

**Universidade estadual de Campinas**

**F 709 Tópicos de Ensino de Física II**



**Relatório de montagem e apresentação de experiências ópticas.**

**Aluno:** Reginaldo Zancani Werle **Ra** 046046

**Professor e orientador:** José Joaquim Lunazzi

## **1-Resumo:**

Este relatório expõe minhas experiências vividas na disciplina F 709 do Instituto de Física Gleb Wataghin -IFGW. Tal disciplina tem como objetivo promover a inserção do aluno em experiências que serão vividas por ele como professor de ensino médio, assim sendo foram desenvolvidos experimentos com finalidade didática e apresentação de experimentos tradicionais de óptica, bem como a apresentação de uma aula de holografia.

Os experimentos aplicados se restringiram ao campo da óptica, por motivos óbvios de tempo, assim assuntos tradicionais da óptica foram abordados, como reflexão, refração e difração. Foi elaborado também um painel de holografia, que fixa os itens necessários para sua apresentação.

## **2-Introdução Histórica:**

Holografia é uma forma de visualizar ou projetar imagens em três dimensões. É utilizada pela Física como técnica fotográfica a partir de 1947, desde que seu método foi introduzido pelo húngaro Dennis Gabor, ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1971.

Laser tornou a holografia possível.

Em 1947, Dennis Gabor (1900-1979), um cientista húngaro, começou a esboçar uma teoria. Gabor afirmava que os raios de luz que entram nos nossos olhos poderiam ser manipulados de maneira que nos fizessem ver objetos que não existiam realmente. Ele comprovou isso por meio de cálculos complicadíssimos. Mas apesar de suas contas não apresentarem falhas, não se conhecia uma fonte de luz forte e precisa o suficiente para responder às suas equações.

Somente nos anos 60, com a descoberta do laser, é que as teorias de Gabor puderam ser comprovadas. O que ele havia inventado era a holografia. Façanha que lhe renderia um prêmio Nobel de Física, mas apenas em 1971.

No final dos anos 80 e começo dos anos 90 o laser deixou de ser usado na exibição de holografias. Hoje, há holografias que podem ser vistas com qualquer luz.

## **3-Teoria:**

### **3.1- HOLOGRAFIA E FOTOGRAFIA:**

Apesar de frequentemente comparada à fotografia, a holografia é uma técnica radicalmente diferente. A holografia é baseada em princípios ópticos que não são utilizados na fotografia, e os hologramas têm propriedades físicas completamente diferentes das fotografias. A única semelhança entre eles é que ambos utilizam a luz para impressionar um material fotossensível (filme). A diferença mais gritante entre um holograma e uma fotografia é a terceira dimensão que pode ser percebida no primeiro, através da dimensão e profundidade da imagem. Quando olhamos uma fotografia, por mais que nos movamos em relação a ela, a imagem permanece fixa num ponto de vista. Nós percebemos apenas uma imagem plana e bidimensional mostrada na

superfície do papel, composta de inúmeros pontos claros e escuros que constroem a imagem. A nossa mente sabe que aquele é um ponto de vista bidimensional de uma imagem tridimensional, mas a informação 3D não é registrada na foto.

Outra diferença é que imagens holográficas podem ser construídas de modo que a imagem "flutue" a uma certa distância do filme, à sua frente. Uma imagem holográfica conhecida com este efeito é um microscópio onde precisa-se encaixar o olho na ocular que sai do filme para ver um inseto ampliado. As propriedades ópticas dos elementos holografados são preservadas, de modo que se holografar uma lente frente a um texto, você verá o texto ampliado no holograma exatamente como se o estivesse observando com uma lente real. Entretanto há limites quanto à distância que um holograma pode se destacar do plano desta maneira.

### **3.2- HOLOGRAMA DE REFLEXÃO:**

Os hologramas de transmissão possuem a melhor paralaxe, profundidade e resolução quando bem executados, entretanto possuem o inconveniente de não serem visíveis com luz branca, apenas com luz laser. Um dos hologramas que conseguem satisfazer esta exigência é o holograma de reflexão com feixe simples, também chamado de holograma Denisyuk, em homenagem ao cientista soviético Y. N. Denisyuk, que desenvolveu a sua técnica em 1961. Este holograma tem a vantagem de ter a sua imagem reconstruída com luz branca incoerente, permitindo a sua visualização com uma lâmpada incandescente comum.

A montagem é feita colocando-se o objeto a ser holografado o mais próximo possível ao plano do filme, e iluminando-o pelo lado oposto com um único feixe de laser. Quando o feixe atinge o filme, o seu padrão serve como referência para a luz que será refletida pelo objeto ao atravessar o filme transparente, possibilitando a interferência entre os dois, que armazenará toda a informação necessária para sua reconstrução. Neste tipo de holograma, apenas a parte do objeto mais próxima ao filme será bem registrada, A impossibilidade de se fazer cópias deste tipo de holograma também é uma limitação séria. Adicionalmente, não temos flexibilidade para variar a iluminação do objeto, pois a mesma será sempre alinhada com o ângulo do feixe de referência. Quando necessitamos iluminar um objeto mais complexo, um feixe único de luz é insuficiente para conseguirmos resultados adequados. Além disso, não podemos controlar a razão entre as intensidades do feixe de referência e o feixe do objeto, fator importante para a obtenção de hologramas eficientes.

Esta é também uma das montagens mais acessíveis ao iniciante, pela sua simplicidade e o número reduzido de componentes ópticos utilizados. A sua visualização com luz branca também é um apelo positivo desta técnica.

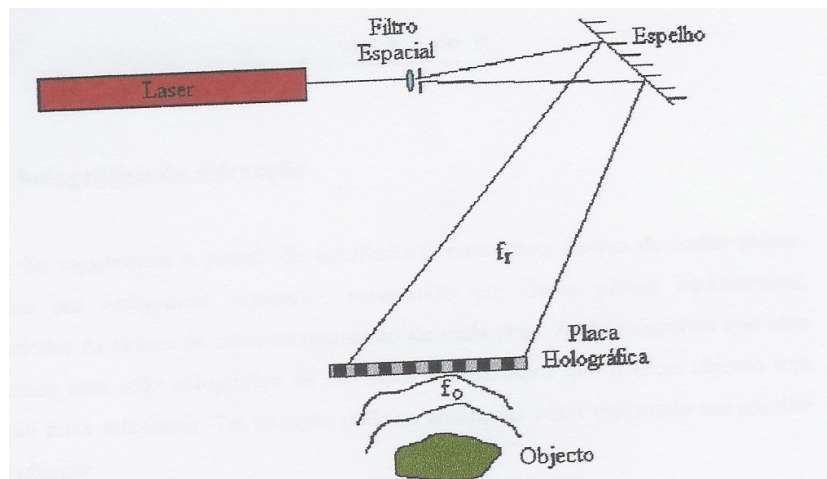


Fig. 3.2 Diagrama esquemático da montagem de reflexão no sistema homográfico.

### 3.3- HOLOGRAMA DE TRANSMISSÃO:

O holograma de transmissão com feixe simples foi a primeira montagem funcional para a execução de um holograma. Ele foi desenvolvido por Emmett Leith e Juris Upatnieks na Universidade de Michigan entre 1962 e 1964. O objeto a ser holografado é colocado a uma pequena distância do filme e o conjunto é iluminado com um laser pelo mesmo lado do objeto. A luz refletida pelo objecto interfere com a porção da mesma que atinge diretamente o filme, criando o padrão de interferência que armazena a informação espacial do objeto.

O holograma de transmissão deste tipo é visível apenas através da sua iluminação com a mesma fonte de luz que o originou, e do mesmo ângulo original em que se encontrava no momento da exposição. Este holograma tem limitações sérias de visualização (é necessário um laser para a sua reconstrução), além daquelas relacionadas com o volume do objeto, pois o laser HeNe 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 último motivo, apenas as partes do objeto mais próximas ao filme são mais bem registradas. A iluminação do objeto também é comprometida pela dificuldade de distribuição da luz sobre o mesmo de uma forma homogênea. Entretanto este holograma pode ser copiado por contacto, permitindo sua reprodução.

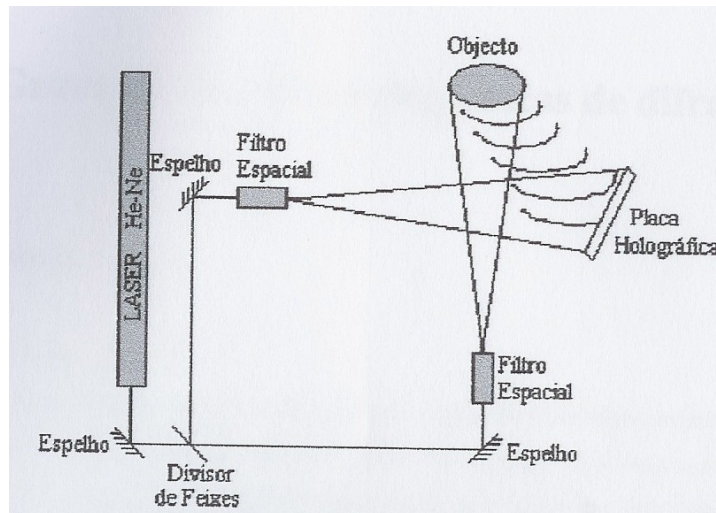


Fig. 3.3 Diagrama esquemático da montagem de transmissão no sistema homográfico.

#### 4- Montagem experimental do painel de holografia:

O painel de holografia foi montado para servir de suporte para os hologramas bem como para as lâmpadas de filamento que são utilizadas para a projeção da imagem. A fotografia abaixo mostra o painel elaborado.



Fig. 4.1 Painel de exposição elaborado pelos alunos.

As dimensões do painel de holografia (assim chamado pela equipe do projeto) eram mais modestas, uma vez que apenas seis hologramas eram afixados em cada apresentação, além disso, cuidados referentes à agilidade na montagem e desmontagem foram tomados no processo de elaboração do projeto, assim o “painel holográfico” era desmontado facilmente em três principais partes em questão de poucos minutos (algo em torno de dez minutos), uma vez que semanalmente e apenas durante algumas horas, tais painéis eram

apresentados. Contudo os materiais utilizados em sua confecção não fogem ao estereotipo comum de um painel de apresentação, a fiação foi necessária para alimentar as seis lâmpadas (uma para cada holografia), as barras laterais eram do tipo encaixe, e subdividida em três partes (base, inferior e superior) e os hologramas eram afixados em uma barra superior, três de cada lado, e apoiados em uma madeira que compunha o fundo do painel.



Fig. 4.2 Painel de Holografia.

Um transformador foi utilizado para reduzir a tensão de 110 volts para 12 volts, que é a tensão indicada para as lâmpadas, e a fixação das lâmpadas foi estipulada para um ângulo de  $45^\circ$  em relação a uma perpendicular a superfície do holograma.

### 5- Aulas:

As aulas sobre holografia foram ministradas inicialmente pelo professor José Joaquim Lunazzi, assim todos os dados teóricos e dinâmicos da aula foram apresentados anteriormente. Nas semanas seguintes os alunos da disciplina 709 e colaboradores do projeto fizeram a apresentação das aulas. Noções básicas de óptica foram tratadas em sala aula (reflexão, refração e difração) e as principais diferenças entre holografia e fotografia. As aulas foram apresentadas apenas para alunos do ensino público de nível médio ou técnico. Ministrada a aula, que durava em torno de uma hora, os alunos eram divididos em 3 grupos para a apresentação dos experimentos. Os experimentos dividiam-se em três grandes grupos: reflexão e difração, refração e holografia.

### 6- Experimentos:

Os experimentos eram realizados em forma de rodízio, assim sendo cada um dos monitores (alunos ou colaboradores do projeto) assumiam a liderança de

um grupo, apresentando, incentivando discussões e explicando funcionamento e teoria de cada experimento.

### 6.1- Reflexão e difração:

Este tópico consistia em explicar fenômenos de reflexão, como ângulos de incidência e reflexão de feixes de luz de uma fenda ou múltiplas fendas em espelhos planos, côncavos e convexos, bem como explicar a difração por um CD-ROM ou uma tela de difração. Segue abaixo alguns dos principais experimentos deste tópico.



Fig. 6.1.1 Minerais brutos e polidos (espelhos antigos).

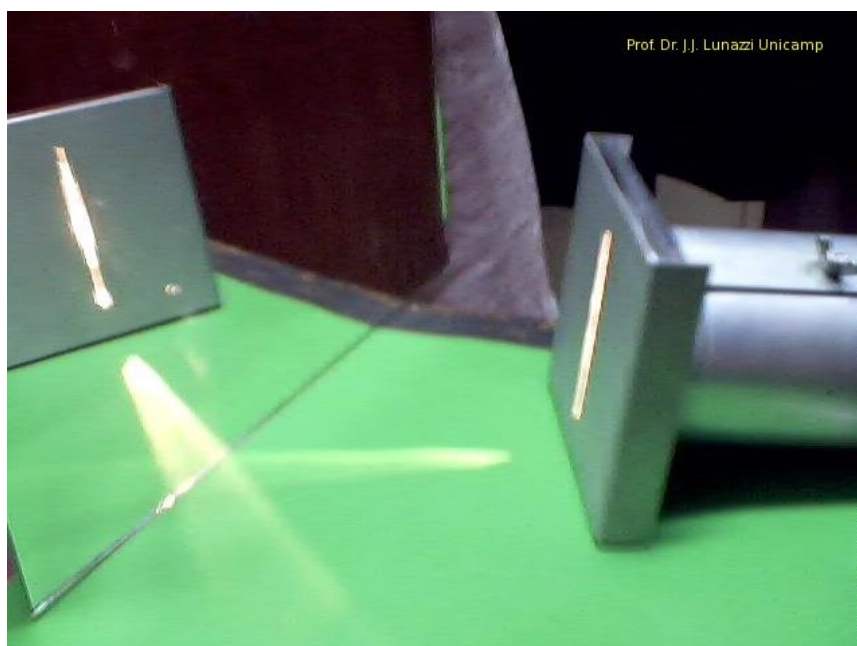


Fig. 6.1.2 Reflexão por uma fenda em um espelho plano



Fig. 6.1.3 Experimento da pupila.

## 6.2- Refração:

Este tópico consistia em explicar fenômenos de refração por lentes. Explicando a mudança de trajetória da luz quando atravessa um meio translúcido com coeficiente de refração diferente do ar. Segue abaixo alguns dos principais experimentos deste tópico.



Fig. 6.2.1 Lupa (lente convergente).



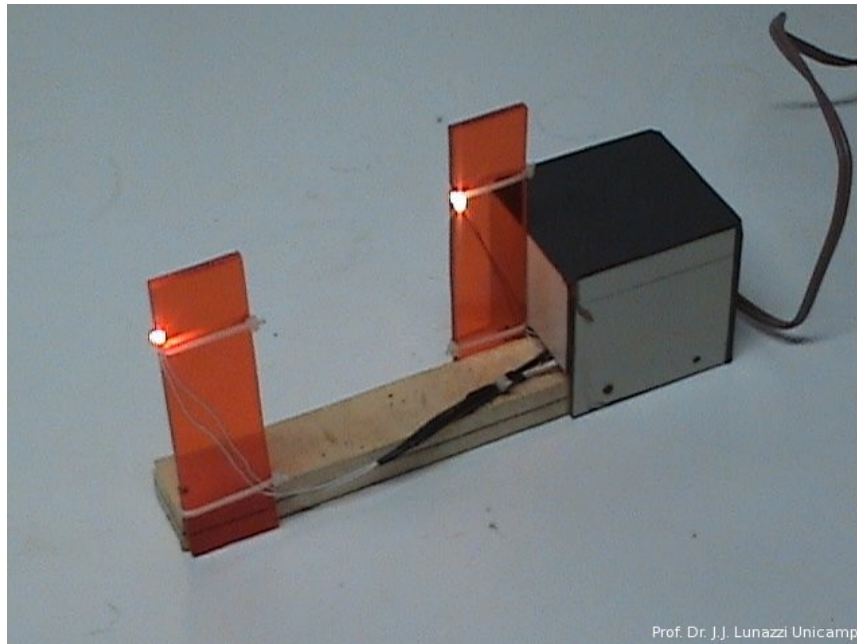


Fig. 6.2.2 Equipamento para estudar formação de imagens por lentes em profundidade.

### 6.3- Holografia:

Este tópico consistia em apresentar alguns hologramas e explicar a noção de profundidade em imagens, diferenciando-os assim de uma fotografia. Este tópico consistia em duas partes, uma com um experimento chamado “andar nas nuvens” onde um espelho plano é colocado sobre o nariz e abaixo dos olhos, para causar a impressão de estar-se andando nas nuvens e a apresentação do painel holográfico citado acima.

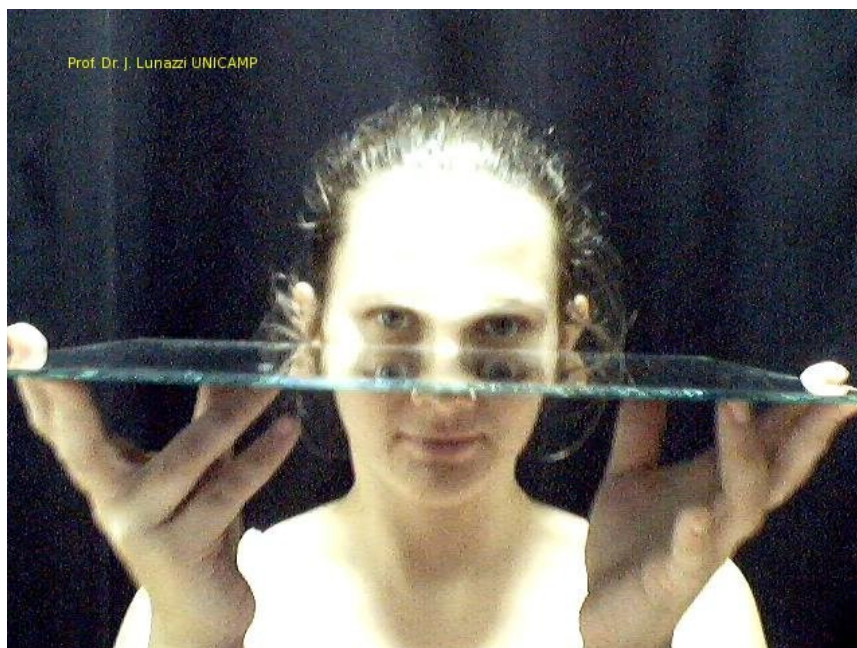


Fig. 6.3.1 Andar nas nuvens vista frontal.

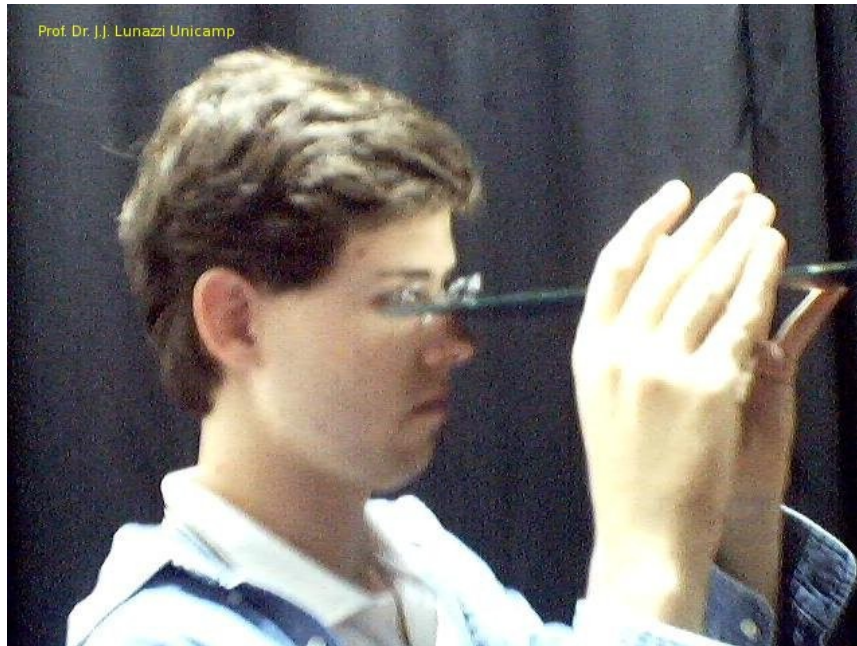


Fig. 6.3.1 Andar nas nuvens vista lateral.

**Referências:**

<http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/>