



Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física "Gleb Wataghin"

EXPOSIÇÃO DE HOLOGRAFIA-EXPERIÊNCIAS DE INTERFERÊNCIA E HOLOGRAFIA CLÁSSICA

Relatório Final

Aluno: Márcio Augusto Sampaio Pinto



Orientador: Prof. José J. Lunazzi



Sumário

Capítulo 1	Resumo
1.1.....	Aula expositiva
Capítulo 2	Exposição
2.1.....	Dinâmica Expositiva
2.2.....	Relato das exposições ocorridas durante
o projeto	
Capítulo 3	Explicação detalhada do meu trabalho
3.1.....	Interferência
3.2.....	Holografia Clássica, uma descrição sucinta
Capítulo 4.....	Considerações finais
4.1.....	Conclusão
4.2.....	Referências Bibliográficas

Capítulo 1: Resumo

Este projeto teve como objetivo levar ao público em geral a noção de holografia. Para isso foram realizadas três seções para grupos de alunos do ensino médio que participaram do UPA (Universidade de Portas Abertas) e para alunos da Unicamp. O convite foi feito aos alunos do Instituto de Física para e no Unicamp Hoje para o resto da comunidade participar desse evento, que ocorreu nos dias 20 de outubro e 03 de novembro, das 17h às 19hs deste mesmo ano. Alguns colégios não abordam de forma detalhada os conceitos básicos de óptica e por essa razão apresentamos uma aula inicial ao público presente para tratar dos conceitos básicos de óptica a nível secundário, a fim de que os participantes do evento pudessem acompanhar a exposição.

Mostramos hologramas logo na entrada para a aula inaugural, apresentamos o vídeo do professor José Lunazzi, “Introdução à Holografia”, que ilustrou com detalhe a maneira como um holograma é produzido, demos conta também de conceitos de difração e interferência. E ainda fizemos uma demonstração de estereogramas que por meio de microcomputador foram gerados pares estereoscópicos e estereogramas simples que puderam ser vistos com o auxílio de óculos coloridos.

1.1: Aula expositiva:

Nesta aula fizemos uma apresentação projetada desenvolvida por alunos do semestre anterior, dividida em duas partes que explica, na primeira os conceitos básicos da óptica, tais como sombra, interferência, refração, reflexão e difração. Ilustramos técnicas para formação de imagens em perspectiva, e apresentamos imagens estereoscópicas. Sem esquecer que usamos um experimento desenvolvido por um aluno do ano anterior em F809, que consta de uma lente, um espelho preso a um motor que rotaciona este e um laser que ilumina o espelho. Um feixe em forma cônica é gerado, atravessa a lente, e demonstra o efeito de divergência e convergência da luz, pois ao atravessar a lente numa determinada distância, este cone de luz concentra-se em um único ponto.

Este foi um belíssimo artifício para ilustrar os conceitos de convergência e divergência.

Ao fim da apresentação das imagens estereoscópicas, os participantes foram convidados a participar da exposição nos dirigindo até à “Casinha ” no Pavilhão da Óptica do Instituto de Física com os experimentos descritos no item 2.1. Ao fim deste percurso, os participantes foram novamente reunidos para assistirem o fim da aula teórica, apresentando o vídeo sobre holografia, falamos sobre os conceitos de holografia e terminamos com uma breve explicação do desenvolvimento cronológico das pesquisas desenvolvidas no laboratório de óptica pelo professor Lunazzi sobre este assunto. Todo aparato desenvolvido no computador foi feito no programa livre Open Office, gerando uma oportunidade ao nosso grupo de aprender a utilizar este novo recurso.

Capítulo 2: Exposição

2.1: Dinâmica Expositiva:

Após o término da aula inaugural, deu-se início à exposição propriamente, que contou de dois diferentes espaços, dos quais cada monitor ficou responsável por uma parte. Tivemos uma sala de aula (ED02) na faculdade de educação, onde ocorreu a exposição do experimento com a lente descrito anteriormente. Na Casinha tivemos a exposição de experiências com feixes por fendas: reflexão, refração e difração e também de espelhos: lâmpada espelhada até metade, espelho grande, espelho com 70mm de diâmetro que permitiu ver o olho, que ficou sob responsabilidade do monitor Rodrigo. Na outra sala tivemos experiências de interferência com luz e interferência por uma lâmina de sabão e houve também no mesmo local exposições holográficas, que ficou subdividida em duas partes, a sala de exposição de holografias que pode contar com diversas holografias para serem contempladas pelos alunos. Todas essas atividades ficaram sob a minha responsabilidade e uma sala de holoprojeção onde os alunos viram a projeção de dois hologramas diferentes em uma holo-tela, que foi demonstrada pelo monitor Rodrigo.

Fizemos também, uma nova fonte para o laser de caneta, usando um suporte com pilhas, que foram conectadas ao mesmo por jacarés sabendo que a parte externa era positiva e o outro jacaré na parte da mola que era negativa, preservando a integridade do laser e que se mostrou uma boa alternativa para os experimentos de óptica.

2.2: Relato das exposições ocorridas durante o projeto:

Primeiramente abrimos oportunidades para os alunos secundaristas que participaram do UPA. Em seguida fizemos exposições destinadas aos colegas do instituto e demais interessados em participarem como telespectadores, para desta forma conhecerem uma nova forma de apresentar a óptica ao ensino médio. Como existe o curso de licenciatura no instituto seria de grande valia apresentar a estes alunos uma diferente forma de motivar suas futuras aulas do ensino médio. Mas houve apenas quatro participantes no total.

Capítulo 3: Explicação detalhada do meu trabalho

3.1: Interferência:

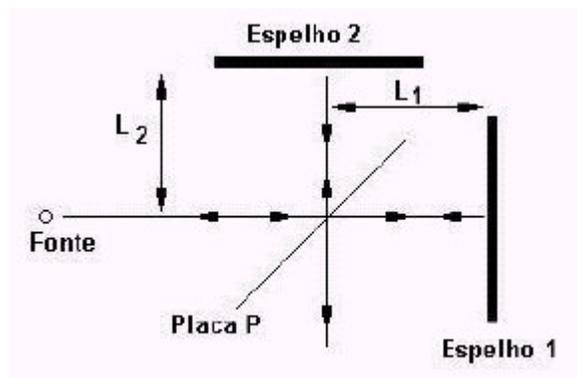
Com o objetivo de levar ao público em geral os conceitos básicos de formação de imagem, essa parte da exposição de holografia possui os seguintes experimentos:

- **Interferômetro de Michelson;**
- **Interferência da luz através de bolhas de sabão;**

Com esses experimentos ilustramos fenômenos imprescindíveis para o entendimento do funcionamento dos hologramas. As explicações dos experimentos seguem abaixo.

Interferômetro de Michelson:

A figura de interferência do interferômetro de Michelson é obtida dividindo-se um feixe de luz em dois, fazendo-os percorrerem trajetórias diferentes e finalmente superpondo os dois feixes, veja figura:



A diferença de percursos no ar vale $2(L_1 - L_2)$, e a diferença de fase entre os dois feixes recombinados é assim :

$$\Delta\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} 2 (L_1 - L_2) + \Delta\phi_0$$

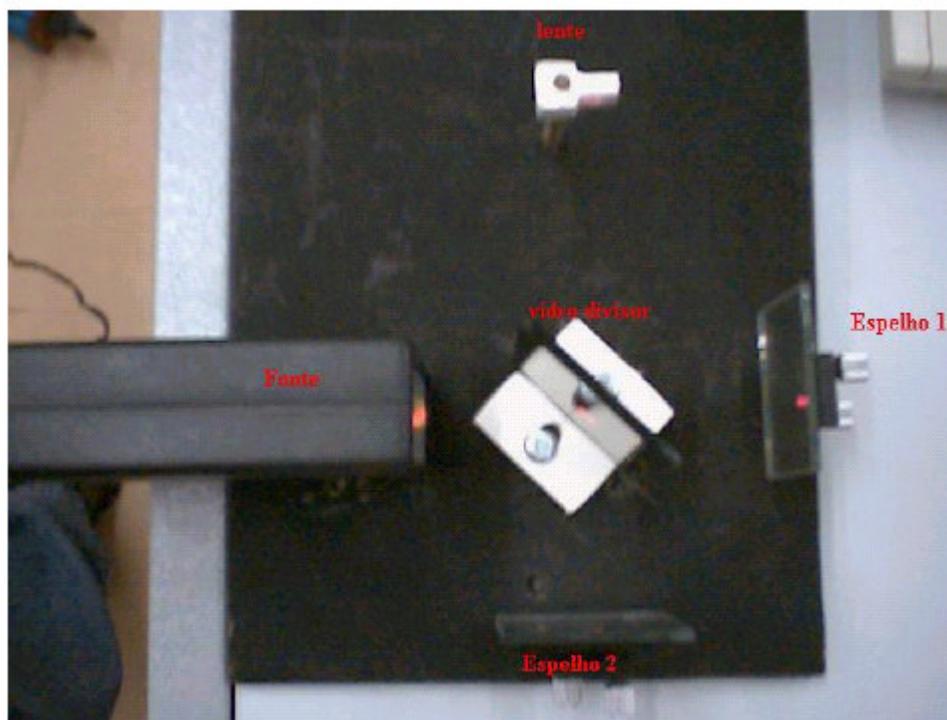
Onde $\Delta\Phi$ é a diferença de fase introduzida pelo divisor de feixe (P). Como um feixe faz uma reflexão interna e o outro uma reflexão externa, $\Delta\Phi$ não é exatamente π por causa do filme refletor depositado. Esta superposição pode ser visualizada na forma de franjas de interferência uma vez que os dois feixes são coerentes e que há uma diferença de fase constante entre os dois feixes. Esta diferença de fase é originada por uma diferença de caminho óptico que existe no percurso dos dois feixes. O padrão de franjas pode ser alterado mudando o mesmo. Isto usualmente é feito deslocando os espelhos móveis do interferômetro.

Procedimento experimental:

Para a demonstração de interferência de onda luminosa primeiramente utilizávamos equipamentos desmontados e de alta qualidade, espelhos de primeira

superfície, mas para facilitar o deslocamento e baixar os custos do equipamento foi montados no laboratório um interferômetro com equipamentos de fácil aquisição, laser de caneta, espelhos de segunda superfície, e uma placa de vidro de transmitância e reflexão de 50%, encontrada em vidrarias. Todos esses equipamentos foram fixados em cima de uma placa de madeira pelos

alunos do semestre anterior, sendo assim facilitando o transporte, observe a montagem do mesmo:



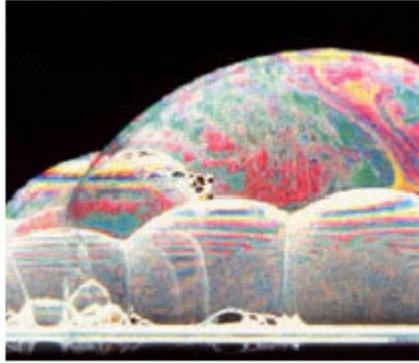
Esse e equipamento foi suficiente para demonstrar a figura interferência tanto construtiva quanto destrutiva da luz, veja na figura:



Interferência da luz através de bolhas de sabão:

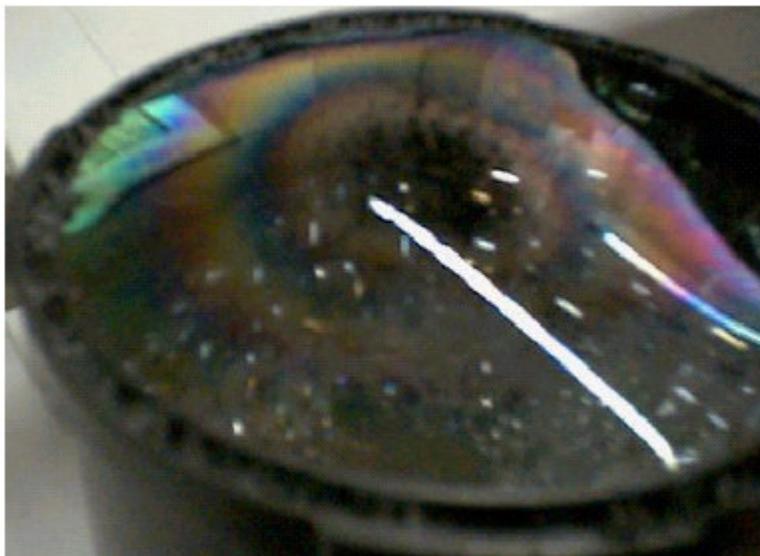
Freqüentemente podem ver-se franjas coloridas na superfície das bolhas de sabão. Estas franjas devem-se à interferência entre os raios de luz refletidos nas duas faces da fina película de líquido que forma a bolha de sabão. Numa parte da bolha, vista de um certo ângulo, a interferência pode intensificar certos comprimentos de onda, ou cores, da luz refletida, enquanto suprime outros comprimentos de onda. A cor vista depende das intensidades relativas dos diferentes comprimentos de onda na luz refletida. Em outras zonas, vistas de outros ângulos, os comprimentos de onda que se reforçam ou se cancelam são outros. A estrutura das franjas de cores depende da espessura da película de líquidos nos diferentes pontos.

Bolha de sabão:



Procedimento experimental:

Para a demonstração aos alunos foi utilizado um recipiente que na realidade é utilizado pelo professor Lunazzi para revelação de filmes, esse recipiente tem uma coloração negra no qual facilita a visualização das cores da bolha de sabão. Para a confecção da bolha utilizamos detergente, a seguir mostramos uma foto do aparato:



3.2: Holografia Clássica, uma descrição sucinta:

Um holograma recria uma cena exatamente como era no momento da tomada. A holografia pode ser explicada de forma muito simples, usando de registro e reprodução de raios luminosos, como sugere o professor Lunazzi em sua página na internet. É importante lembrar que um objeto iluminado reflete raios luminosos para todas as direções, coloquemos um observador a frente do objeto, este verá o objeto, e por ter dois olhos pode ver o objeto em três dimensões. Ao se deslocar, verá o objeto por ângulos diferente. Para formar um holograma iluminamos um objeto em qualquer direção, formando o que chamaremos de feixes objeto, mas a luz incidente deve ser monocromática e coerente. Escolhemos um plano intermediário H, onde é incidido um feixe lateral uniforme, o qual chamamos de feixe de referencia pois guarda a inclinação angular a que este esta disposto. Colocamos neste ponto um filme fotográfico de alta nitidez que será exposto e revelado. Não há presença de lentes, apenas um filme que é exposto ao feixe de referência e ao feixe objeto. Para ver o holograma produzido no filme fotográfico, re colocamos o feixe de referencia incidindo no filme como na formação do holograma, e será projetado a imagem do objeto em três dimensões. Os conceitos utilizado para formação do holograma é a difração e interferência, quando um raio do feixe do objeto encontra-se com o

feixe de referência no filme fotográfico pode sofrer interferência, formando uma estrutura periódica de franjas que é gravada no filme fotográfico, ao revelar o filme estas estruturas periódicas que ficaram gravadas no filme, tornam-se uma estrutura periódica material. Iluminamos o filme com um feixe de luz na mesma direção do de referencia, parte do feixe atravessará normalmente, mas parte sofrerá desvio, devido as estruturas periódicas material, e ocorrerá o fenômeno de difração. O filme fotográfico utilizado para a holografia é constituído por sais de prata o que os torna de grande nitidez e permite a formação de hologramas de qualidade, mas hoje em dia, por haver pouca procura, os fabricantes estão diminuído a produção e com isso a variedade de tamanhos e possibilidade de encontrá-los esta cada vez mais difícil. Para formação do holograma, usamos não um, mas milhares de raios luminosos, e pelos fenômenos de difração e interferência, formamos a imagem tridimensional do objeto, dando origem ao seu holograma.

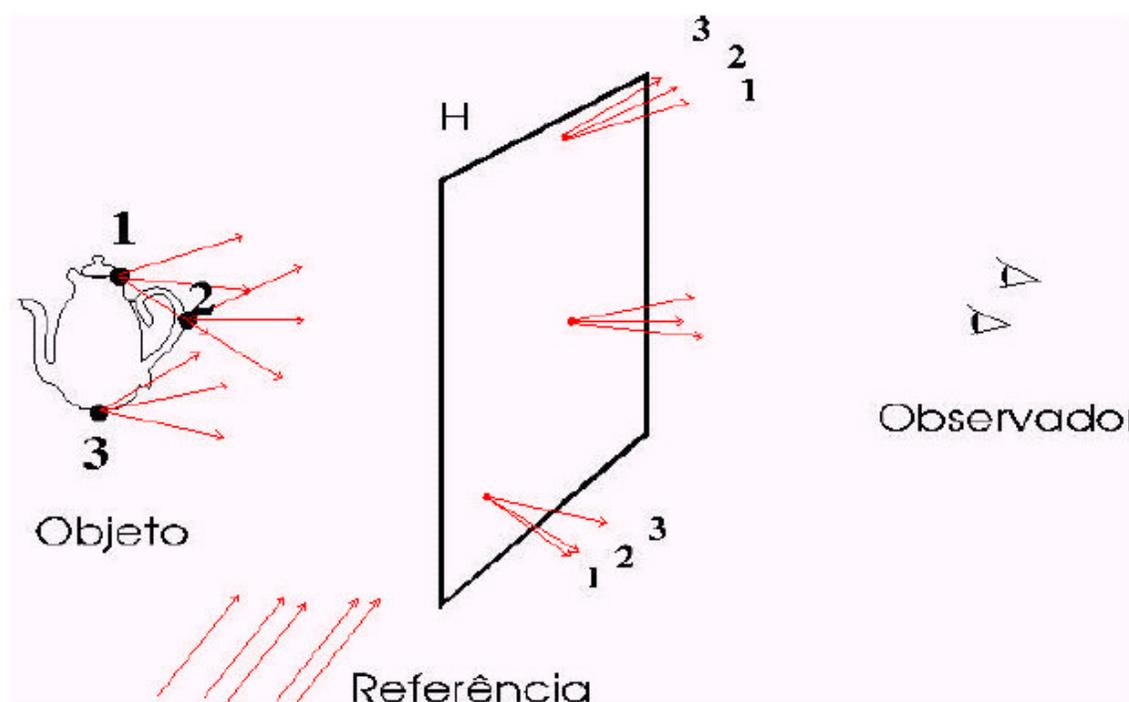
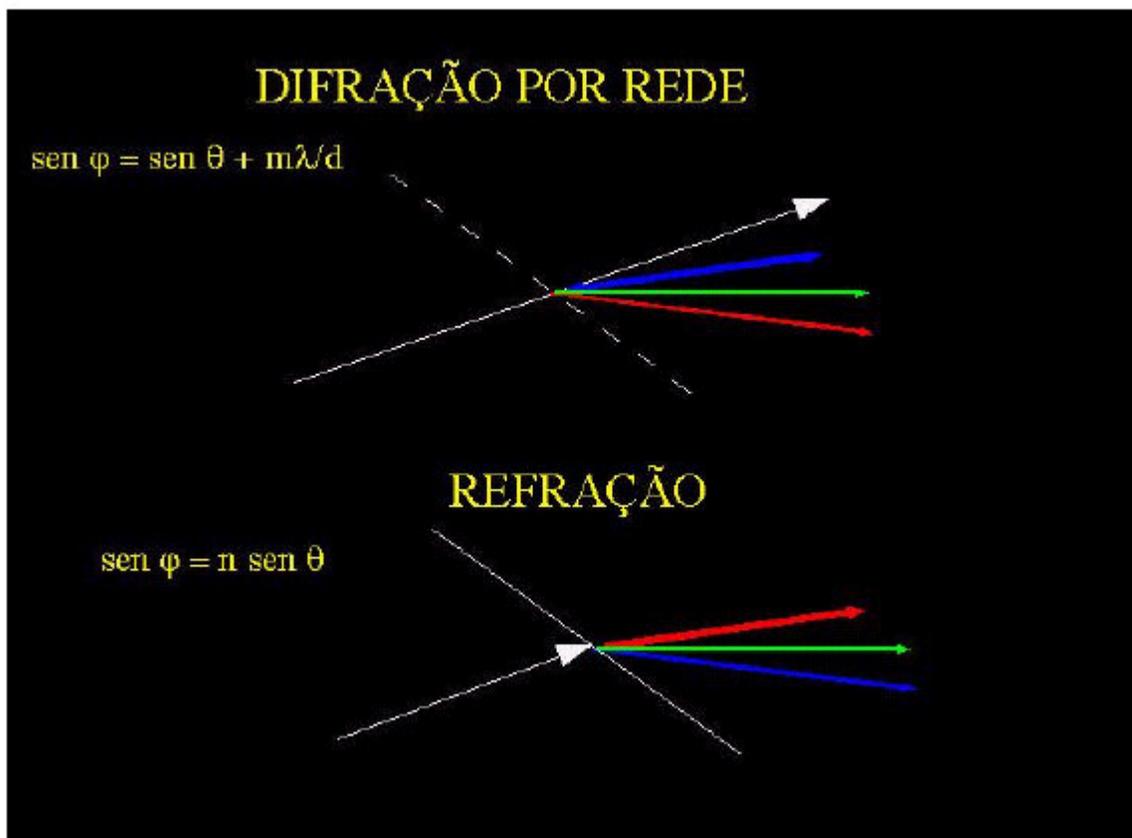


Figura esquemática dos feixes de luz saindo de pontos do objeto, feixe objeto, atravessando o plano H, onde será posto o filme holográfico, os feixes de referência, e o observador. Esta figura foi retirada da página do prof. Lunazzi (8).

Esquema conceitual de interferência e difração:



O que deve ser derrubado é o mito de que o holograma pode ser projetado no ar, assim como os filmes hollywoodianos insistem em mostrar. Sabemos que com as técnicas atuais isso não é possível, mas temos técnicas de projeção, que são explicadas abaixo.

Capítulo 4: Considerações Finais

4.1: Conclusão do projeto:

A parte mais importante desse trabalho foi tornar possível que as pessoas venham a ter algum contato com a projeção de imagens tridimensionais. O que hoje é muito difícil de se encontrar visto que a pesquisa na área está quase extinta e a produção de hologramas estagnada. Os hologramas e holoprojeções que estão sendo

disponibilizadas neste projeto podem e devem ser consideradas relíquias. Mas sobre tudo o que realmente nos motivou a realizar este projeto é o fato de que a óptica é uma importante parte da física a qual temos diariamente contato, em nosso cotidiano. Podemos concluir que desta forma os alunos estariam tendo a possibilidade de aprender na prática os conceitos básicos da óptica e ainda acrescentado em sua bagagem educativa a informação sobre imagens tridimensionais. E posso desta forma esperar que essa idéia não seja esquecida tão facilmente.

4.2: Referências Bibliográficas

- (1)<http://www.geocities.com/doctorlunazzi/protTV/protTV.htm>
- (2)<http://www.geocities.com/doctorlunazzi/HORIZONTAL/HORIZONTAL.htm>
- (3)<http://www.geocities.com/doctorlunazzi/cinema/cinema.htm>
- (4)<http://www.holoworld.com/>
- (5)<http://www.videcom.com.br/vcbframe.htm>
- (6)<http://www.holography.ru/gal3eng.htm>
- (7)http://www.geocities.com/doctorlunazzi/ampliacao_de_hologramas/ampliacao.htm
- (8)http://www.geocities.com/Athens/Forum/3853/ensino_de_holografia/introducao_a_holografia.htm