



Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin



F 609 - Tópicos de Ensino de Física
Segundo semestre 2010

RELATÓRIO FINAL

Holografia com gelatina dicromatada
Durabilidade do material não exposto e aumento do
tamanho

Aluno:
Carlos Alberto de Lima RA 962027

Coordenador e Orientador:
Professor José J. Lunazzi

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e coordenador Professor Dr. José Lunazzi pela dedicação e paciência em explicar as técnicas e cuidados para se obter holoimagens por meio da técnica de gelatina dicromatada.

Aos monitores do Laboratório de Óptica e em especial ao aluno de iniciação científica André Vannucci que me auxiliou em todo o projeto.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	04
2. TEORIA.....	04
3. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA.....	04
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	05
5. FOTOS DO EXPERIMENTO.....	06
6. DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	07
7. BIBLIOGRAFIA.....	07

1. INTRODUÇÃO

Segundo o professor Lunazzi a holografia pode ser explicada como o registro e reprodução ("congelamento") dos raios luminosos. Desta maneira podemos atingir uma visão simples e prática, sem precisar ainda chegar a utilizar os princípios da interferência e difração das ondas, e muito menos a formulação matemática que usualmente aparece como efetuada no campo dos números complexos e não dos reais [1]. A montagem holográfica tradicional, consiste de uma fonte de luz coerente e monocromática (hoje utilizamos o laser), que é dividido em dois percursos. Um deles ilumina diretamente o objeto a ser holografado, enquanto o outro ilumina o filme holográfico, servindo de referência. No plano do filme, ocorrem interferências destrutivas e construtivas entre o feixe de referência e o feixe refletido pelo objeto, que são registradas na forma de franjas microscópicas claras e escuras. Estas franjas contém a totalidade da informação da frente de ondas luminosas refletida pelo objeto, inclusive sua fase. Quando o filme holográfico revelado é iluminado pelo mesmo ângulo em que foi atingido pelo feixe de referência no momento da exposição, e com o mesmo tipo de fonte de luz, o feixe objeto é reconstruído mostrando toda a tridimensionalidade do objeto original, visível daquele ponto de vista. Neste experimento utilizaremos gelatina dicromatada depositada sobre uma placa de vidro 6x6 cm para verificar sua durabilidade após a secagem e placas 12x10 cm para observar a qualidade das imagens com o aumento de área depositada sobre a placa.

2. TEORIA

Nesse projeto os filmes holográficos são à base de gelatina dicromatada (DCG) que possibilitam a gravação de hologramas de alto brilho e qualidade visual, além de terem um processamento simples e permitirem uma produção artesanal relativamente simplificada. Lamentavelmente sua durabilidade é baixa, se o holograma não for hermeticamente selado, pois em contato com a umidade do ar a gelatina se degrada e faz a imagem holográfica se desvanecer, além disso sua sensibilidade máxima se encontra na região do verde, exigindo lasers de maior custo para sua gravação, 100 mW.[3]

3. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a fabricação da emulsão o laboratório deve estar a uma temperatura média de 20 Celsius com umidade menor que 60%. A gelatina dicromatada, deve ser preparada, num vidro, utilizando: água destilada, gelatina comercial incolor numa proporção 100:10. Utilizando uma agitador magnético com aquecimento, aquecemos a água ate atingir uma temperatura de aproximadamente de 70 Celsius, acrescentando gradualmente a gelatina ate que seja dissolvida por completo durante um tempo de 30 minutos. Após dissolver a gelatina, acrescentamos o dicromato numa concentração equivalente a 0.9% do peso total da mistura precedente, agitando a mistura durante mais 10 minutos e retira-se finalmente o vidro com a mistura do agitador magnético. Para a fabricação das placas sensíveis a luz, a gelatina

dicromatada ainda líquida deve ser estendida uniformemente pelos substratos de vidro aquecidos a uma temperatura de 60°C. Os substratos foram colocados sobre uma mesa nivelada. A gelatina dicromatada deve ficar secando durante um período de 12 horas antes de ser exposta. A grossura dos filmes sobre os substratos varia desde (50) µm a (90) µm. Coloque a placa num aparato a 45° em relação ao apoio onde terá a incidência do laser, conforme figura 08, sobre ela fazendo com que o raio chamado de referência interfira com o raio refletido pelo objeto formando assim a holografia sobre a gelatina, onde ocorre tal interferência. Após expor os substratos submetemos imediatamente ao processo de revelação, sem ter necessidade utilizar um quarto escuro. Este processo consiste em introduzir a emulsão num recipiente que contenha 50ml álcool isopropílico e de 50ml de água destilada por um tempo de 5 minutos sendo agitado continuamente. Coloque a emulsão num recipiente que contenha 100ml de álcool isopropílico por um tempo de 2 minutos sendo agitado continuamente. Para a secagem utilizar um secador de cabelos, situado a 15 cm do substrato durante um tempo de 5 minutos. Em atmosferas muito úmidas a gelatina absorve água do meio, por isso após a secagem deve se aplicar uma camada de esmalte translúcido.[2]

4. RESULTADOS OBTIDOS

Iniciamos o preparo das placas através de duas técnicas para secagem: à vácuo e à pressão atmosférica. Não houve sucesso na secagem à vácuo, havendo sempre a necessidade de um tempo tão longo para secagem quanto à secagem exposta a pressão atmosférica, talvez pelo fato do equipamento utilizado ser inadequado para a secagem das gelatinas, uma bomba de vácuo tipo:

Deslocamento Máximo: 1,29 Cfm; 2,2 m³/h; 37 lpm;

*Vácuo Máximo: 890 mbar 685 mm/hg 27 Pol/Hg;

* Motor: CV 1; Corrent Monof.;

Sugerimos a utilização de um equipamento mais potente como um alto-vácuo. Houve o preparo de dez placas para verificar sua durabilidade, todavia as holoimagens não apareceram, repetimos o processo com quatro placas e também não tivemos sucesso. Após discussão resolvemos criar as placas nas quintas-feiras e embalar nas sextas-feiras, ficando assim um período mais curto exposto à umidade, essa técnica mostrou bem satisfatória, além de mudar a técnica de espalhamento da gelatinas sobre as placas, deixamos que a própria gravidade e atração entre as gotas agissem como formadores da camada sobre as placas, sem a necessidade da raspagem de uma espátula sobre a placa. Essa técnica fez com que aumentasse a espessura da gelatina em torno de 40% , de 60 µm passou para 84 µm, que está dentro da literatura que recomenda de 50 µm à 90 µm . Uma vez embaladas, imediatamente após a secagem, as placas se mostraram bem adequadas a produção de holoimagens, mesmo depois de duas semanas. Mostrou-se também que é possível a exposição em placas maiores 12x10 cm, como mostra a figura 08, todavia sugere-se que o tempo de exposição seja bem maior do que o habitual, devido a área exposta ser maior.

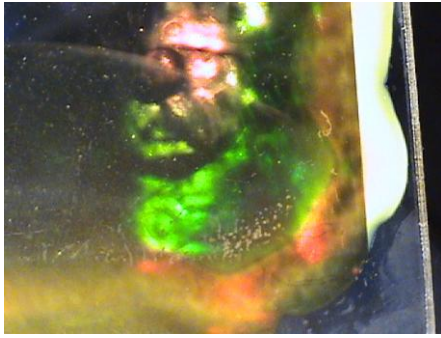


Fig. 01

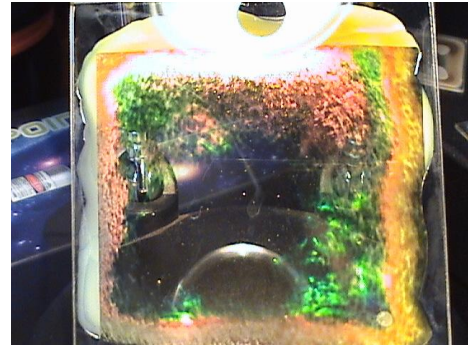


Fig. 02



Fig. 03

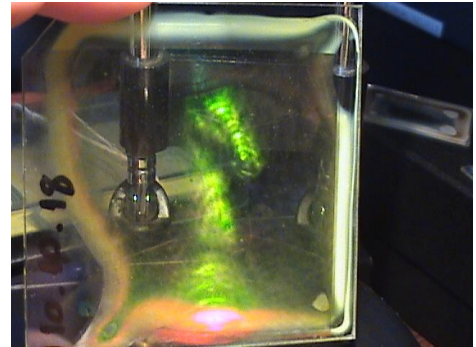


Fig. 04

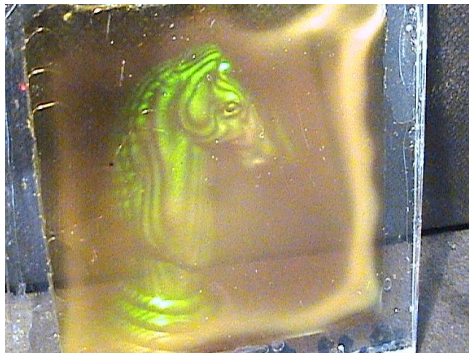


Fig. 05

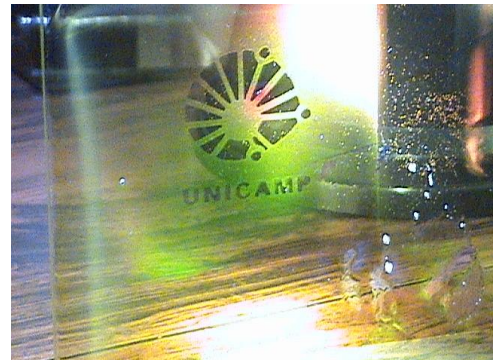


Fig. 06

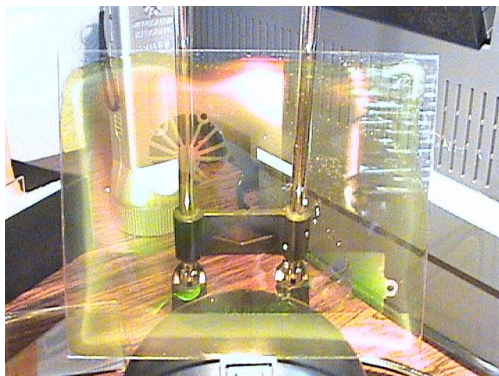


Fig. 07- Placa 12x10 cm

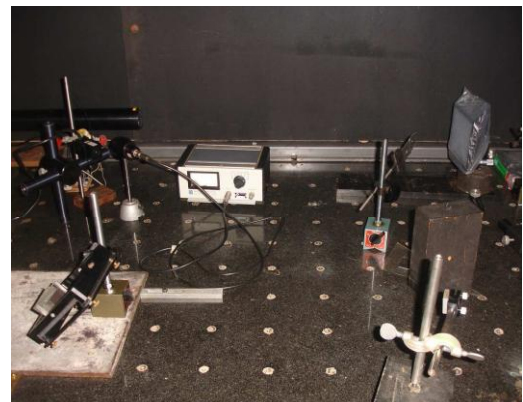


Fig. 08- Aparato de exposição

6. DIFICULDADES ENCONTRADAS

As primeiras placas reveladas não se mostraram de boa qualidade, percebe-se baixa definição na imagem (fig.01) além de alterações na cor com muita granulação (fig.02). Pensou em se tratar de excesso de dicromato, ou flutuações na espessura da camada da emulsão sobre a placa, todavia mesmo alterando a espessura da camada com aplicação de pouca solução de dicromato mais gelatina, não houve sucesso. Orientados pelo professor Lunazzi, sugeriu-se limpar o sistema óptico e colocar um filtro, com essa ação os resultados melhoraram significativamente com qualidade superior como mostra as figuras 03 e 04. Outro problema apresentado foi franjas de interferências que aparecem na figura 04 e 05, acreditamos que o problema resida no fato da variação de temperatura do ambiente interferir na frequência do laser, produzindo feixes com mais de um comprimento de onda, a sugestão foi fazer as exposições em outra sala, sem a interferência do ar condicionado, que liga e desliga e produzindo variações na temperatura da sala. Feito a exposição em outra sala a qualidade foi muito ruim, sem aparecimento da imagem, todavia o laser utilizado foi de apenas 25 mW, um quarto do utilizado anteriormente. Outra dificuldade apresentada foi o desaparecimento das imagens depois de reveladas, mesmo passando uma camada de esmalte e colocando uma segunda placa de vidro sobre a imagem, feito um sanduiche, as imagens desapareciam em uma semana, as vezes em horas, não se sabe ao certo o porque desse desaparecimento. Uma sugestão para os próximos projetos é descobrir o que tem provocado esse desaparecimento e como a umidade está ligada a esse tipo de problema. Também verifica-se o fenômeno denominado como **efeito Bragg** quando a luz penetra na primeira camada, parte dela reflete em direção à fonte de luz e o restante estende-se à próxima camada, onde o processo se repete. A luz de cada camada interfere na luz das camadas acima. Isso é conhecido como **efeito Bragg**, e é parte necessária da reconstrução do feixe do objeto nos hologramas de reflexão. Além disso, os hologramas com um efeito Bragg forte são chamados de hologramas **espessos**, enquanto aqueles com um efeito Bragg pequeno são os **finos**. [6]

O efeito Bragg também pode mudar a forma como o holograma reflete a luz, como o apresentado claramente nas fig. 03 e 04, percebe um forte efeito Bragg, hologramas que você consegue visualizar na luz branca. Em ângulos de visualização variados, o efeito Bragg pode ser diferente para diferentes comprimentos de onda da luz. Isso significa que você pode ver o holograma como uma cor a partir de um ângulo e como outra cor a partir de outro ângulo.

7. BIBLIOGRAFIA

[1] <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/doctorlunazzi/jjl.htm>

[2] Apostila cuidados no laboratório e preparo de emulsões

[3] [Projeto de F609: Holografia em gelatina dicromatada, Aluno: Flávio Fernandes Forner e Prof. Dr. José J. Lunazzi](#)

- [4] [Projeto de F530: Medida da refletividade espectral de uma placa sensibilizada com gelatina dicromatada e exposta ao espectro de luz branca. Aluno: Eric William Picin e Prof. Dr. José J. Lunazzi](#)
- [5] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Holografia>
- [6] <http://ciencia.hsw.uol.com.br/holograma6.htm>