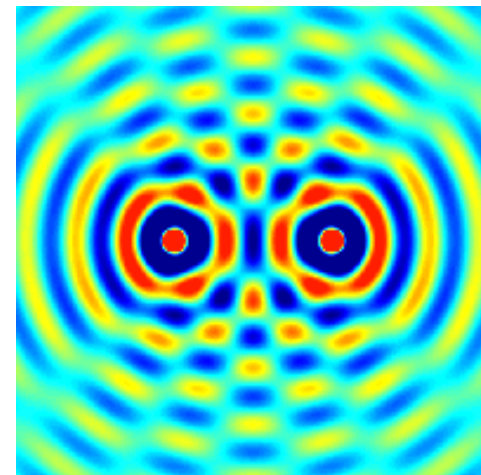
Polarizador é um dispositivo capaz de extrair de qualquer onda uma determinada componente com uma polarização bem definida.



Fenómenos da Luz – Interferência e Difração

Quando sobrepomos duas ou mais ondas, numa regiões pode ocorrer aniquilação total das ondas que interferem, enquanto noutras podemos ter ondas de maior amplitude.

Este fenómeno é designado por **Interferência**



**Interferência
construtiva**

**Interferência
destrutiva**

Fenómenos da Luz – Interferência e Difração

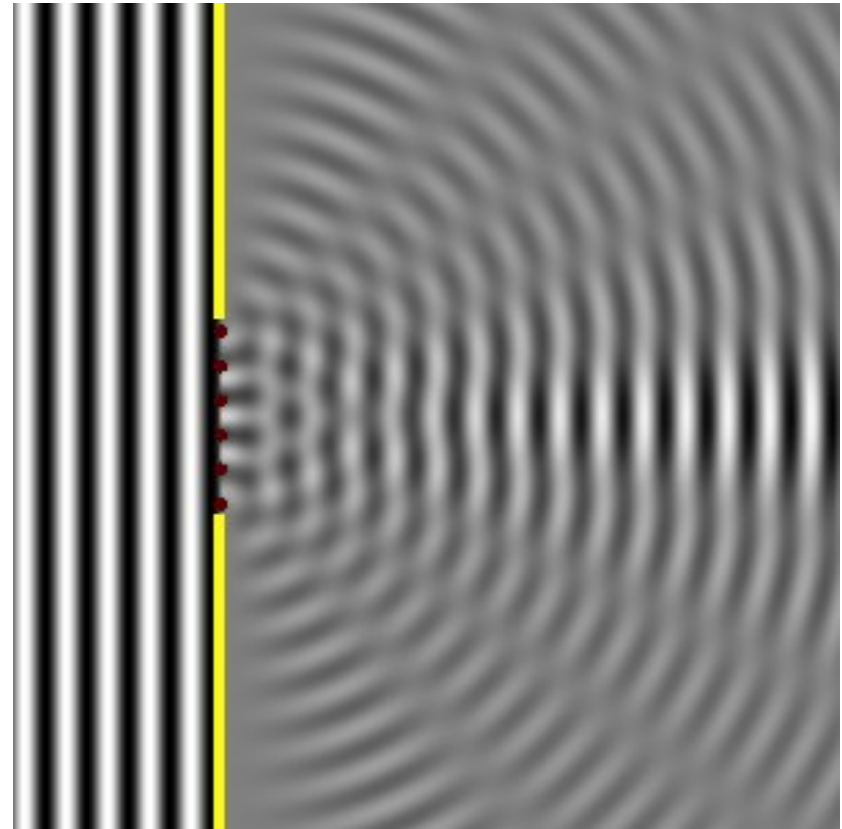


Fenómenos da Luz – Interferência e Difração

Aberturas com dimensões da ordem do comprimento de onda, provocam **difração**, um efeito explicado pela interferência construtiva e destrutiva resultante da sobreposição de ondas.

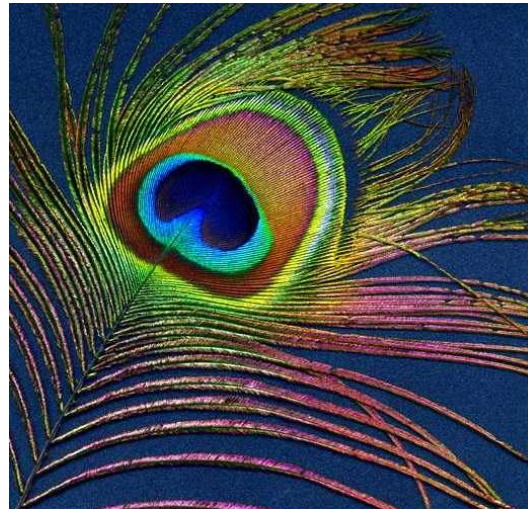
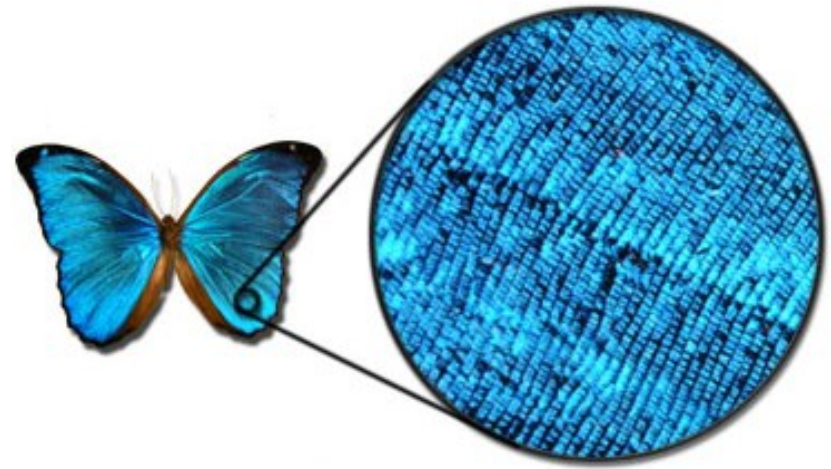
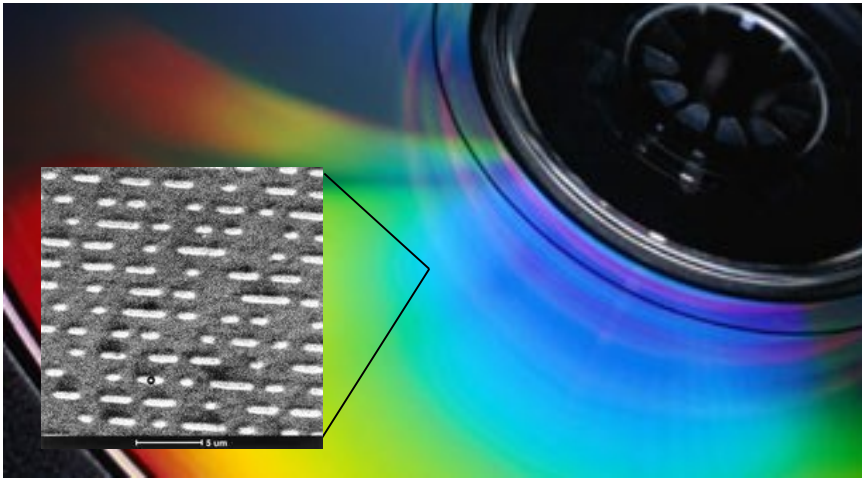
Uma fenda com dimensão ao nível do comprimento de onda da luz produz um padrão de manchas brilhantes e escuros.

Quanto menor é a abertura maiores as manchas
... Só pode ser explicado com ondas!



Fenómenos da Luz – Interferência e Difração

Onde se vê Interferência e Difração da luz no dia-a-dia?

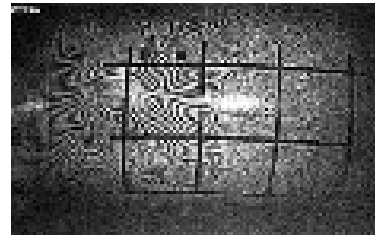
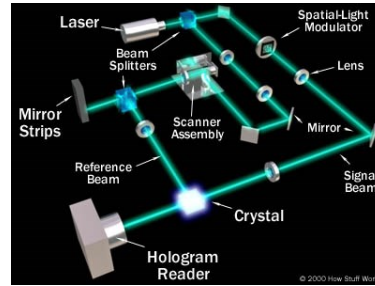


Aplicações da Holografia

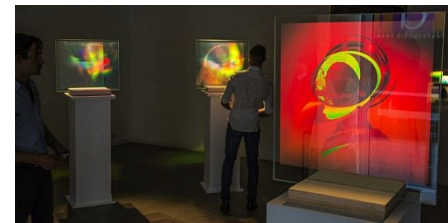
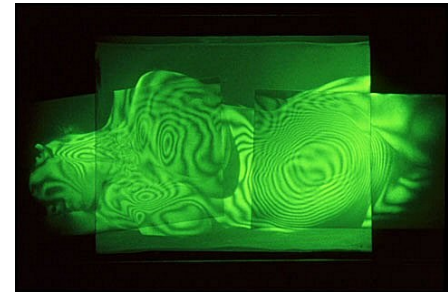
Segurança



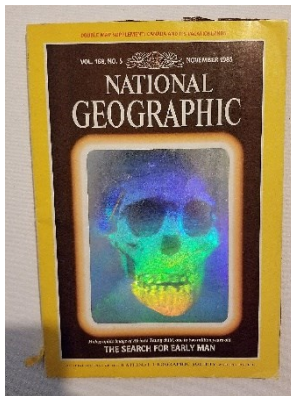
Tecnologia



Arte



Publicidade



Museus

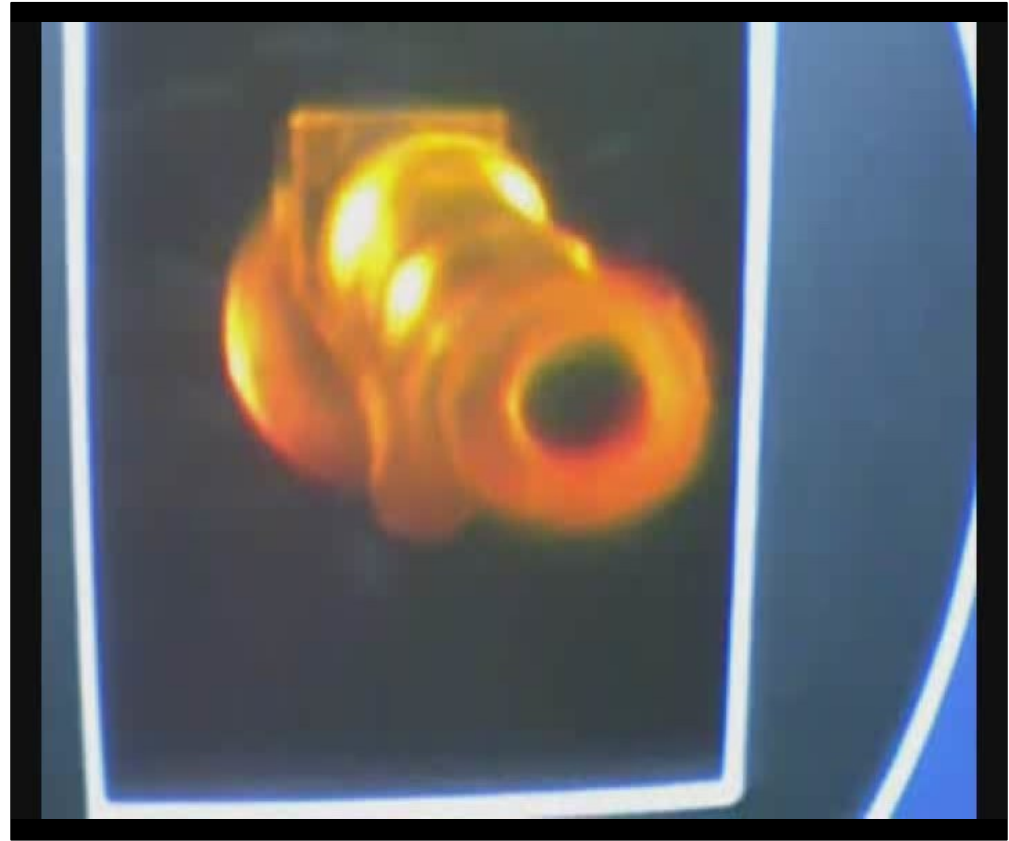


o que é Holografia?

Holograma é um registo da interação de dois feixes de luz coerente, na forma de um padrão microscópico de franjas de interferência.

Um feixe vai direto da fonte de luz e o outro provém da iluminação de um objeto.

Quando adequadamente iluminado, é capaz de exibir perspectivas 3D desse objeto.



A Palavra Holograma deriva das palavras gregas "**holos**" que significa tudo ou completo e "**gram**" que significa mensagem

© Holograma

O primeiro holograma foi concebido e produzido em 1948 por Dennis Gabor (Nobel da Física de 1971 pelo seu trabalho em holografia)

Inicialmente foram criados sem o uso de um laser, usando uma lâmpada de mercúrio ... exibindo apenas uma pequena profundidade



A **Luz Laser** difere das outras fontes de luz, pois é **coerente** e, idealmente, isto significa que a luz emitida é toda do mesmo comprimento de onda e está em fase

© Holograma

1947 **Denis Gabor**
desenvolve a
teoria da
holografia



1962 **Emmett Leith & Juris Upatnieks** criam o
primeiro holograma tridimensional de um
comboio e um pássaro, já usando o laser

1962 **Uri Denisyuk** inventa o holograma
de reflexão de luz branca



1968 **Stephen Benton** inventa o holograma
de transmissão de luz branca que
permitiu a produção em massa



1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010

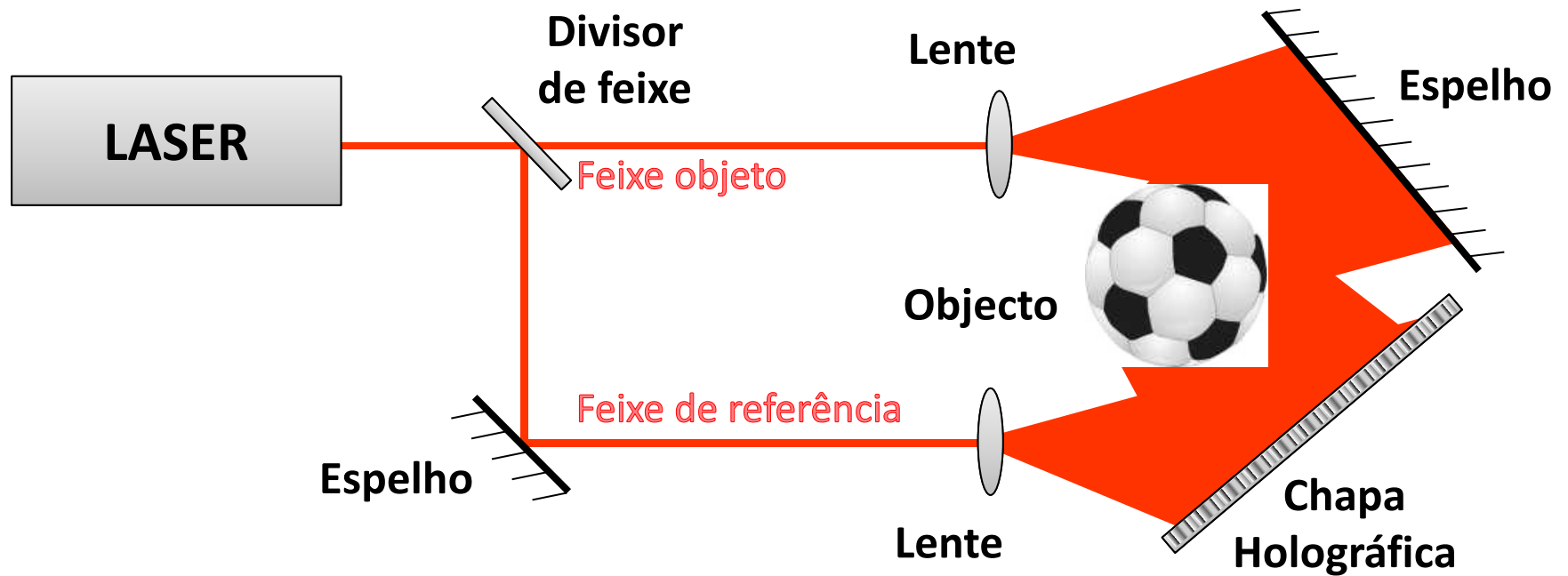
1960 **Theodore Maiman**
inventa o laser



1972 **Lloyd Cross** inventa o holograma
(de transmissão) integral de luz
branca que permite a produção de
hologramas a partir de filmes

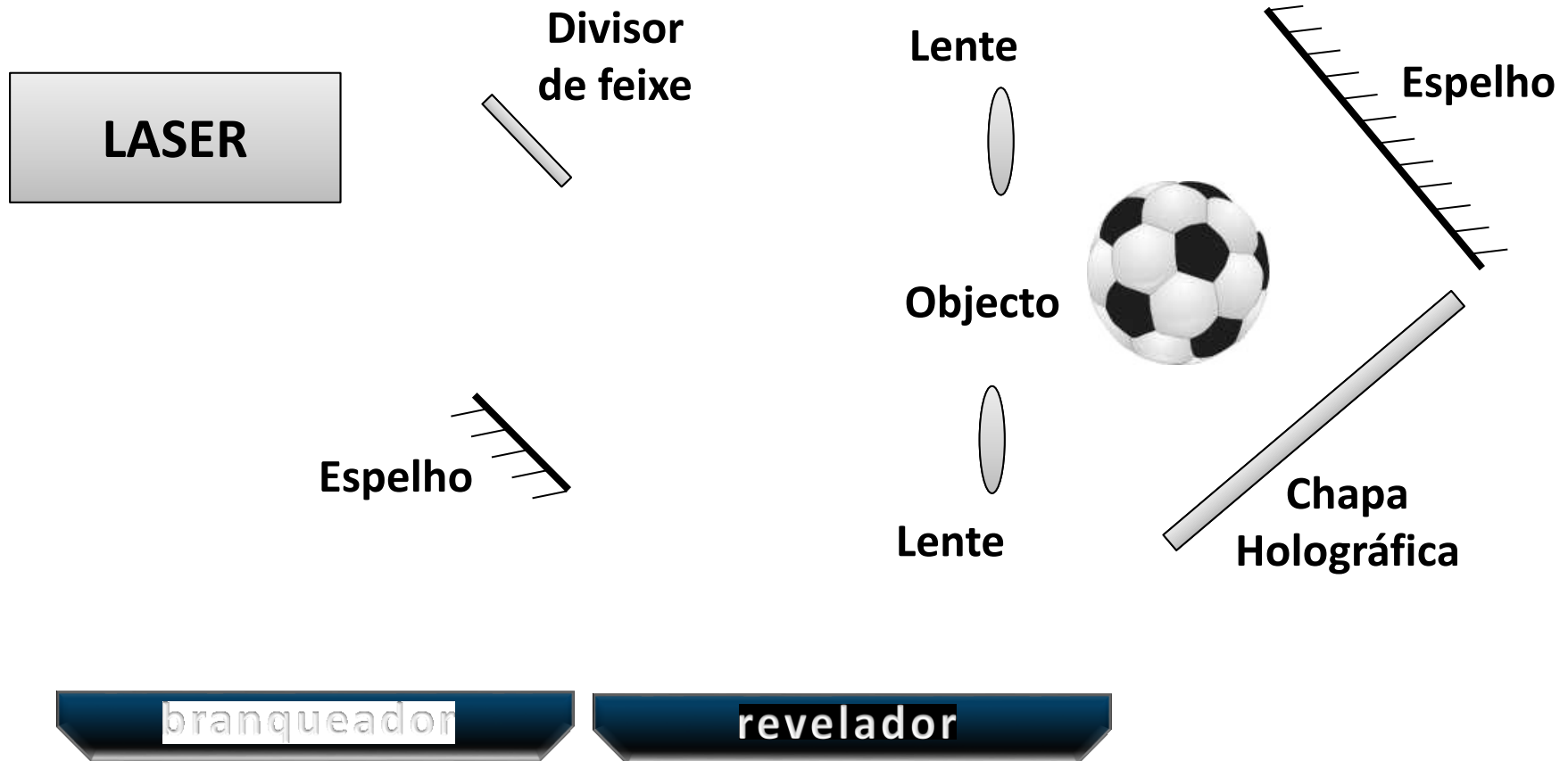
Holograma: Construção e Reconstrução

1. Registo em chapa holográfica



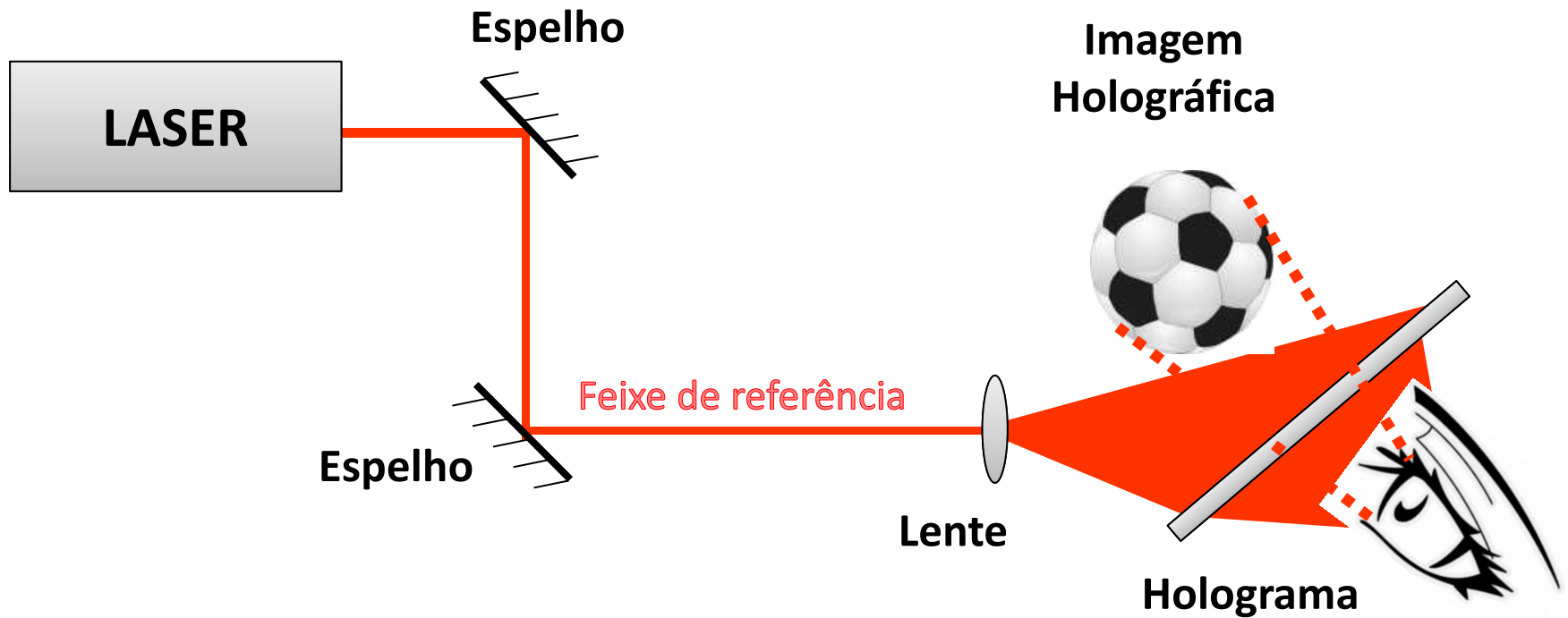
Holograma: Construção e Reconstrução

2. Revelação da chapa



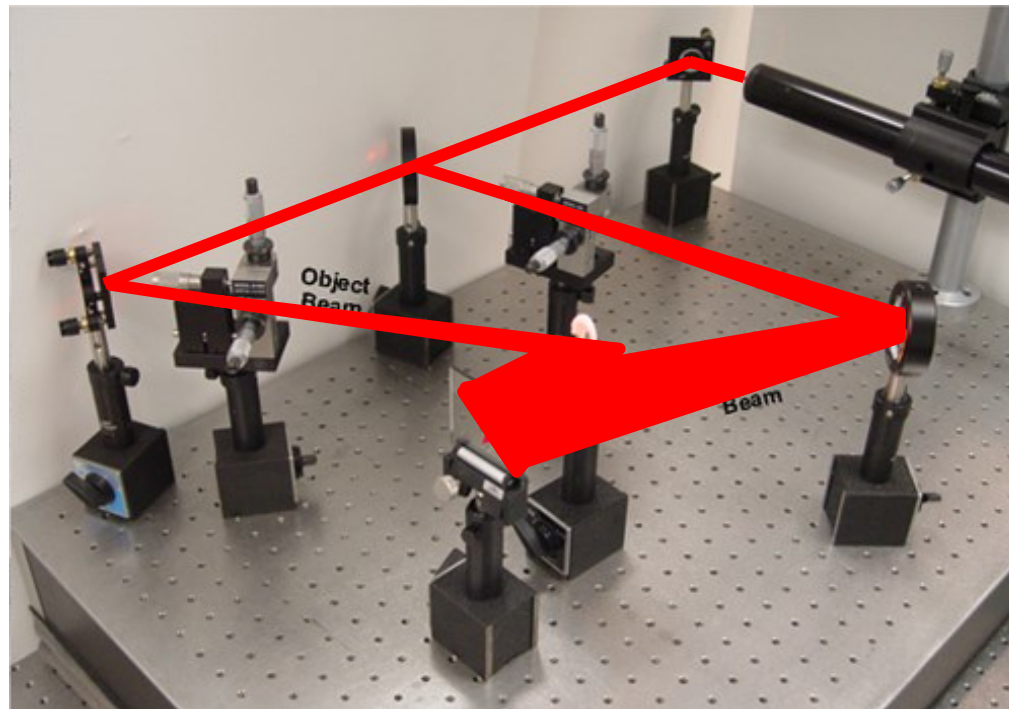
Holograma: Construção e Reconstrução

3. Reconstrução do Holograma



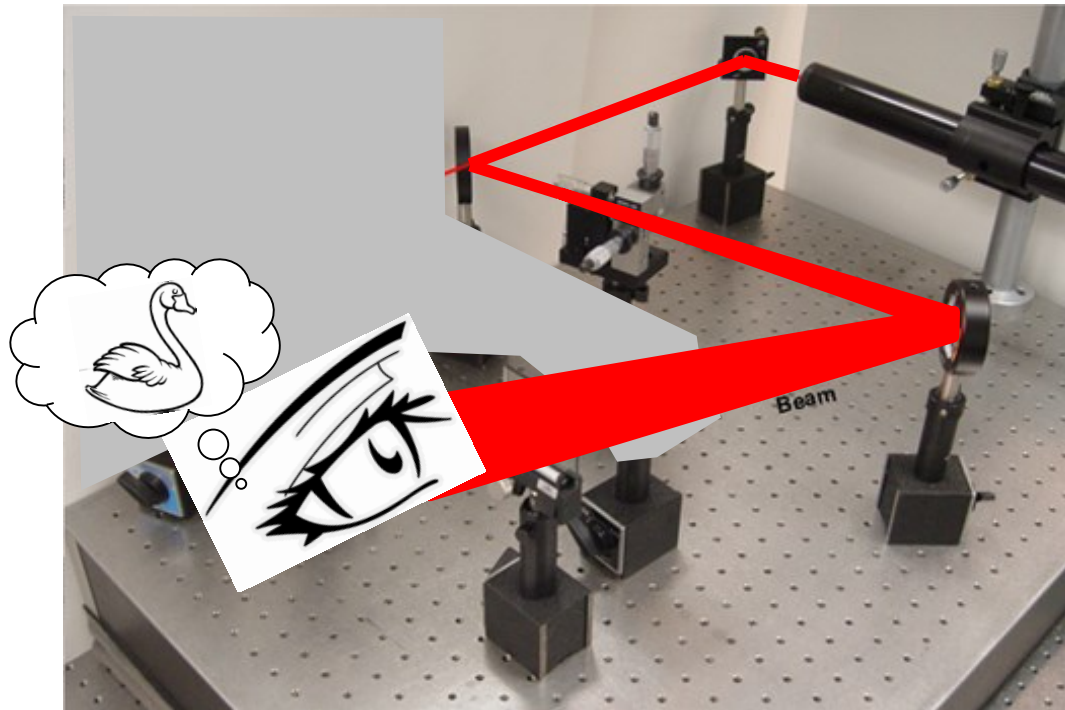
Holograma: Construção e Reconstrução

- E como é que a feita a construção e reconstrução de um holograma num laboratório de óptica?



Holograma: Construção e Reconstrução

- E como é que a feita a construção e reconstrução de um holograma num laboratório de óptica?

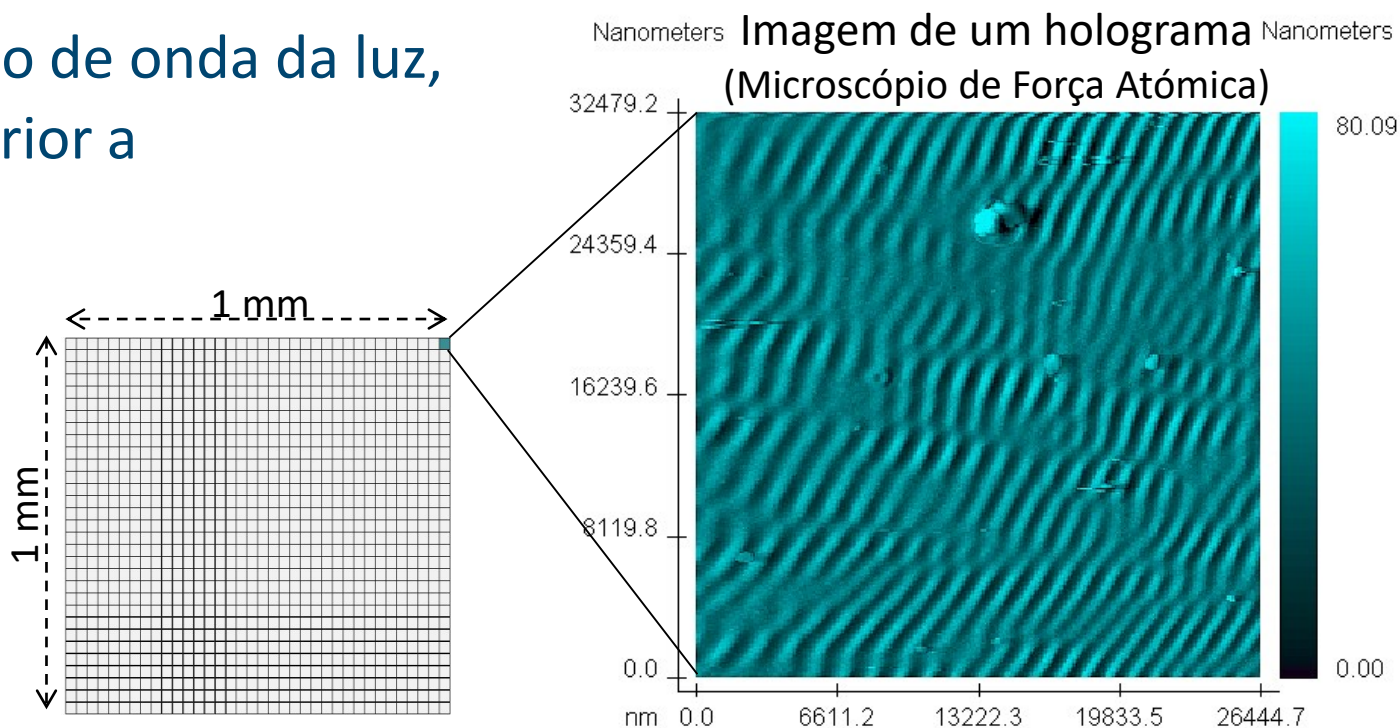


A montagem pode ser muito mais complicada ou muito mais simples ...
... dependendo do tipo de holograma que queremos fazer.

Por que é tão difícil fazer um hologramas?

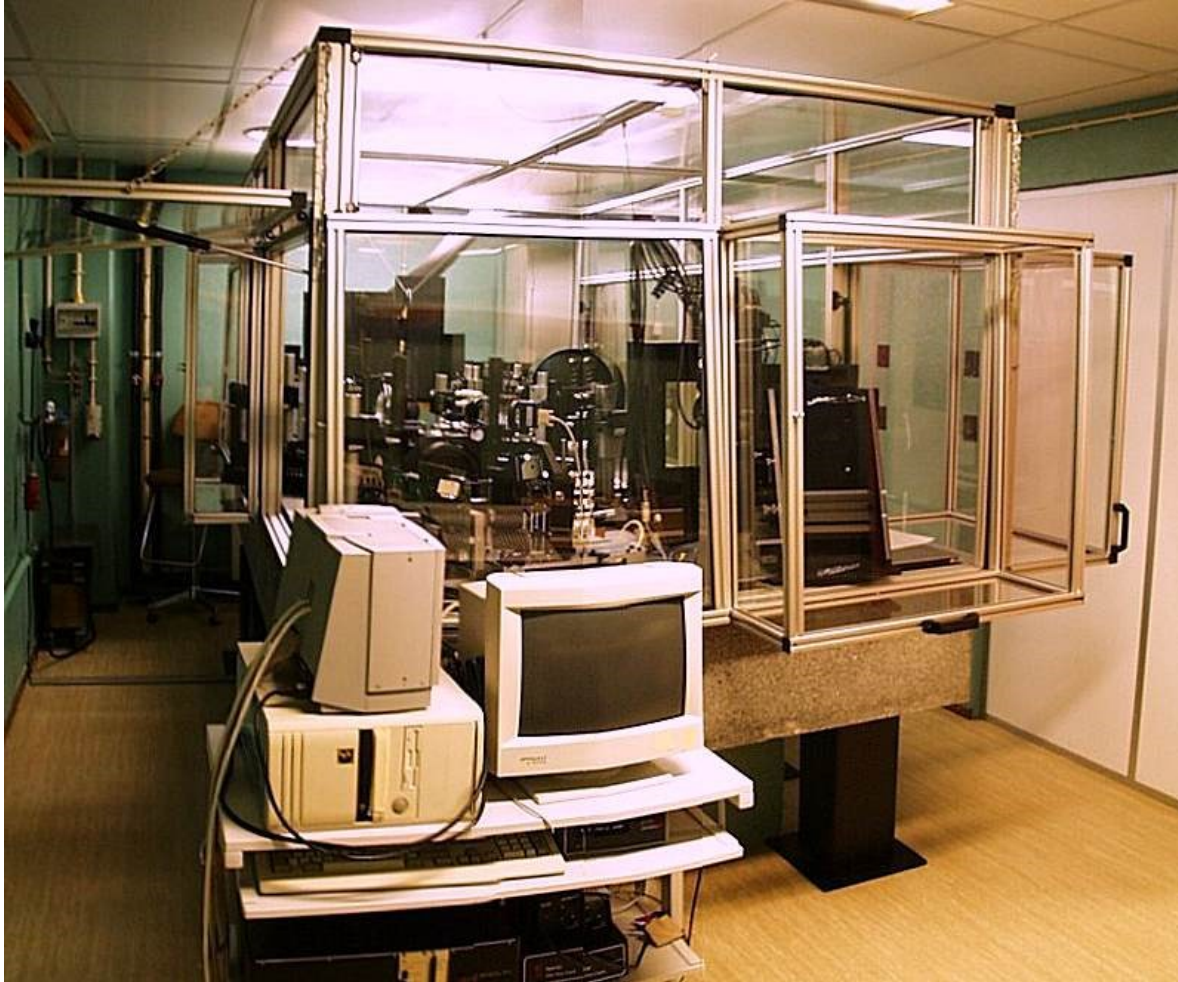
O maior problema, para além de necessitarmos de um Laser, é o nível de estabilidade mecânica necessária para toda a montagem óptica (laser, lentes, placa holográfica, suportes, etc).

A estabilidade dos componentes tem de ser bem inferior ao valor do comprimento de onda da luz, isto é, bem inferior a 1/1000 mm!!!



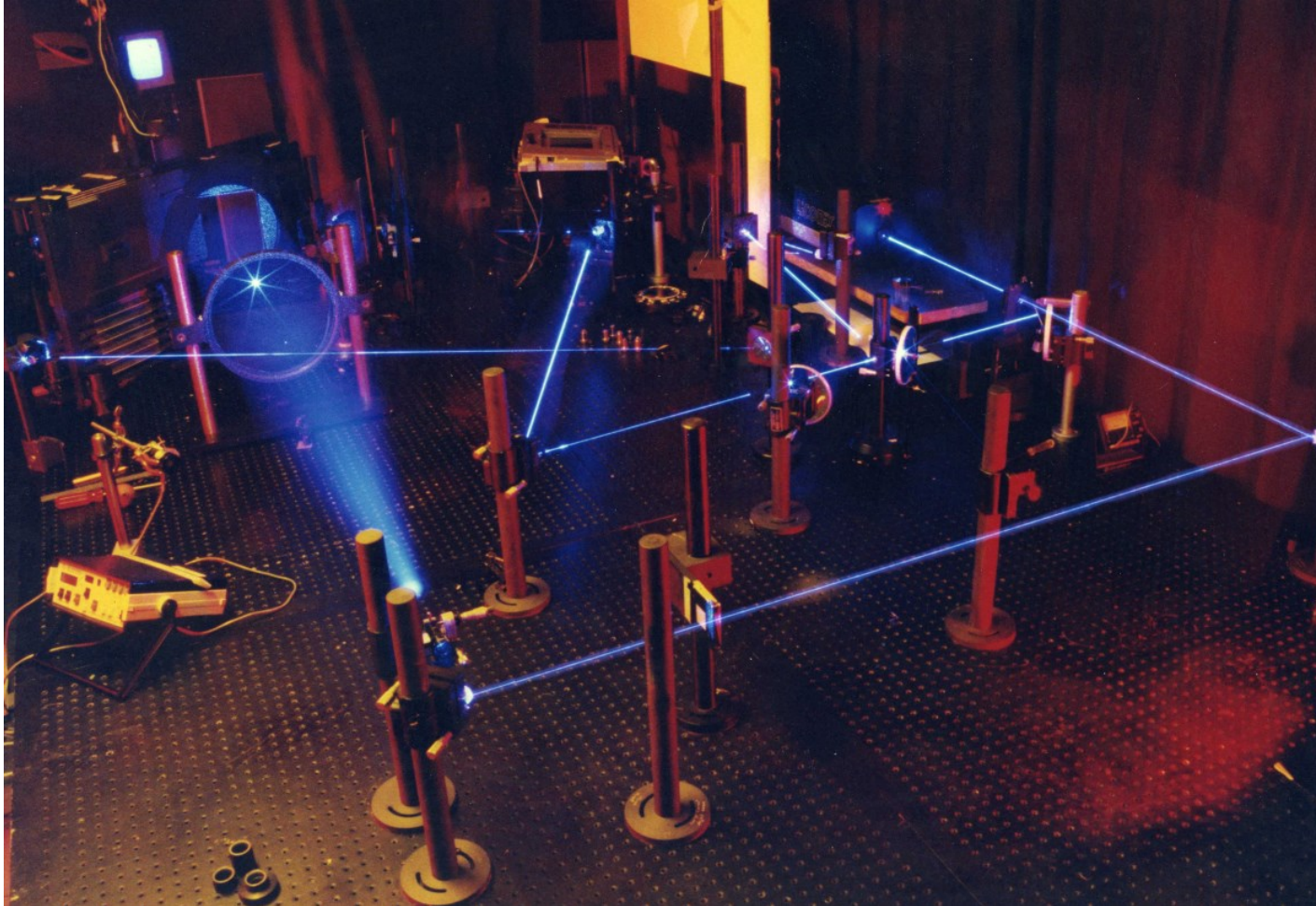
Holograma: Construção e Reconstrução

os hologramas mais complicados necessitam de laboratórios e montagens ópticas complexas...

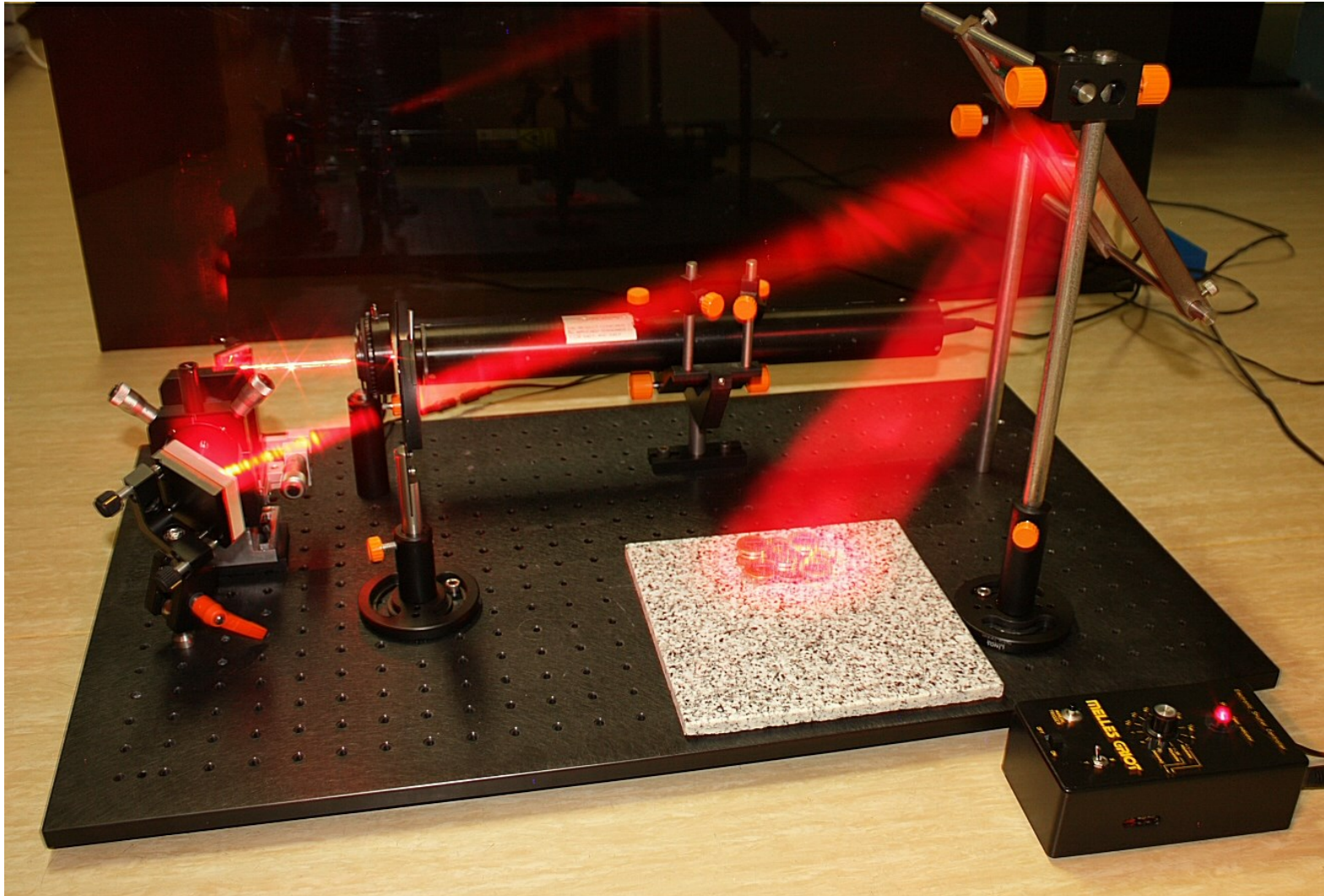


Holograma: Construção e Reconstrução

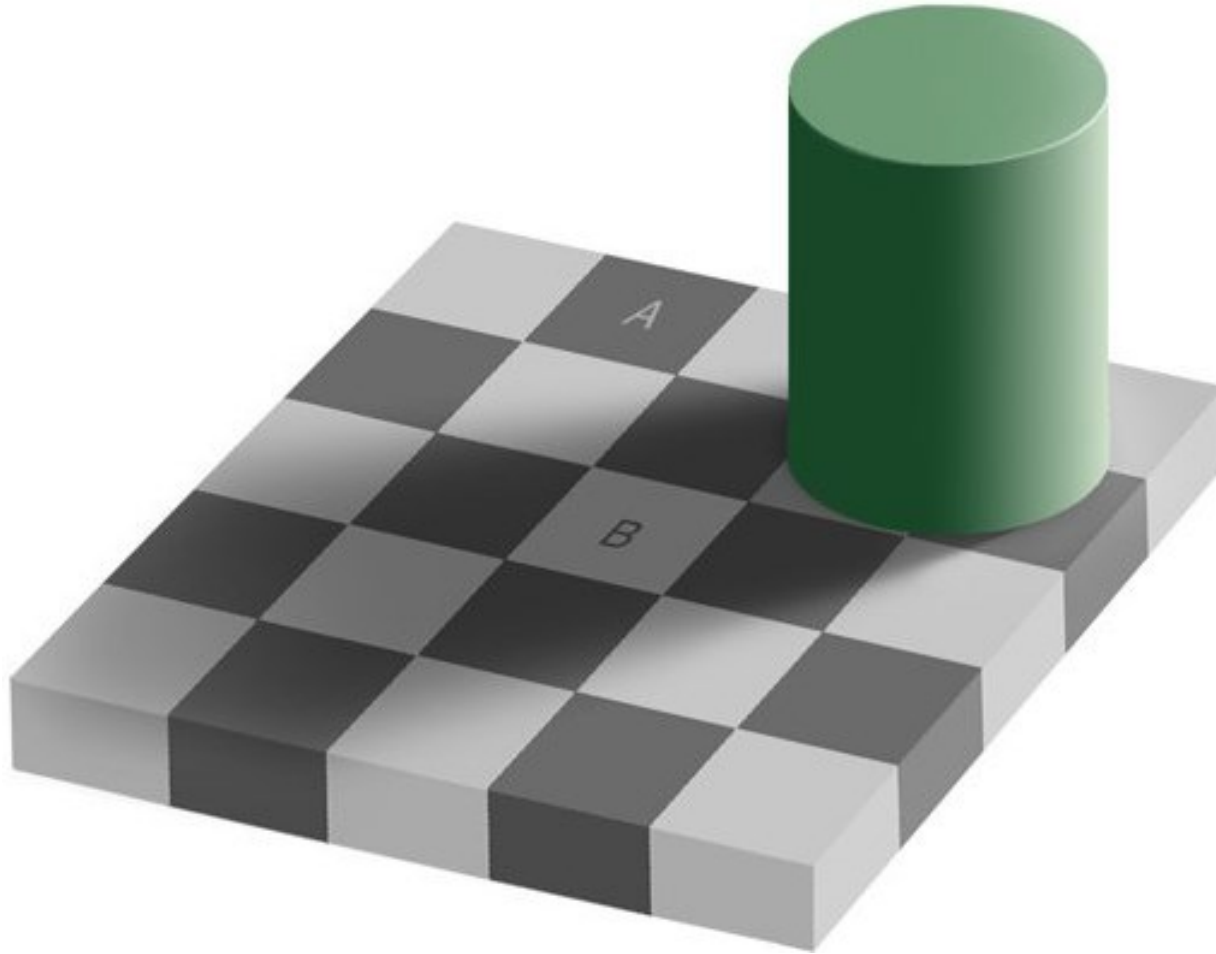
os hologramas mais complicados necessitam de laboratórios e montagens ópticas complexas...



Holograma: Construção e Reconstrução



O que não é Holografia?... Ilusão Óptica?!

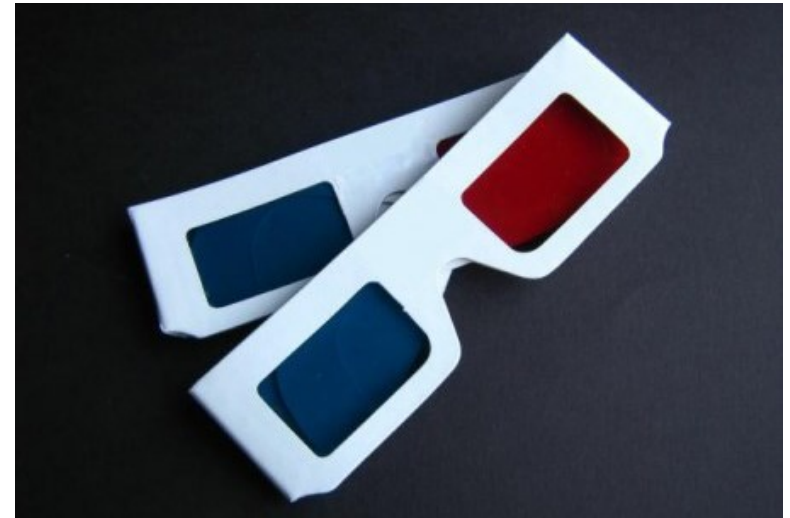
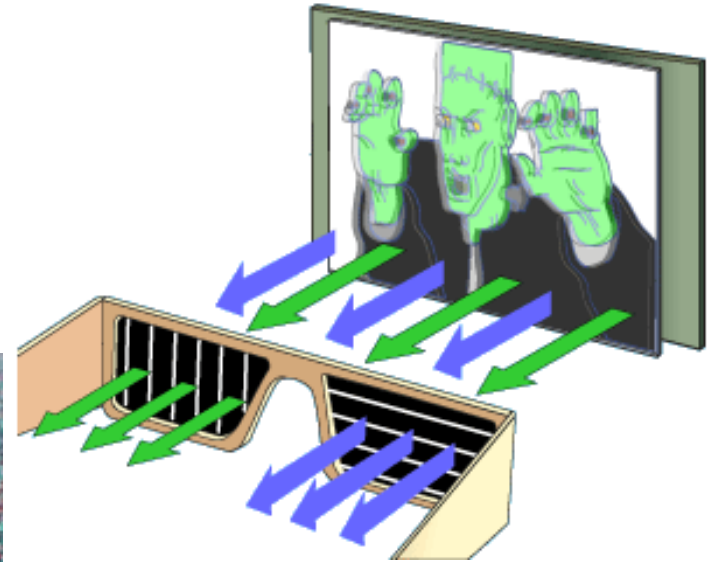
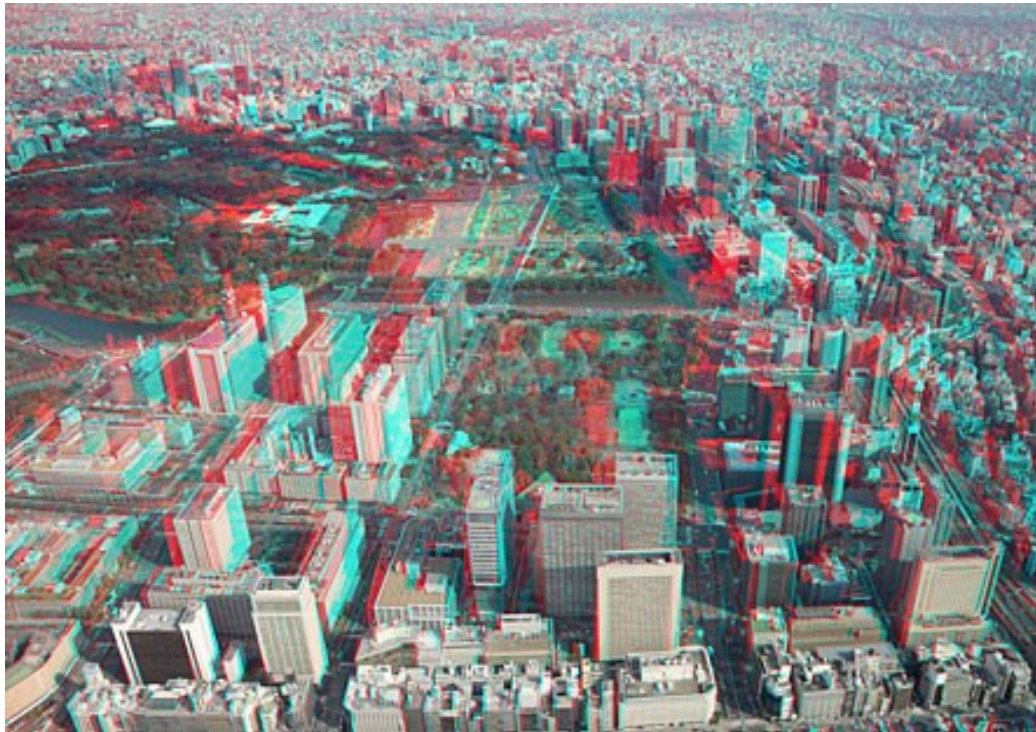


O que não é Holografia?... Ilusão Óptica?!



○ que não é Holografia?

Estereoscopia com luz polarizada (ou lentes coloridas)

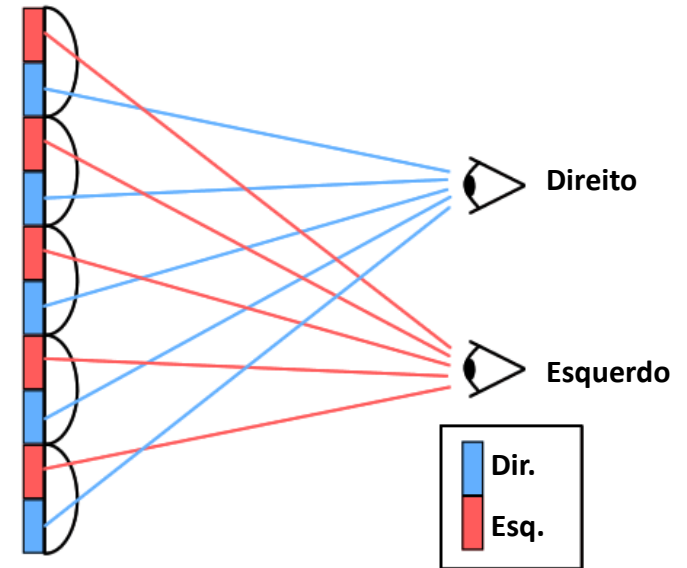


O que não é Holografia?

Imagens com redes lenticulares



Rede de lentes



© que não é Holografia?

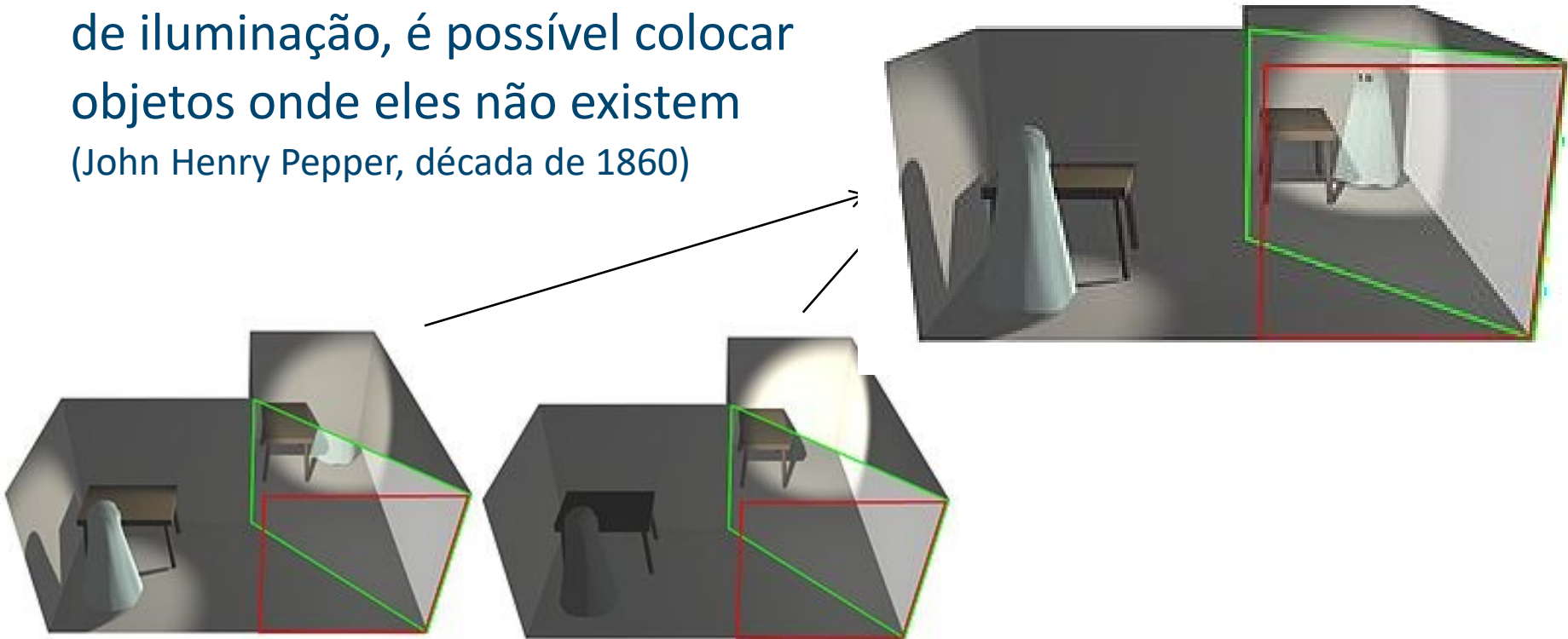
“Holograma” Pirâmide ... “Holograma” 2PAC ... ????



○ que não é Holografia?

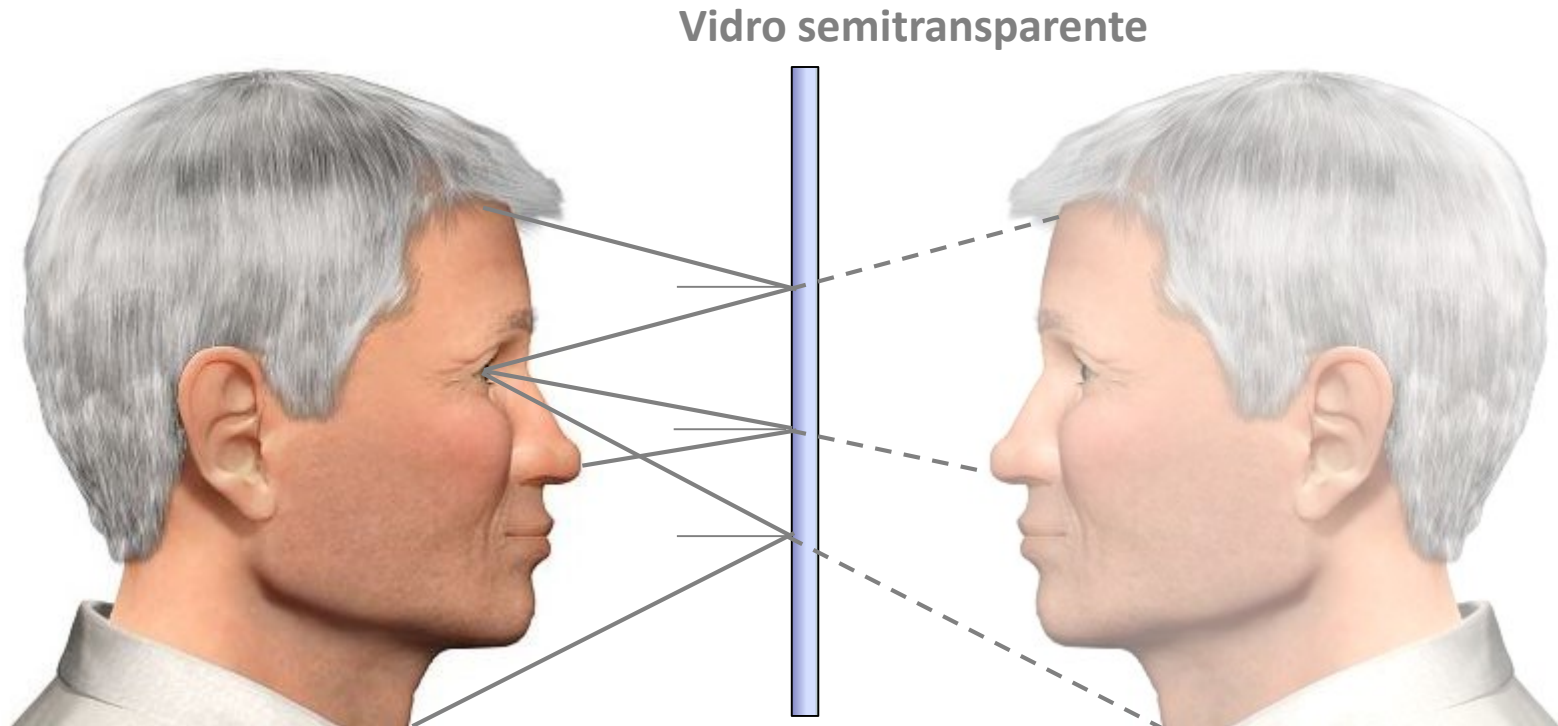
“Holograma” Pirâmide ... “Holograma” 2PAC ... ????

... ou “the Pepper’s Ghost” uma técnica de ilusão usada em alguns truques de magia. Usando uma placa de vidro (ou outro material) semitransparente e técnicas especiais de iluminação, é possível colocar objetos onde eles não existem (John Henry Pepper, década de 1860)



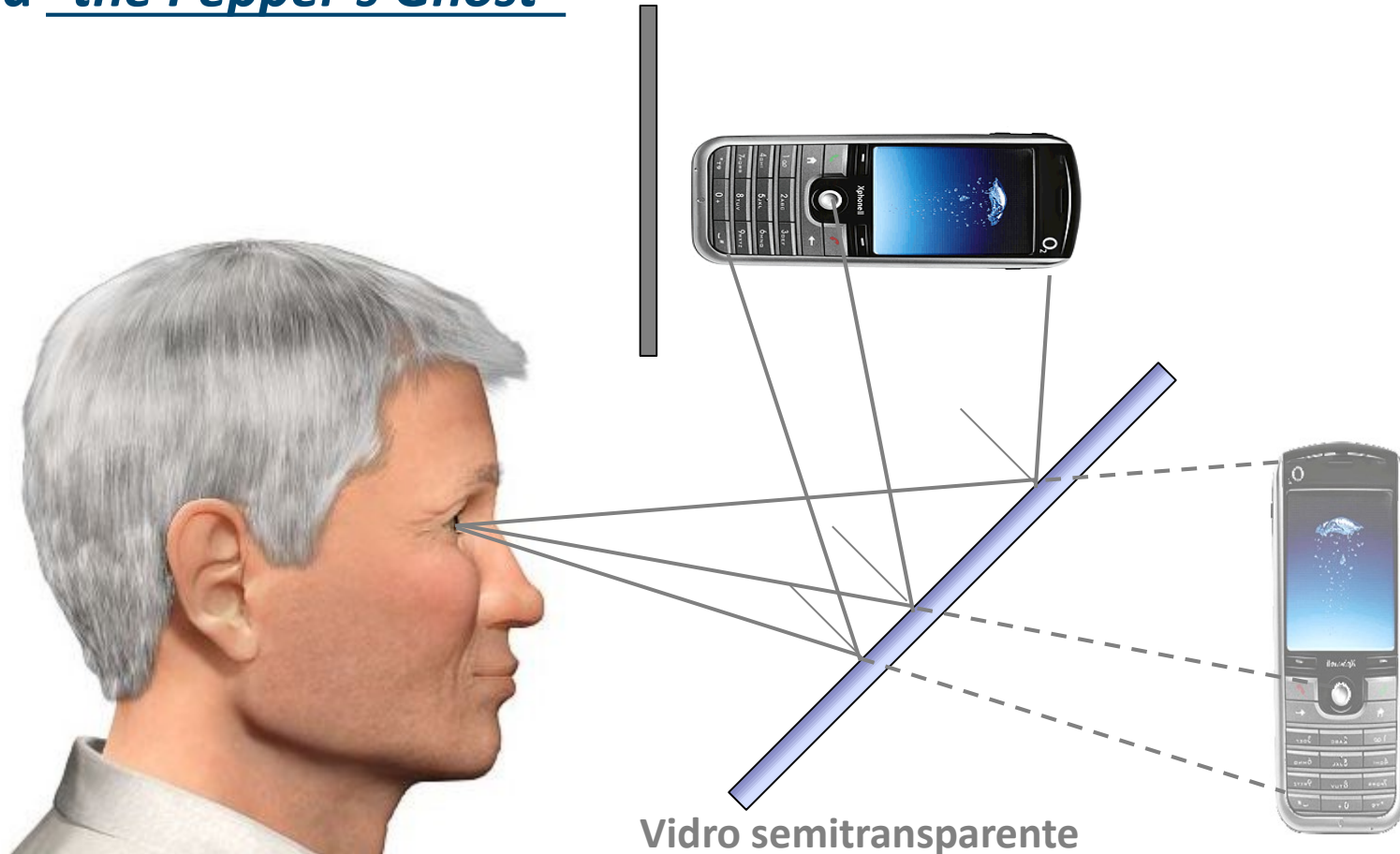
© que não é Holografia?

“Holograma” Pirâmide ... “Holograma” 2PAC ... ????
... ou “the Pepper’s Ghost”



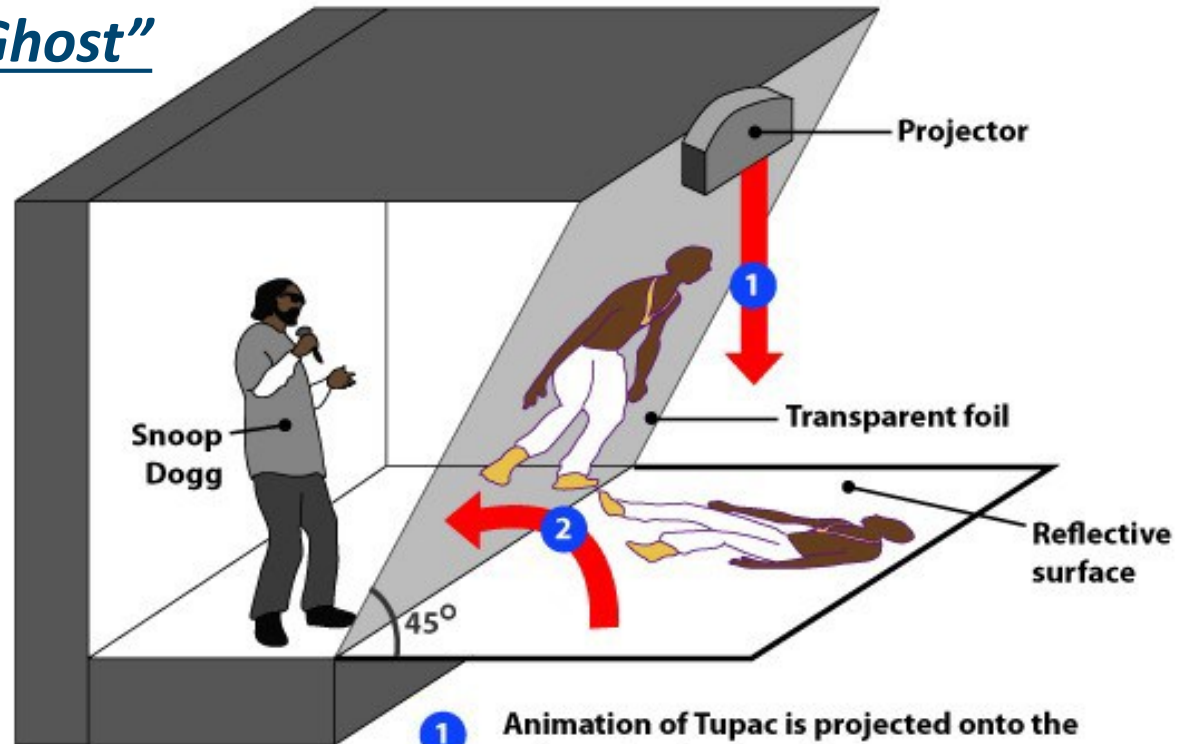
O que não é Holografia?

“Holograma” Pirâmide ... “Holograma” 2PAC ... ????
... ou “the Pepper’s Ghost”



© que não é Holografia?

“Holograma” Pirâmide ... “Holograma” 2PAC ... ????
... ou “the Pepper’s Ghost”



Source: Musion Eyeliner system patent (U.S. Patent No. 5,865,519, “Device For Displaying Moving Images In The Background Of A Stage”); Musion Systems Ltd.

- 1 Animation of Tupac is projected onto the mirrored surface
- 2 Image is reflected onto the transparent screen, which is angled such that the audience sees Tupac but not the foil.

Graphic by Roxanne Palmer for the International Business Times