



UNICAMP

Demonstração em sala de aula de interferência por transmissão em placas de vidro, por reflexão em lâminas de sabão, por birrefringência e por polarizadores.

Relatório Final I
F609 – Tópicos do Ensino de Física I



Orientador: Prof. José Joaquín Lunazzi
(<http://portal.ifi.unicamp.br/pessoas/corpo-docente/274-141>)



Leonardo R. da Silva – 136513
lrs.leonardo x gmail.com

1. Importância Didática do projeto

Com o objetivo de levar ao público em geral os conceitos básicos de formação de imagem, essa parte do Evento de Consulta à Comunidade, Apresentação de painéis e experimentos possui os seguintes experimentos:

- Franjas por transmissão;
- Franjas com bolhas de sabão;
- Franjas em Birrefringência com celulares;
- Franjas por polarizadores.

As explicações dos experimentos seguem nos tópicos seguintes.

2. Franjas por transmissão

Materiais:

- Duas lâminas de vidro de formato triangular de 6 mm de espessura com lados de 28,7 cm x 20,5 cm x 22,3 cm;
- Projetor;
- Prendedores;

Montagem experimental:

O vidro de espessura de 6 mm foi cortado em dois triângulos iguais de base 28,7 cm e de lados 20,5 cm e 20,3 cm. Serão colocados na frente de um projetor que projeta a luz branca. Na teoria, observaremos na parede as franjas com formato circular em decorrência da combinação dos raios de luz que atravessam os dois vidros indo direto para o anteparo e os raios que transmitem no primeiro vidro, que, por sua vez, reflete-a no segundo vidro voltado para o primeiro e em seguida é refletido, e, dessa vez ela atravessa o segundo vidro indo para o anteparo. Esta diferença de caminho entre os raios de luz geram a interferência com franjas claras e escuras vistas no anteparo.

Com o auxílio do programa Inkscape (<https://inkscape.org/pt/>) foi reproduzido o desenho relacionado às explicações complementares das franjas de Newton feitas pelo professor Lunazzi no quadro negro:

**TRANSMITÂNCIA RELATIVA
LUZ VISÍVEL**

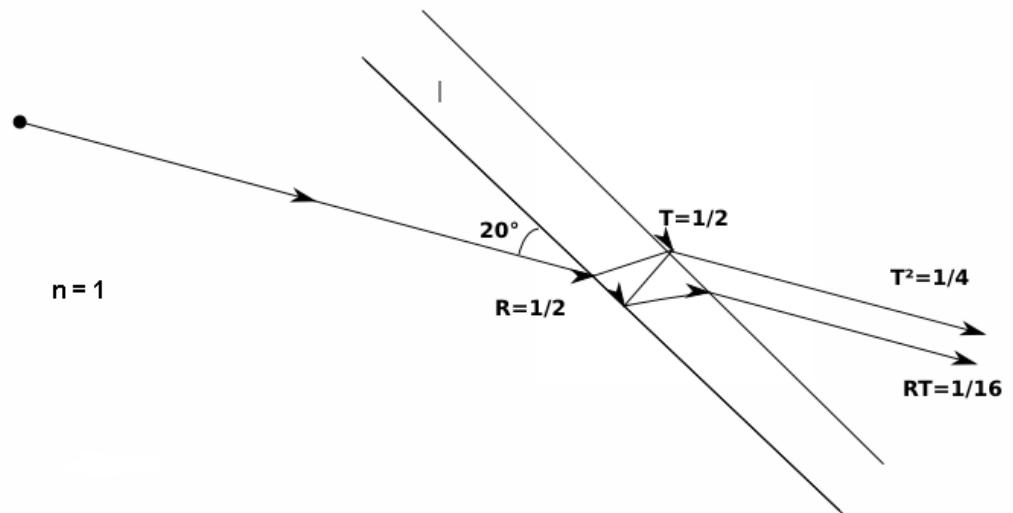


Figura 1. Franjas de interferência por transmissão em filmes finos

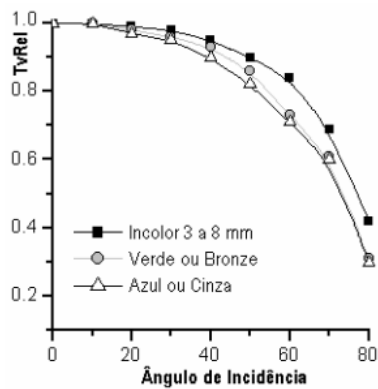


Figura 2 - Vidros comuns: transmitância relativa da luz visível (TvRel) em função do ângulo de incidência

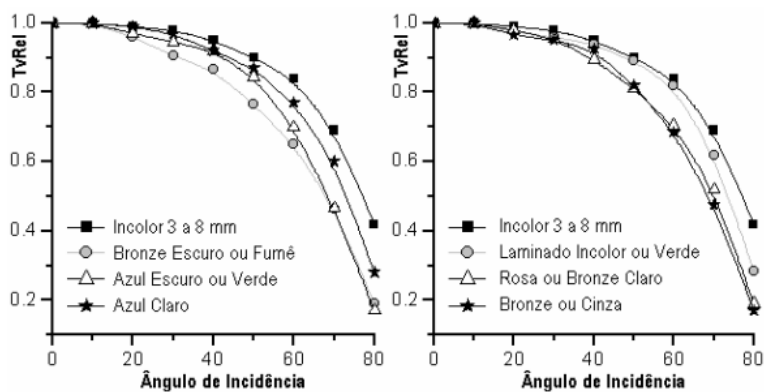


Figura 3 - Vidros laminados: transmitância relativa da luz visível (TvRel) em função do ângulo de incidência

Figura 2. Tabela T do vidro - UFRGS

Fotos da experiência:

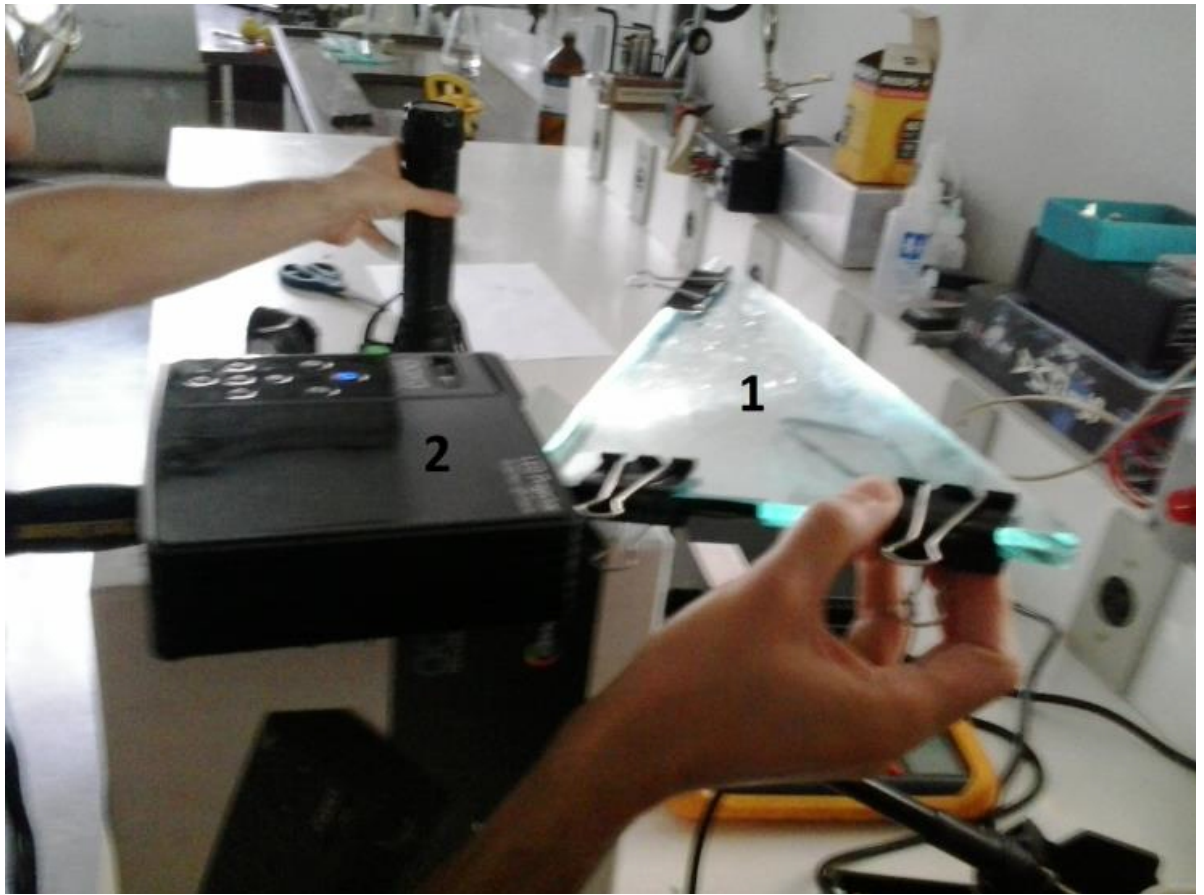


Figura 3. Nº 1: Duas placas de vidro de 6 mm de espessura com lados de 28,7cm x 20,5cm x 20,3cm, uma em cima da outra, com três prendedores de papel para uni-las; Nº 2: O projetor de marca AAXA com iluminação por diodos (“LEDs”) de 450 lumens(Não utilizado neste projeto)

Fonte:

http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/lista_projetosF809.htm

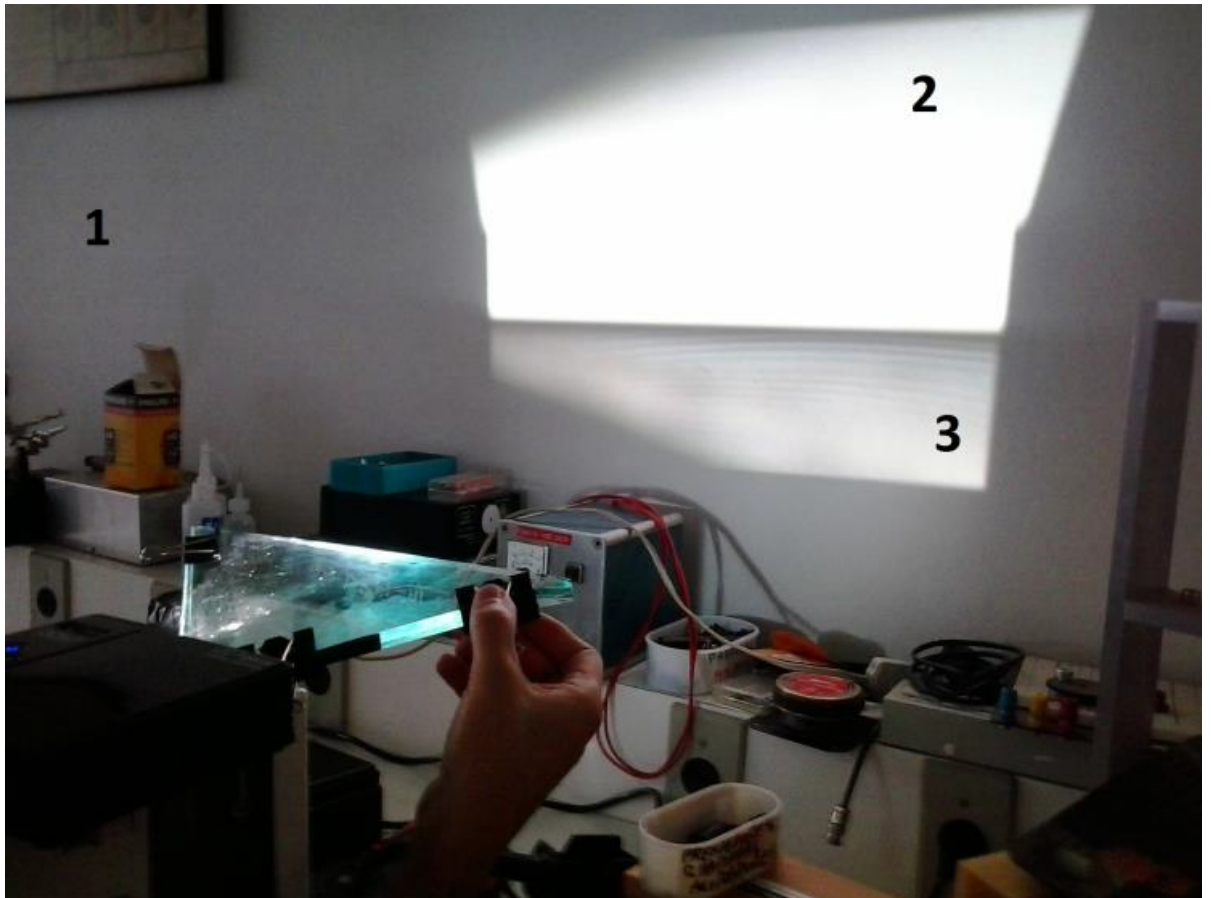


Figura 4. - As franjas obtidas pela transmissão da luz pelo par de vidros. N°1 – Anteparo; N°2 -Luz refletida pelo vidro; N°3 Franjas obtidas pela transmissão da luz pelo par de vidros.

Fonte:

http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/lista_projetosF809.htm



Figura 5 - As franjas obtidas pela transmissão da luz pelo par de vidros.

Dificuldades encontradas:

Havia muitas impurezas e marcas de digitais nos vidros que inicialmente dificultaram a visualização das franjas. Somente com a limpeza do material ocorreram melhoras significativas no experimento.

Descrição do trabalho:

Nível básico e colegial:

A luz do projetor incide sobre os dois vidros em formato triangular com fitas isolantes unidos pelos prendedores. Feito isso, a trajetória descrita pela luz faz com que a mesma incida sobre a superfície do primeiro vidro e seja refletida no anteparo (tela de projeção); uma parte da luz atravessa o primeiro espelho, e é refletida na superfície do segundo espelho retornando para o primeiro espelho que sofre a reflexão novamente e retorna para o segundo espelho, que, após isso, é transmitida (refratada) para o anteparo.

Graduação:

Neste experimento foi analisado, de acordo com o desenho da **Figura 1**, observamos o fenômeno da interferência em filmes finos. Na teoria, o campo elétrico é :

$$E = E_0 \cos(kx - \omega t) \quad (1)$$

Onde E_0 é a amplitude do campo, k é o número de onda, ω é a frequência angular; $k = 2\pi/\lambda$, λ é o comprimento de onda e $\omega = 2\pi/T$, T é o período. Então podemos escrever a função (1) como:

$$E = E_0 \cos(2\pi[(x/\lambda) - t/T]) \quad (2)$$

A condição de interferência construtiva ou destrutiva por dois raios do mesmo comprimento de onda, mas saindo de posições diferentes é feita pelo princípio da superposição do campo deles :

$$E_1 + E_2 = E_0 \cos(2\pi[(x/\lambda) - t/T]) + E_0 \cos\{2\pi[(x + \Delta x)/\lambda] - t/T\}$$

A diferença entre as distâncias que ocorrem devido a fina camada de ar entre os vidros define a onda resultante:

$$\Delta x = y \sin \theta \quad (3)$$

A equação fica:

$$E_1 + E_2 = E_0 \cos(2\pi[(x/\lambda) - t/T]) + E_0 \cos\{2\pi[(x + y \sin \theta)/\lambda] - t/T\}$$

A intensidade média é proporcional ao quadrado do campo elétrico $E(x)$, ou seja,

$$I = |E|^2 = |E_1|^2 + |E_2|^2 \pm 2(E_1 E_2) \cos(2\pi \Delta x/\lambda) \quad (4)$$

A luz branca sai do projetor ; parte dessa luz é transmitida (80%) para o segundo vidro que também ocorre o mesmo fenômeno que o primeiro vidro, logo $T^2 = 0,64$; o outro raio de luz que é transmitido no primeiro vidro é refletido 2 vezes e depois transmitido e então $RT = 0,0625$. O contraste, que define a visibilidade das franjas vai ser melhor quanto mais próximos os valores de E_1 e E_2 . No entanto, o produto dos campos no terceiro termo da equação (4) permite que o campo mais fraco gere franjas visíveis mesmo com valores de $1/100$.

3. Franjas com bolhas de sabão

Materiais:

- Glicerina;
- Sabão líquido;
- Pote preto;
- Canudo;
- Barbante;
- Mangueira pequena de plástico;

Montagem experimental:

Nas laminas de sabão, experimentamos a mistura de sabão e glicerina (fornecida pelo professor Lunazzi para dar consistência e durabilidade) e água. Notei que as condições climáticas influenciam no tempo de duração das bolhas: um clima mais úmido prorroga o tempo de duração das bolhas.

Na montagem, misturamos água, glicerina, sabão e xarope de milho do pote preto e após um tempo de 12h a 24h horas de espera para que a mistura se torne mais consistente formamos as bolhas de sabão.

Fotos da experiência:



Figura 6 Xarope de milho



Figura 7. Recipiente com glicerina($C_3H_8O_3$)



Figura 8. Pote preto para armazenar a solução



Figura 9. Conjunto dos materiais utilizados no experimento de bolhas de sabão

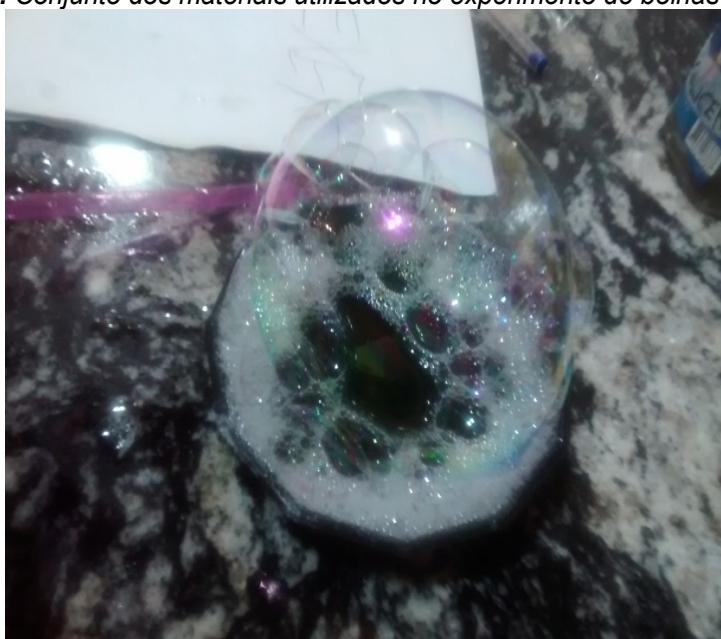


Figura 10 Bolha de sabão resultante da mistura

Dificuldades encontradas:

Seguindo as receitas encontradas em sites, o maior problema está em prolongar o tempo de vida das bolhas de sabão: as combinações de matéria prima não estão gerando resultados satisfatórios para que a bolha fique mais resistentes e duradouras.

Descrição do trabalho:

Nível básico e colegial:

É misturado no recipiente água, glicerina, xarope de milho e sabão; após um tempo de 48 horas a mistura já está pronta para a aquisição das bolhas de sabão.

Utilizando um tubo de plástico em formato circular com um pedaço de arame imerso, inicialmente na água, conseguimos fazer as bolhas de sabão desejadas. Nota-se algumas cores do espectro de luz – amarelo, vermelho, azul, verde, etc - na superfície da bolha.

Graduação:

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 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

4. Franjas por birrefringência com celulares

Materiais:

- Celular com película transparente ou fosca;
- Anteparo escuro;

Montagem experimental:

Neste experimento, necessitamos somente de um celular com película, uma fonte de luz coerente branca e um anteparo escuro para a projeção das franjas (tela do celular).

Com uma inclinação entre o celular e a fonte de luz coerente podemos observar a formação de franjas na película do celular. Esse fenômeno ocorre em função da dupla refração da luz. O raio ordinário e o raio extraordinário provenientes da refração possuem diferentes velocidades de propagação e com isso as franjas aparecem na tela do celular.

Fotos da experiência:

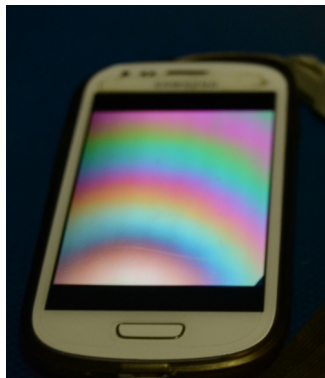


Figura 11 Lâmina (Película) de celular

Dificuldades encontradas:

Os resultados nesta parte estão se mostrando satisfatórios e dentro do esperado.

Descrição do trabalho:

Nível básico e colegial:

Uma fonte de luz é direcionada para o celular e com o conjunto película e tela escura (Modo stand-by) do celular permite a observação de franjas.

Graduação:

A birrefringência é um fenômeno onde origina raios refratados a partir de um único raio incidente. O raio ordinário obedece as leis normais de refração e o raio extraordinário. A luz do raio ordinário é polarizada perpendicularmente ao raio extraordinário. Ao longo da direção segundo a qual a direção de incidência não produz birrefringência os raios ordinários e extraordinário propagam-se a mesma velocidade. A propriedade de birrefringência observa-se em todos os cristais com células elementares que apresentem um grau de simetria relativamente baixo, isso é, todos os cristais são caracterizados pela propriedade das diferentes direções espaciais não serem equivalentes

5. Franjas com polarizadores

Materiais:

- Retroprojeter;
- Películas polarizadoras;

Montagem experimental:

Filmes polarizadores tem um eixo que permitem a passagem da luz que oscila paralelamente ao eixo. Utilizamos dois polarizadores que se diferenciam apenas pelo ângulo em que são posicionados com relação a vertical. Usamos a posição alinhada com a horizontal e vertical. Inserimos um filme transparente fino entre os dois polarizadores e observamos no anteparo as cores vermelha e verde quando rotacionávamos o filme polarizador a cada 45° em relação a posição inicial do filme.

Fotos da experiência:



Figura 12 Franjas com polarizadores em paralelo

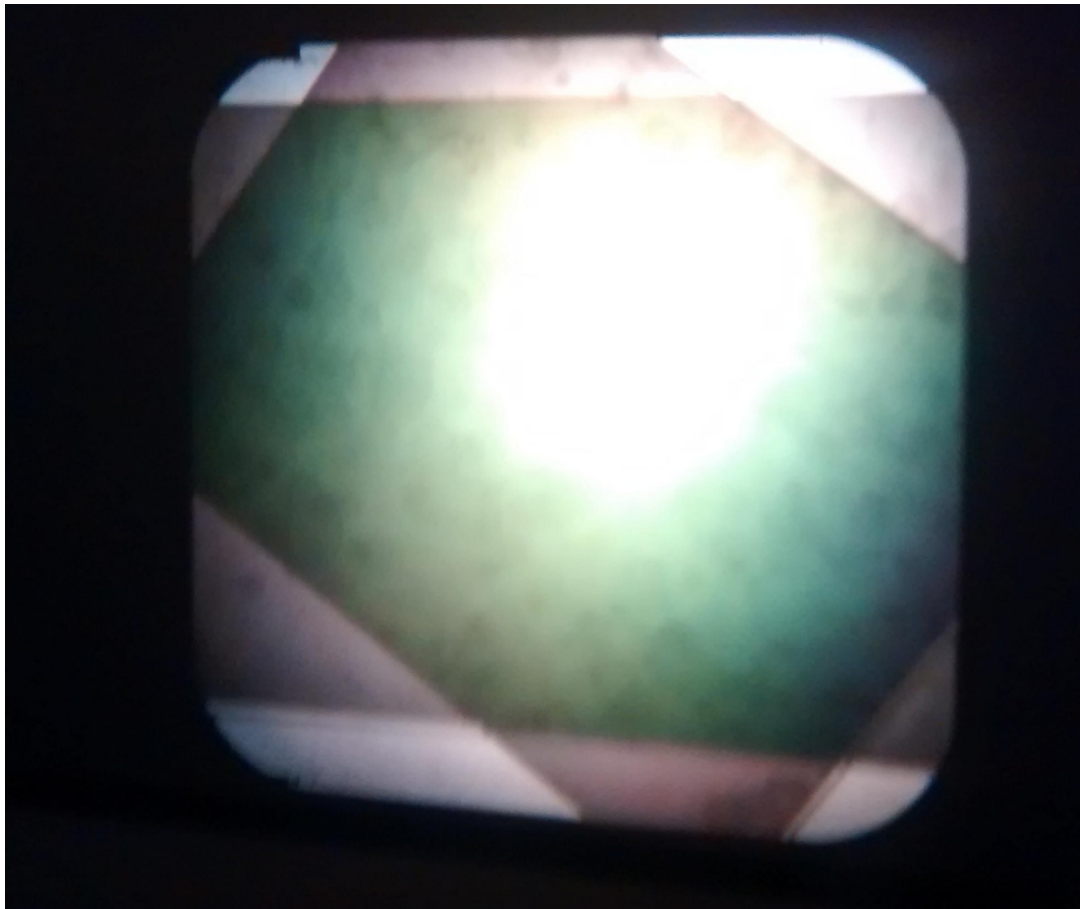


Figura 13 Franjas com polarizador na posição inclinada



Figura 14 Franjas com polarizador inclinado a 90° no sentido horário em relação a posição da figura 13

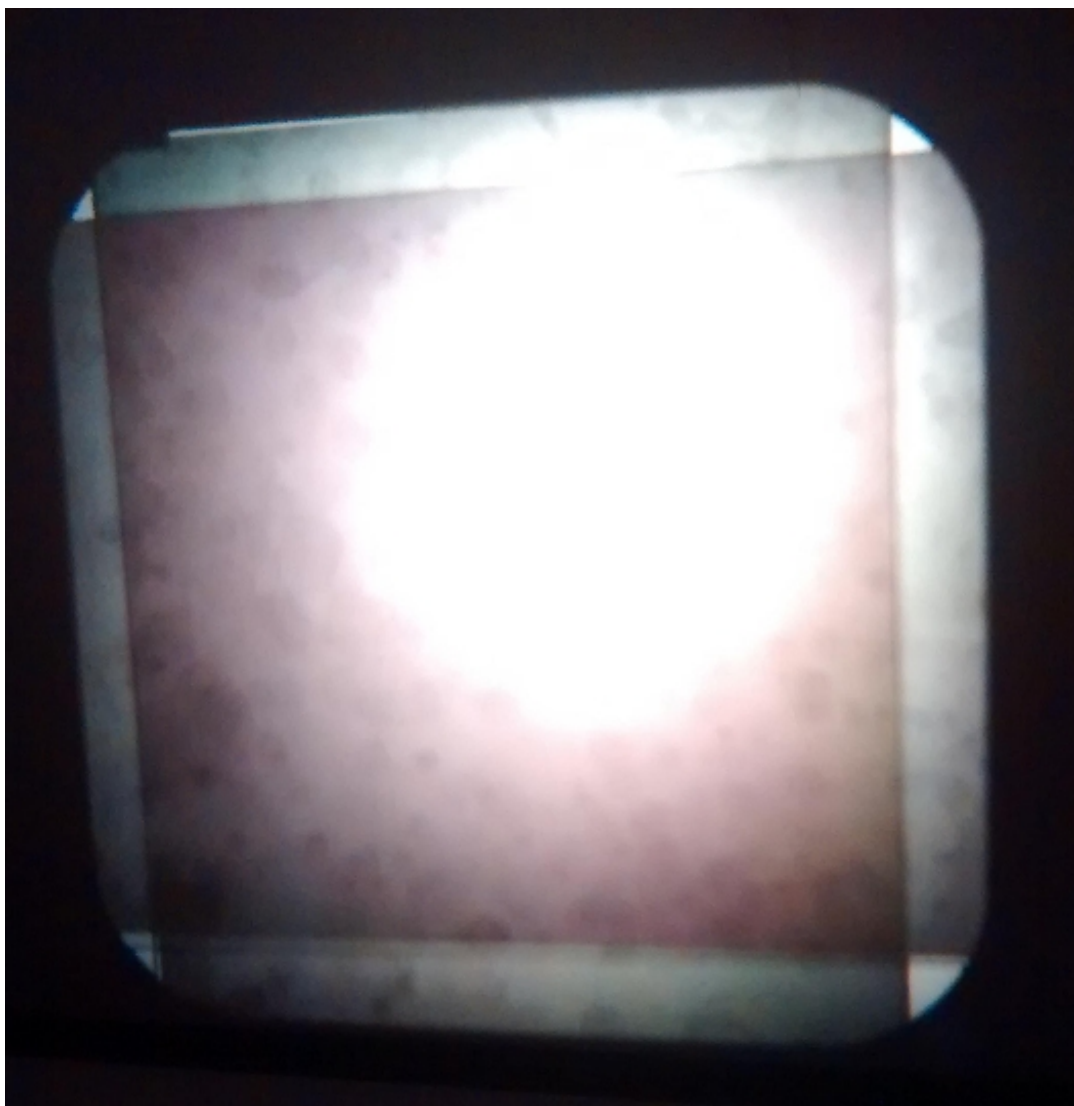


Figura 15 Franjas com polarizadores alinhados perpendicularmente



Figura 16 Franjas com polarizadores alinhados em paralelo

Dificuldades encontradas:

Ocorreu pouca participação do público no evento e este experimento só foi mostrado para uma pessoa e foi apresentado com resultados satisfatórios.

Descrição do trabalho:

Nível básico e colegial:

A fonte de luz proveniente do retroprojektor incidia sobre os filtros polarizadores e com um ângulo de rotação em um polarizador era possível observar a aparição das cores verde e vermelha no anteparo.

Graduação:

Um raio de luz polarizado ao atravessar a película orientada adequadamente, sofre o fenômeno da dupla difração, com o aparecimento de dois raios refratados, um rápido e outro lento, cujas velocidades são inversamente proporcionais aos índices de refração. Conforme mostra a equação abaixo, a cor de interferência apresentada por um certo mineral, que corresponde a diferença de percurso ou atraso (D) entre os raios rápido e lento que deixam o mineral, é função de sua espessura (e) e da diferença entre os índices de refração associados a seção considerada ou birrefringência (N-n).

$$D=e(N-n)$$

A birrefringência de um mineral (N-m) pode variar de zero até um máximo. Ao valor máximo da diferença de percurso ou atraso (D) correspondera a maior diferença entre os índices de refração (N-n), que é chamada de birrefringência máxima (d). A birrefringência é consequência do alinhamento de moléculas.

6. Originalidade

Este relatório trata-se de uma continuação do experimento de interferência feito pelos alunos no semestre passado (Interferência - entrega do relatório final feita em 17/07/2014) com a adição do experimento de birrefringência, polarizadores e bolhas de sabão.

7. Pesquisas realizada, palavras-chave

- 1) Franjas por transmissão;
- 2) Franjas por bolhas de sabão;
- 3) Franjas por birrefringência com celulares;
- 4) Inteferência.

8. Referencias Bibliográficas

-
- Disciplinas de instrumentação para o ensino da graduação – Instituto de Física da UNICAMP - IFGW:
http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809.htm.
 - Livro Fundamentos da Física, vol. 4 (8a edição), de Halliday, Resnick e Walker.
 - Livro Princípios de Física, vol. 4 (3a edição), de Serway e Jewett Jr.
 - Artigo de apoio - birrefringência: [http://www.infopedia.pt/\\$birrefringencia](http://www.infopedia.pt/$birrefringencia);
 - Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da ótica no ensino médio:

- http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID329/v18_n2_a2013.pdf
- Experiência: Bolhas de sabão resistentes:
<https://www.youtube.com/watch?v=212M9C5tQmc> .
- Bolhas de sabão mais resistentes:
<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/bolha-sabao-mais-resistente.htm>.
- Bolhas de Sabão gigantes:
<http://www.manualdomundo.com.br/2013/02/receita-de-bolha-de-sabao/>.

9. Declaração do orientador

“ ”

10. Horário de apresentação

Apresentação deste trabalho ocorreu no prédio D (Pós Graduação) no Instituto de Física da UNICAMP.

11. Comentário do Evento

No evento de apresentações dos projetos, os experimentos foram apresentados de forma parcial e rápida. As explicações de alguns conceitos mais específicos de interferência foram feitos pelo Prof. Lunazzi aos outros professores visitantes. Foi indicado melhorias no projeto como a utilização de duplete de sódio para a melhor visualização das franjas, entretanto o experimento ficaria encarecido e o propósito é deixado o mais caseiro possível.

