

Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Física “Gleb Wataghin”

EXPOSIÇÃO DE  
HOLOGRAFIA-HOLOPROJEÇÃO

**Relatório**

Paula Cristina Casagrande Gianini

Orientador: Prof. José J. Lunazzi

F 809 – Instrumentação ao Ensino  
Maio –Junho de 2003

## Sumário

Capítulo 1 .....	Introdução
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.....	Holografia, uma descrição sucinta
3.2.....	Holoprojeção
i)	Projeção em uma tela de holoprojeção de dois hologramas
ii)	Holoimagens eletrônicas: Televisão holográfica
iii)	Projeto de fotografia gerará imagens 3-D em uma pequena tela.
Capítulo 4.....	Considerações finais
4.1.....	Conclusão parcial
4.2.....	Referências Bibliográficas

## **Capítulo 1: Introdução**

Este projeto tem como objetivo levar ao público secundarista a noção de holografia. Para isso serão realizadas cinco seções para grupos de alunos do último ano do ensino médio. Convidaremos escolas públicas e privadas para participarem desse evento, que ocorrerá às sextas-feiras de maio, das 10h às 12hs deste mesmo ano.

Alguns colégios não abordam de forma detalhada os conceitos básicos de óptica e por essa razão iremos apresentar uma aula inicial ao público presente para tratar dos conceitos básicos de óptica a nível secundário, a fim de que os participantes do evento possam acompanhar a exposição.

Mostraremos, hologramas logo na entrada para a aula inaugural, apresentaremos o vídeo do professor José Lunazzi, “Introdução à Holografia”, que ilustra com detalhe a maneira como um holograma é produzido, daremos conta também de conceitos de difração e interferência. E ainda será feita uma demonstração de estereogramas que por meio de microcomputador são gerados pares estereoscópicos e estereogramas simples que poderão ser vistos com o auxílio de óculos coloridos.

### **1.1: Aula expositiva:**

Nesta aula fazemos uma apresentação projetada desenvolvida por nosso grupo, 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 no semestre 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 são convidados a participar da exposição dividindo-os

em três grupos que seguiram seus monitores até as salas com os experimentos descritos no item 2.1.

Ao fim deste percurso, os participantes são 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 utilizou programas livres do programa 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, dar-se-á início a exposição propriamente, que contará de quatro diferentes espaços, dos quais cada monitor ficará responsável por uma parte.

Teremos duas salas de aula (LL8 e LL1) na faculdade de educação, onde ocorrerá a exposição de experimentos com feixes por fendas: reflexão, refração e difração. E espelhos: lâmpada espelhada até metade, espelho grande, espelho com 70mm de diâmetro que permitirá ver o olho, que ficará sobre responsabilidade do monitor Eduardo. Na outra sala teremos experiências de interferência com luz e com som, e interferência por uma lâmina de sabão, podendo ser acrescentada difração com CD, que será de responsabilidade do monitor Fabrício.

Haverá no prédio da Óptica uma “casinha” com exposições holográficas, que será subdividida em duas partes, a sala de exposição de holografias que constará de diversas holografias para serem contempladas pelos alunos, cuja responsável será a monitora Émille, e uma sala de holoprojeção onde os alunos verão a projeção de dois hologramas diferentes em uma holo-tela, que será demonstrada pela monitora Paula.

Devemos relatar também como atividade comprida neste projeto, o fato de termos organizado boa parte da exposição de forma que pudesse ser transportada, montamos uma relação de equipamentos e materiais que precisam ser levados para que a exposição seja possível.

O que apenas fica restrito ao Instituto é a parte de holoprojeção, por ser composta de aparatos fixos o que dificulta a ida da exposição até as escolas ou público interessado.

### ***2.2: Relato das exposições ocorridas durante o projeto:***

Primeiramente abrimos oportunidades para os colegas de graduação do instituto de Física, 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 houveram poucos participantes

Para o segundo e terceiro dia de exposição, foram feitos contatos com o Colégio Rio Branco e com o Colégio técnico COTUCA, convidando-os a trazerem seus alunos do último ano do ensino médio para assistirem tal evento. Mas por motivos que não nos cabe comentários, esses colégios não participaram.

Para a quarta exposição, enviamos convite também aos professores de F408 e F409, disciplinas teórica e experimental de física IV, que envolve conceitos ópticos, para que repassassem este convite aos seus alunos. Apenas dois alunos participaram, juntamente com um professor do COTUCA, que embora não tenha vindo com uma turma se interessou muito pela possibilidade de estar mostrando aos seus alunos o que é desenvolvido pelos físicos na Unicamp, desta forma deixando mais próximo destes a realidade científica de hoje.

Num último evento convidamos docentes e funcionários do Instituto de Física, da Faculdade de Educação, para não somente participarem do evento, mas assim conhecerem as possibilidades oferecidas pela exposição, tais como aproximar os alunos de ensino médio com a realidade científica, e mostrar uma das tantas atividades que um físico pode vir a desenvolver. Mas houve pouco interesse destes também, o que nos deixou uma grande dúvida.

O que é preciso fazer para levar ao público alvo nossa exposição? Como mostrar aos professores e estudantes a importância do contato entre os futuros alunos do nível superior com a Universidade? E acima de tudo sanar problemas como falta de transporte, disponibilidade de horário, adequação do conteúdo ao nível do público presente.

## **Capítulo 3: Explicação detalhada do meu trabalho**

### **3.1: Holografia, 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 pagina. Usaremos este conceito, visto que o trabalho é direcionado ao ensino médio.

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. Se 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 referencia e ao feixe objeto.

Para ver o holograma produzido no filme fotográfico, recolocamos 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 referencia 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 atravessara normalmente, mas parte sofrera 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 diminuindo a produção e com isso a variedade de tamanhos e possibilidade de encontra-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.

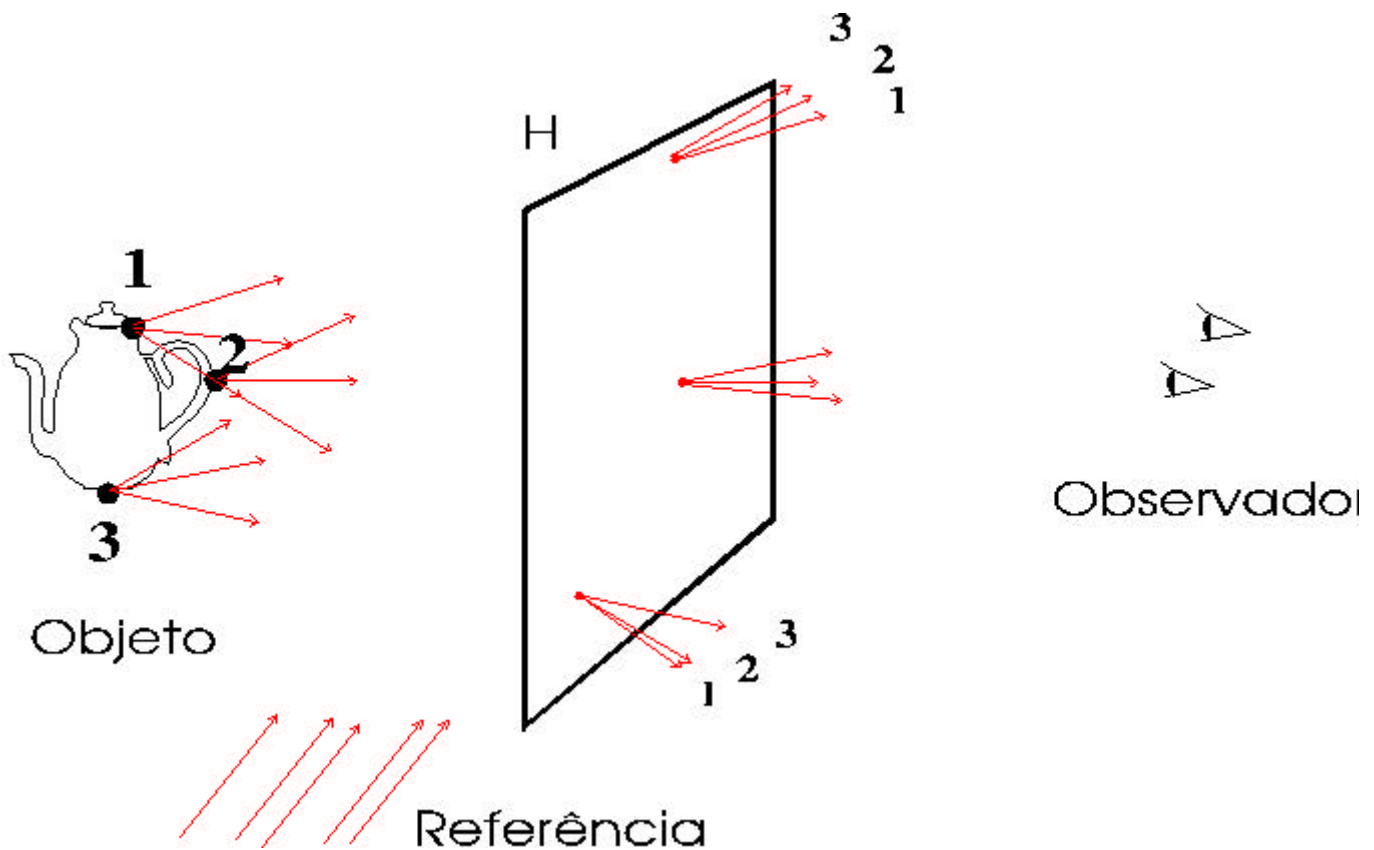
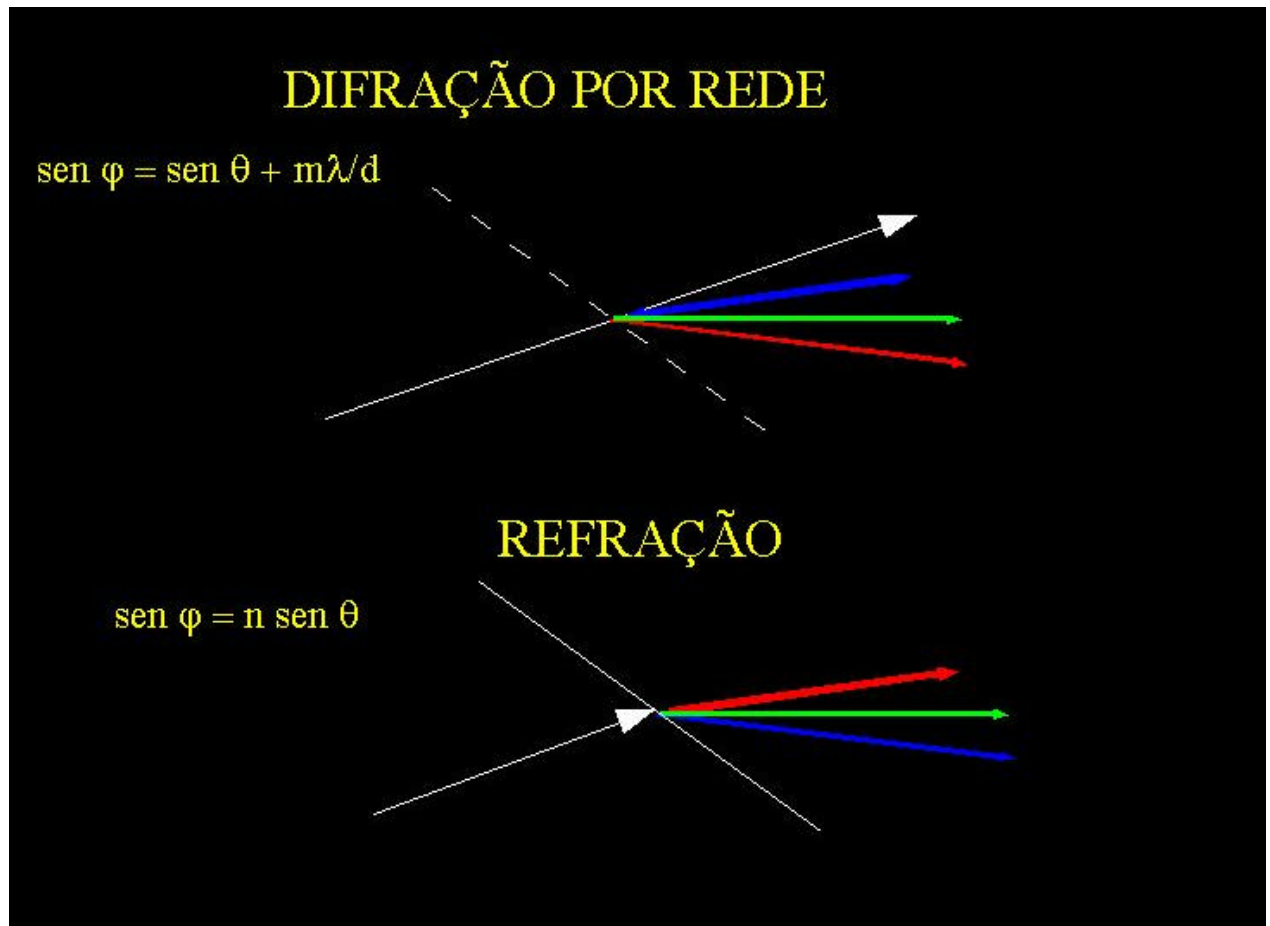


Figura esquemática dos feixes de luz saindo de pontos do objeto, feixe objeto, atravessando o plano H, onde será posto o filme holográfico, os feixes de referência, e o observador. Esta figura foi retirada da página do prof. Lunazzi (8).



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.

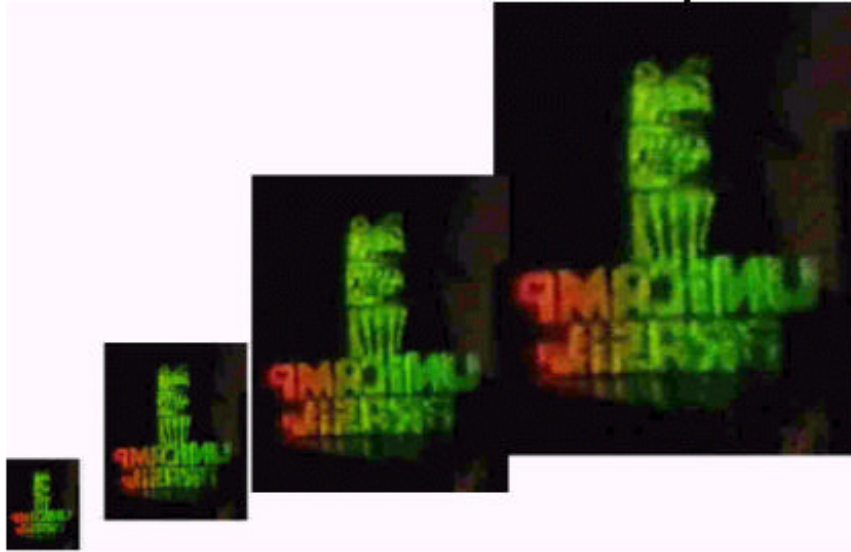
### 3.2: Holoprojeção:

Estarão sendo apresentados três experimentos distintos:

- i) *Projeção em uma tela de holoprojeção de dois hologramas de uma carranca e o símbolo da Unicamp.*

Será uma exibição que simulará um cinema holográfico, neste caso houve ampliação do holograma por meio de Luz Branca sem perda de definição ou qualidade de imagem. Inicialmente o holograma estava no tamanho de um filme 35mm e ampliou-se

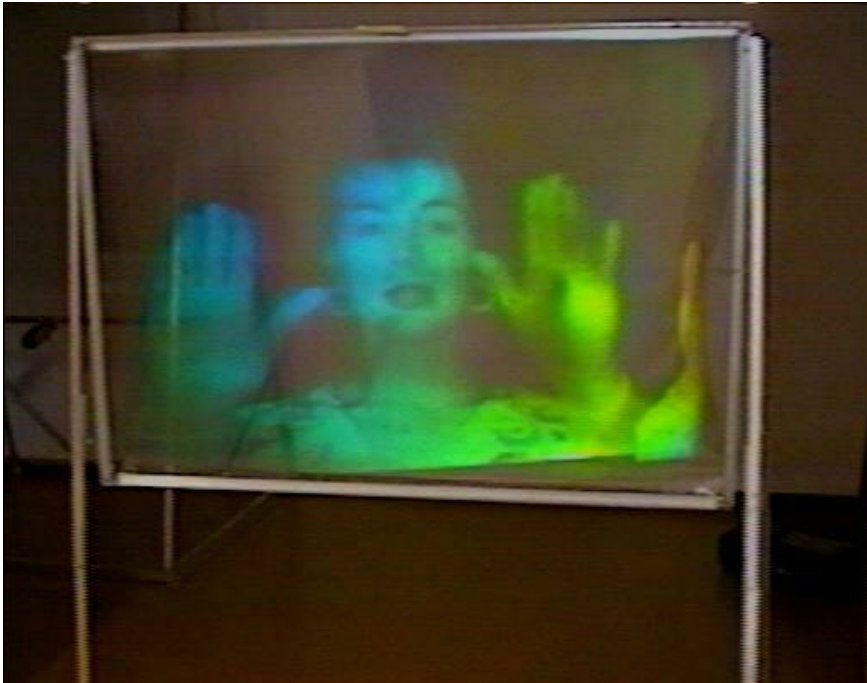
sobre a tela difrativa de 0,75 m (H) x 1,14 m (V), desenvolvida na Unicamp, pelo professor Dr. Lunazzi e por David Figueira<sup>(7)</sup>.



(3)

Figura da carranca que foi ampliada para cinema holográfico

- ii) *Holoimagens eletrônicas*: Televisão holográfica, onde terá uma filmadora que filmará o telespectador e este assistirá simultaneamente a imagem projetada em uma tela holográfica de 20cm X 30cm. Houve mudança da tela holográfica, previamente acomodada em um suporte, mas agora suspensa dando melhor estrutura ao aparato, foi desenvolvida uma maneira de prender a esta uma filmadora, que agora faz parte do conjunto e não mais tem que ser retirada de outro lugar, um novo suporte ao led que ilumina o telespectador filmado foi desenvolvido também.



(8)

Também conterá pequena animação desenvolvida computacionalmente dando a noção de uma programação de tv, só que com projeção holográfica, a imagem ficará em 3-D.

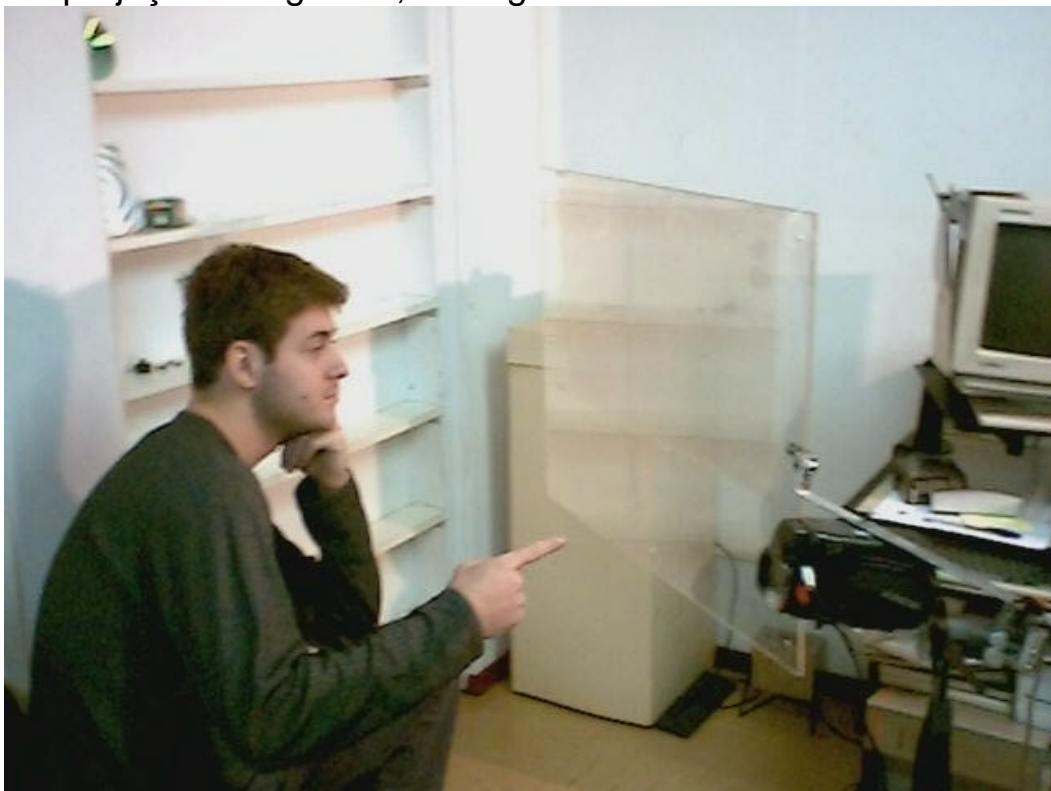
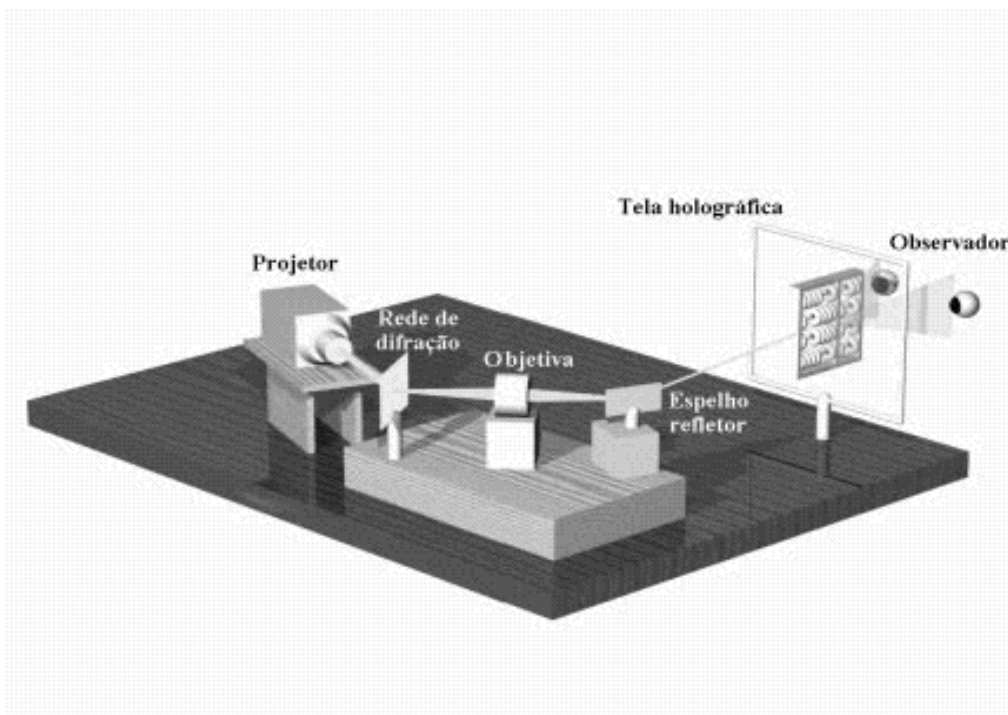


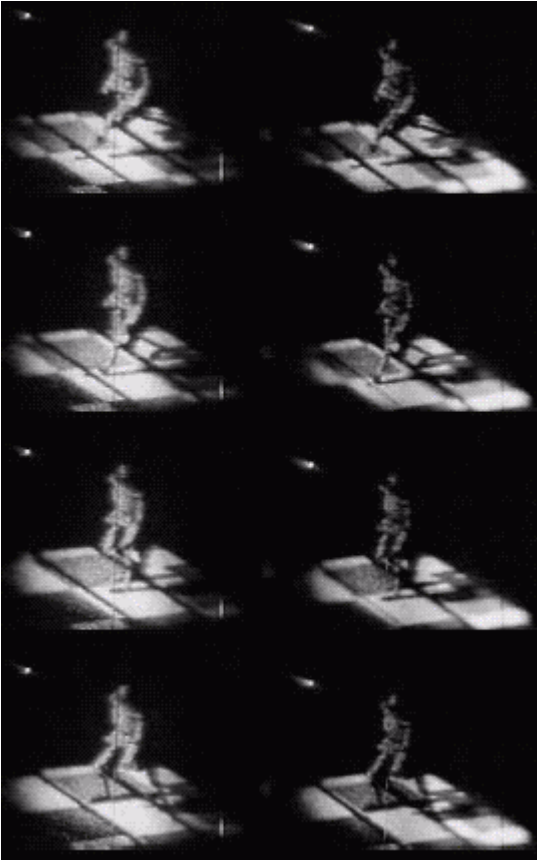
Figura: Monitor Eduardo na sala de holoprojeção, a sua frente encontra-se a TV holográfica.

É importante ressaltar que não há uso de nenhum acessório para observação dos hologramas, e mesmo assim continuam com a tridimensionalidade intacta. A imagem computacional usa um sistema de holoprojeção por sequenciamento de planos oblíquos que funciona como no sistema a seguir:



(1) Esquema retirado da página do professor Lunazzi.

Veja a seqüência vertical de pares estereoscópicos dos quadros da animação apresentada na exposição tal como foram registrados saindo da tela holográfica, essa imagem foi gerada no laboratório de ótica do professor Lunazzi<sup>(1)</sup>, e deve ser exibida com o vídeo com resolução de 640x400 pixels:



Animação computadorizada:  
Homem andando, maio de 1998.  
De cima para baixo, quatro quadros  
da animação fotografados da projeção  
na tela, cenas esquerda e direita.

Pode-se ver estereoscópicamente  
na visão paralela ou imprimindo e  
colocando em um estereoscópio.

(1) Figura retirada da pagina do professor Lunazzi

*iii) E por último, não menos interessante, um projetor de fotografia  
gerará imagens 3-D em uma pequena tela.*



(2)

Holoprojetor por lançamento horizontal de vistas, que utiliza uma tela holográfica para projetar imagens em profundidade, e assim transmitir não mais a imagem de uma figura, mas dar a noção de como o objeto real era. Este experimento foi incorporado à aula inaugural, deixando assim de fazer parte da sala de holoprojeção.

## **Capítulo 4: Considerações Finais**

### **4.1: Conclusão do projeto:**

A parte mais importante desse trabalho é tornar possível que as pessoas venham ter algum contato com a projeção de imagens tridimensionais. O que hoje é muito difícil de se encontrar visto que a pesquisa na área esta 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.

Houveram problemas aos quais tentamos sanar, em principio foi difícil organizar a transição dos materiais para o prédio da faculdade de educação, e montar a exposição no menor tempo possível, visto que até o computador e projetor para aula foram levados.

Com isso surgiu necessidade de criarmos uma relação de materiais de cada parte da exposição, dividimos-a em módulos. Ficando assim pronta para futuras montagens Também houve uma dificuldade em acertar o tempo de apresentação de cada modulo, ficou determinado que cada monitor apresentaria a aula inaugural uma vez, e a cada apresentação nos reuniamos e tentavamos melhora-la.

O tempo foi um grande desafio a ser baixado, mas pelo fato de não termos tido o real publico, os alunos de ensino médio, fica para futuras montagens. Sem contar que as atividades de exposição de holografia e holoprojeção eram demoradas, também pelo fato de termos que deslocar o publico para o laboratório de otica, no departamento de ótica, que fica um pouco longe das instalações da aula inaugural.

Podemos concluir que desta forma os alunos de ensino médio 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](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](http://www.geocities.com/Athens/Forum/3853/ensino_de_holografia/introducao_a_holografia.htm)