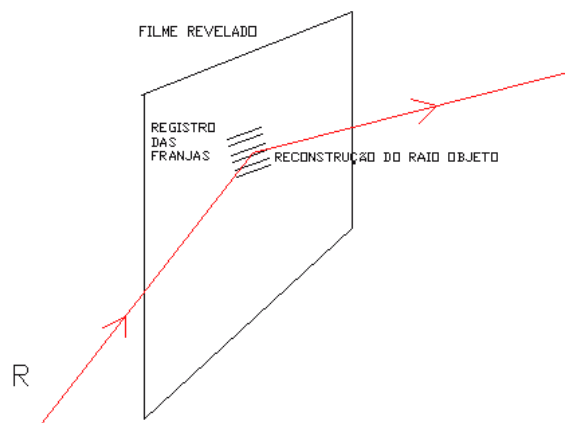


O comprimento de onda, para luz laser vermelha, é de 0,00065 mm, e o ângulo objeto é um valor entre 0° (incidência perpendicular) e 90° (incidência rasante). 45° é o valor usual do ângulo do feixe referência.

A distância entre franjas **d** diminui rapidamente quando aumenta o ângulo entre os feixes sendo invisível para ângulos maiores de 5°.

Para 45° temos que **d** vale próximo de 0,001 mm ou um micrometro.

Quando as franjas são liberadas para expor o filme, depois deste ser revelado temos uma estrutura periódica material. Esta estrutura é formada pelo material que ficou no filme e recebeu luz (franjas escuras) e as regiões vazias do material eliminado na revelação. Se então reposicionarmos o filme e o iluminarmos pelo feixe de referência ou por outro feixe na mesma direção, uma parte dele o atravessará normalmente, mas acontecerá um desvio de outra parte do feixe por causa da pequena estrutura, fato conhecido como **difração das ondas**.



Pelo fenômeno da difração a holografia "lê" a marca dos raios registrados, e devolve raios semelhantes em tudo.

Iluminando com o feixe de referência ou com um feixe na mesma direção e com o mesmo comprimento de onda, temos que o raio difratado sai na direção que tinha o raio objeto. Com o cálculo completo veríamos que também a relação de intensidades seria perfeita, dando os tons de cinza originais, que nenhum outro registro (fotografia, vídeo, etc.) consegue dar.

Com isto está explicado como reproduzir um raio. O miraculoso da holografia está também em que o processo pode ser aplicado quando não um, senão muitos, milhares de raios vindos das diferentes partes do objeto, chegarem ao filme junto com o feixe de referência.

A estrutura periódica que cada raio criaria se estivesse sozinho, cede uma parte para a que corresponde a outro raio, e os dois raios compartilham o material atingido por eles sem chegar a tomar todo o material de registro. Ou seja, que a informação da presença deles fica preservada e não resulta em material "velado" (completamente escurecido, no caso de filme fotográfico).

Visite: [www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/expo.htm](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/expo.htm) e venha ver e saber mais em nosso evento permanente "Exposição de Holografia"

## INTRODUÇÃO À HOLOGRAFIA

Prof. J.J. Lunazzi - UNICAMP - janeiro de 2008-2009

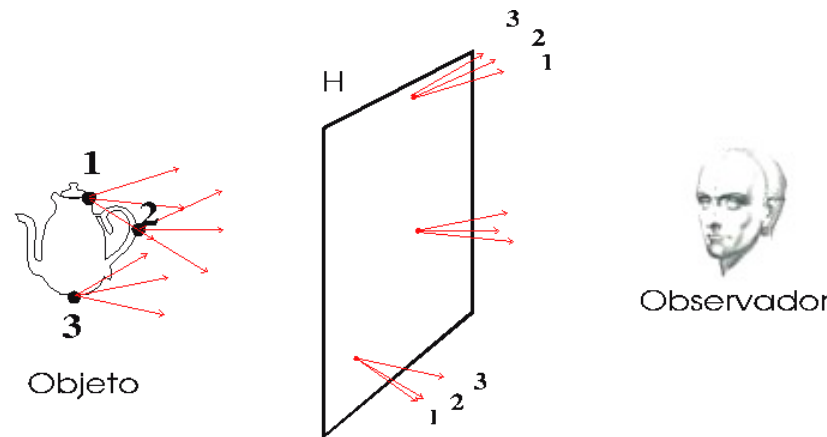
### INTERPRETAÇÃO SEGUNDO O PONTO DE VISTA DO REGISTRO DE RAIOS E SUAS DIREÇÕES

A palavra holografia vem do grego onde o radical *holo* significa "todo" e *grafia* quer dizer "registro". Assim holografia se refere ao registro do todo na imagem, nesse caso, a profundidade também, constituindo um registro tri-dimensional.

A holografia pode ser explicada como o registro e reprodução dos raios luminosos, como se acontecesse um "congelamento".

Desta maneira podemos atingir uma visão simples e prática do fenômeno, que envolve os princípios da interferência e difração das ondas, com muito menos formulação matemática da que usualmente aparece nos textos.

Consiste em observar uma cena tridimensional da seguinte maneira: De todos os pontos do objeto saem raios em todas as direções, como vemos exemplificado nos pontos 1, 2 e 3. Entre o objeto de onde os raios de luz são



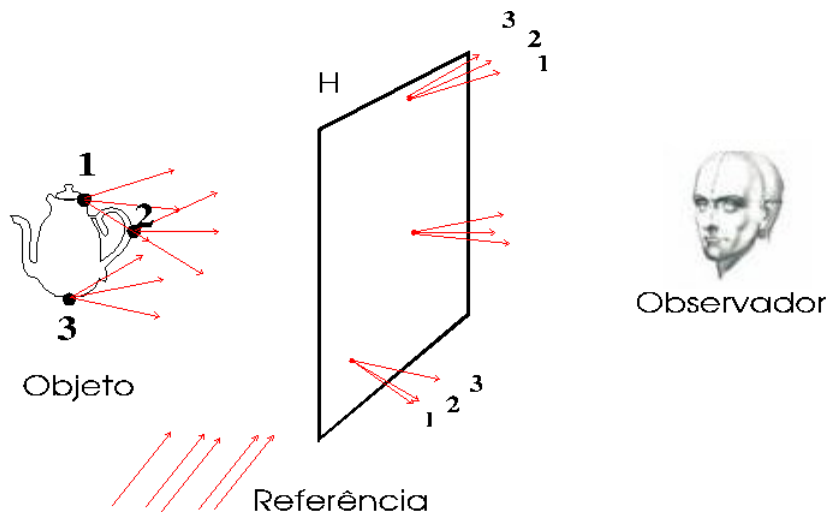
espalhados e o observador há um plano intermediário contendo em cada ponto um raio representando cada ponto do objeto. O observador, por possuir dois olhos, vê a cena em terceira dimensão, podendo se deslocar a outra posição para receber outros raios que vão lhe mostrar uma nova perspectiva do objeto, a cena desde outro ponto de vista.

**Como é num espelho?**

=====>

Um espelho, afinal, é um desviador de raios de um objeto, e um observador que vê uma imagem em um espelho de qualidade perfeita não sabe dizer se está vendo um objeto ou uma imagem dele, sem recorrer a observações adicionais. A pessoa percebe que o objeto está por perto, e entende se tratar de uma reflexão. O espelho seria também um caso de plano intermediário idêntico ao H que colocamos aqui.

### Como é no holograma?



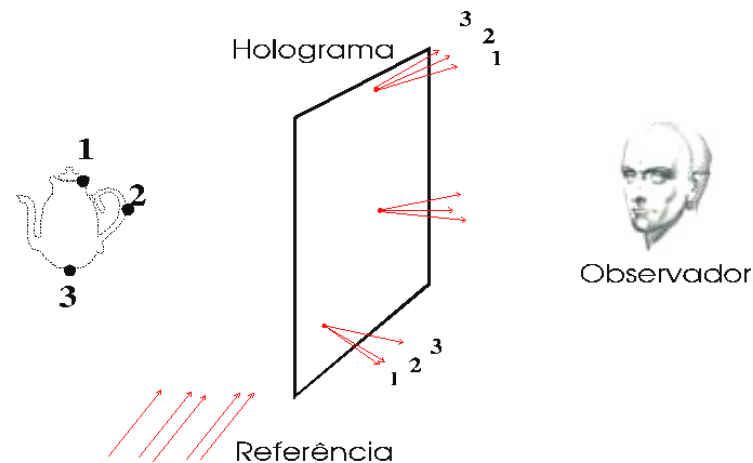
Temos um objeto sendo iluminado em qualquer direção ou direções por uma fonte de luz monocromática coerente, chamemos ela de luz "pura" (idealmente um laser, e o mais comum é que ele seja vermelho).

O observador vê o objeto por meio de todos esses raios, e devemos entender que se esses raios fossem reproduzidos no plano H, não haveria como deixar de ver ao objeto exatamente como ele é visto sempre.

Preparando-nos para fazer a reprodução, escolhemos um plano intermediário H onde fazemos incidir lateralmente um feixe uniforme, que chamamos de "feixe de referência". Ali colocaremos um filme fotográfico de altíssima nitidez para ser exposto e revelado. Note que não há lentes formando imagem.

Pois bem, o holograma faz exatamente isso, devolve todos os raios que chegaram no plano H, conservando sua direção e sua intensidade perfeitamente. Para isso necessitou de um feixe de raios simples, que chegasse lateralmente, o chamado feixe de referência. Referência de que? De ângulo, de inclinação. A holografia consegue ter um registro que indica o ângulo em que o feixe chegou, a fotografia somente registra a intensidade.

Depois da revelação do filme retiramos o objeto de seu lugar e a imagem que sai do holograma fica então assim:



Usou-se um feixe igual ou muito semelhante ao referência para obter o mesmo plano H de quando o objeto estava realmente. A pessoa vê o objeto como se ainda estivesse ali. Vê a imagem tridimensional com suas nuances de perspectiva, podendo ver também de lado.

### DESCRIÇÃO MAIS DETALHADA DO FENÔMENO

Como a holografia faz para "congelar" os raios do objeto? Trata-se de um perfeito casamento entre o fenômeno da INTERFERÊNCIA e o da DIFRAÇÃO. Vejamos o caso de um raio do objeto se encontrando com um raio do feixe referência em um ponto (pequena região) do filme holográfico. O encontro de dois raios "coerentes" (que tanto podem somar-se como cancelar-se), tipicamente os de luz laser, ou de lâmpada de vapor de mercúrio de baixa pressão e filtrada gera uma estrutura periódica de franjas que, ao iluminar o filme, ficará gravada.

Na interferência, o encontro de luz com luz pode produzir não somente luz como também escuridão, alternadamente. Luz pode cancelar luz, poderíamos falar de luz em fase positiva e luz em fase negativa para entender o fenômeno.

