



F 609 - Tópicos de ensino de física I

Oscar Alejandro Flores Carrion



Ra: 139899

Email: racsonic2 ARROBA gmail.com

Orientador: Professor Luís Eduardo Evangelista de Araújo

Introdução:

Quando a luz passa de um meio a outro, sua velocidade aumenta ou diminui devido as diferenças de estruturas atômicas das substâncias. Devido à esta mudança e a que a frequência da propagação da luz se mantém, independente do meio na que ela se encontra, afirmasse que o comprimento de onda do feixe de luz muda, dependendo do meio onde ela está-se propagando. Este experimento visa mostrar tal comportamento, através do fenômeno de difração em diferentes meios (ar e água), utilizando um aquário de vidro transparente, foi possível observar a diferença dos padrões de difração formados quando o feixe se propaga na água e no ar. Tal experimento foi realizado pelo professor Lunazzi, mas não foi realizada nenhuma publicação.

Materiais:

- Laser
- Grade de difração (Realizada em F 428)
- Um aquário de vidro transparente
- Fita adesiva
- Papel milimetrado
- Uma lente cilíndrica
- CD ou DVD (grade de difração)

Realização:

Para a realização do experimento foram feitas duas montagens óticas. Na primeira, que foi equivocada pois a difração não muda de meio, foi utilizado um laser do laboratório de ótica, com comprimento de onda de $\lambda = 650 \text{ nm}$. (Figura 1)



Figura 1: Laser com $\lambda = 650 \text{ nm}$

O laser foi posicionado de forma em que feixe passasse através de uma grade de fendas, a qual foi elaborada em F 428 e se encontrava disponível para ser utilizada, desconheço o processo de criação da grade. Logo, após a grade foi colocado um aquário de vidro transparente, utilizando fita adesiva foi colocado um papel milimetrado na extremidade contrária à grade de difração, de modo que o feixe se propague pelo interior do aquário, gerando um padrão de difração no papel milimetrado. A montagem pode ser observada na Figura 2 e Figura 3 a continuação.

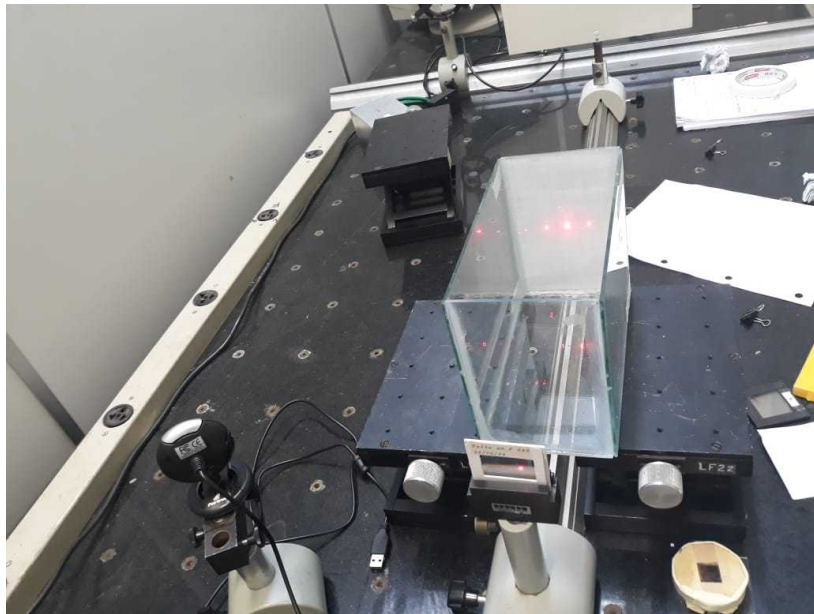


Figura 2: Montagem do experimento (Grade de fendas e Aquario de vidro)



Figura 3: Montagem do experimento (laser, Grade de fendas e Aquário de vidro)

Foi observado o padrão de interferência com aquário de vidro sem água como mostrado na Figura 4 e Figura 5

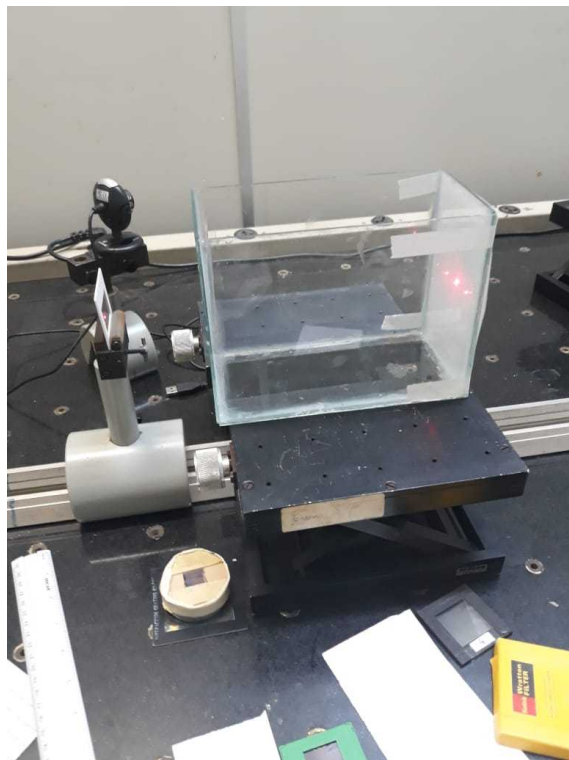


Figura 4: Laser passando pelo aquário sem água, através da grade de fendas.

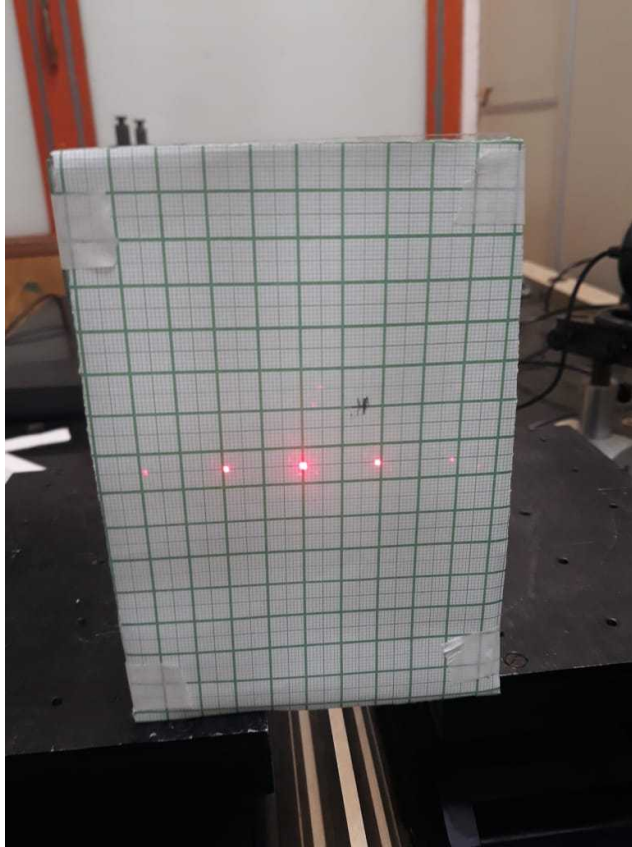


Figura 5: Padrão de difração formado por ao passar no aquário sem água (ar)

A continuação foi colocada água no aquário de modo a que o feixe de luz que sai da grade de fendas atravesse o aquário com água formando um padrão de difração no papel milimetrado como mostrado a continuação.

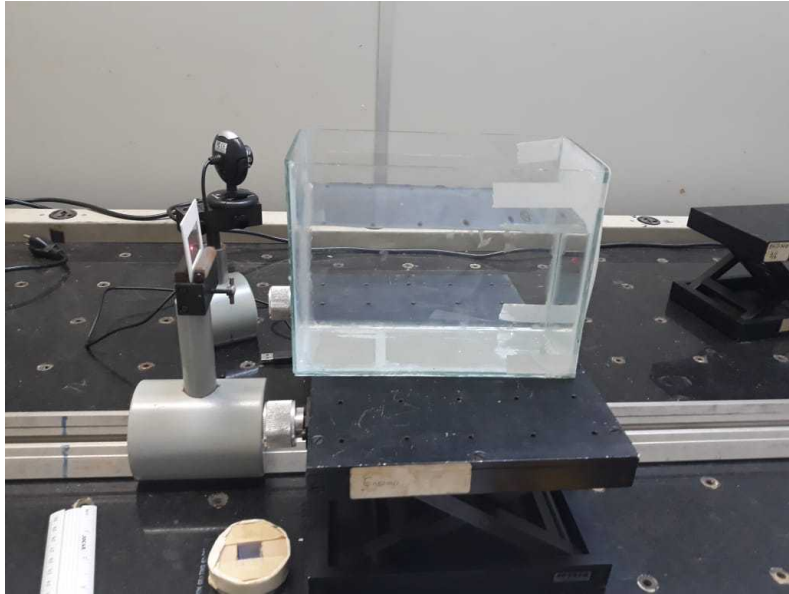


Figura 6: Feixe passando pelo aquário com água

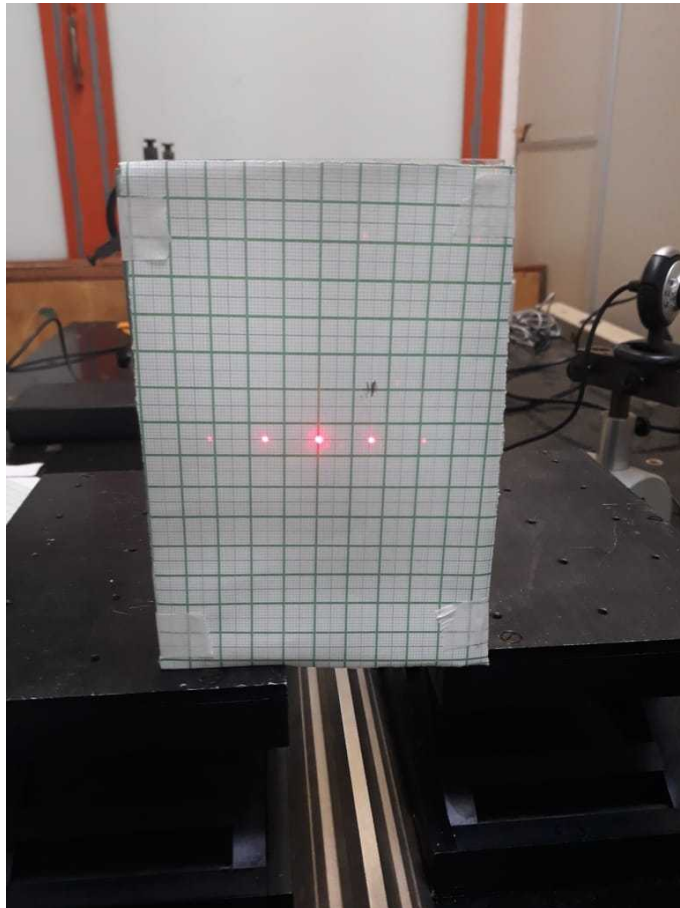


Figura 7: Padrão de difração formado ao passar no aquário com água

Na segunda parte do experimento foi utilizada uma montagem parecida à anterior, porém, no lugar da grade de difração (Realizada

em F 428), foi fixado, com fita adesiva, um CD na parte interna do aquário de modo a que o feixe de luz atravessasse a grade ao incidir na parede do aquário. Foi realizado o mesmo procedimento da montagem anterior para o aquário com e sem água (Figura 8 e Figura 9).

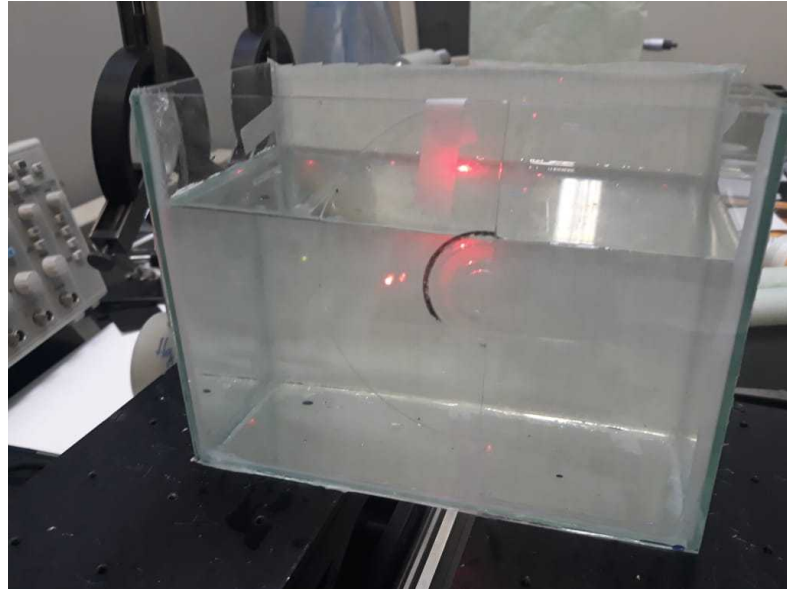


Figura 8: CD fixado à parede do aquário como grade de difração

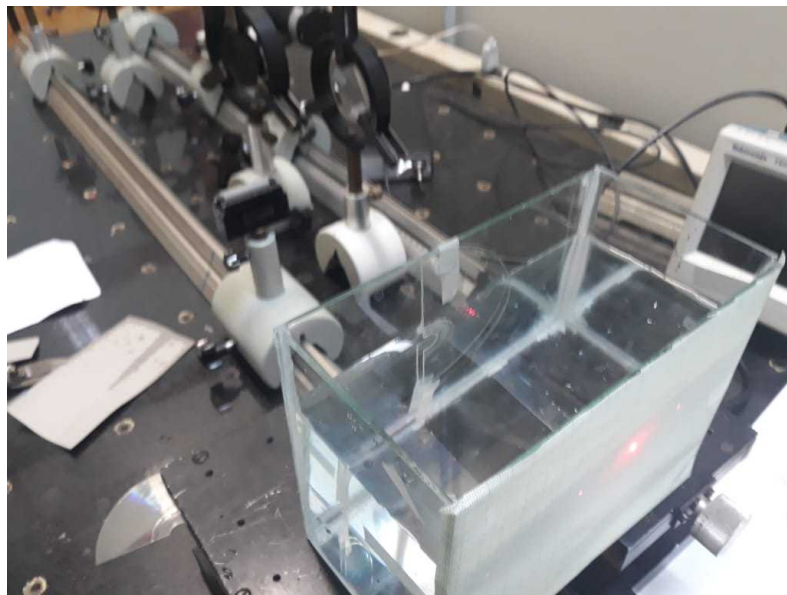


Figura 9: Laser atravessando o aquário com água

Novamente podemos observar os padrões de difração formados no papel milimetrado com o aquário com ar e com água. Mostrados na Figura 10 e Figura 11 respetivamente.

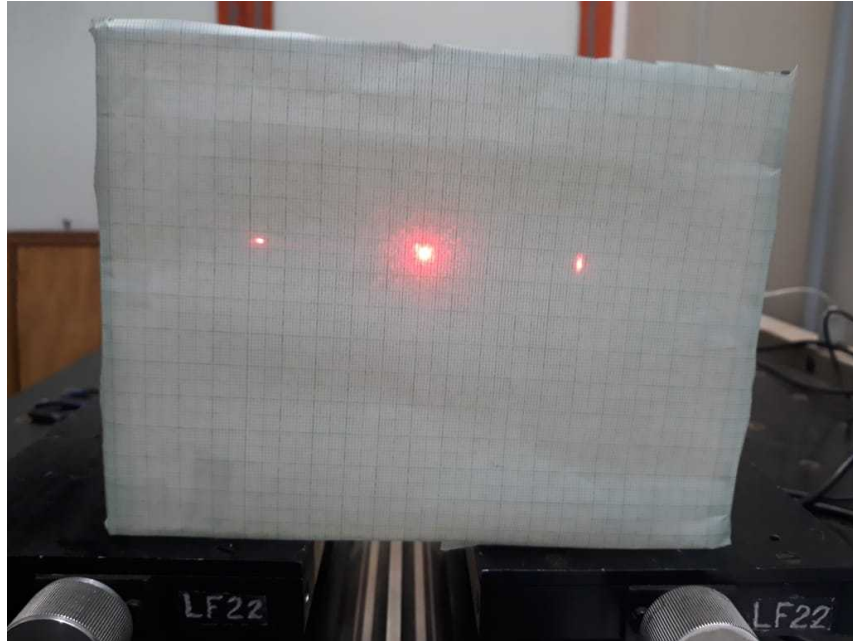


Figura 10: Padrão de difração formado ao passar pelo aquário sem água (ar)

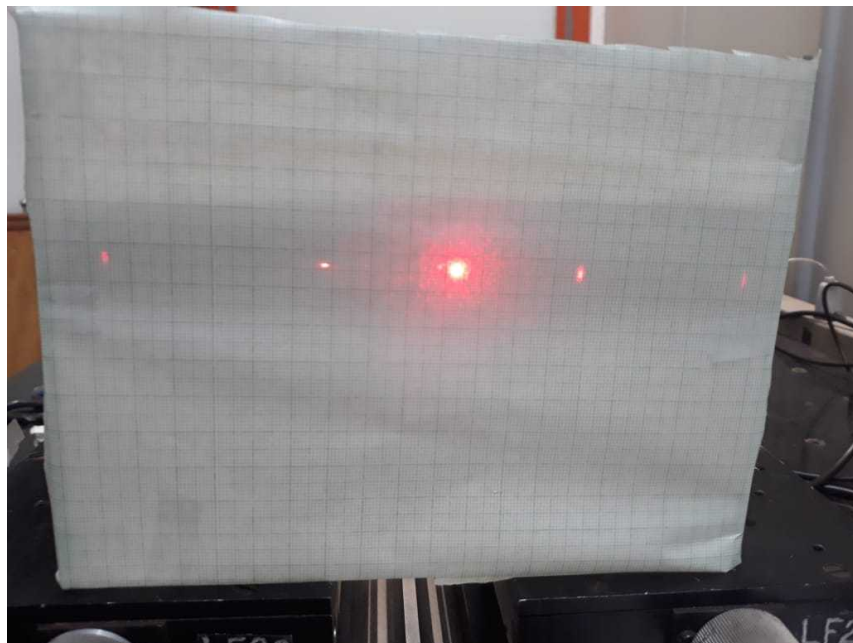


Figura 11: padrão de difração formado ao passar pelo aquário com água

Para finalizar foi utilizado uma lente cilíndrica de modo a que o feixe tanto pela parte com água como pela a parte sem água (ar), do aquário. Podendo assim comparar de maneira direta ao mesmo tempo a diferencia nos padrões gerados ao feixe passar por água e ar. Como mostrado na figura a continuação.

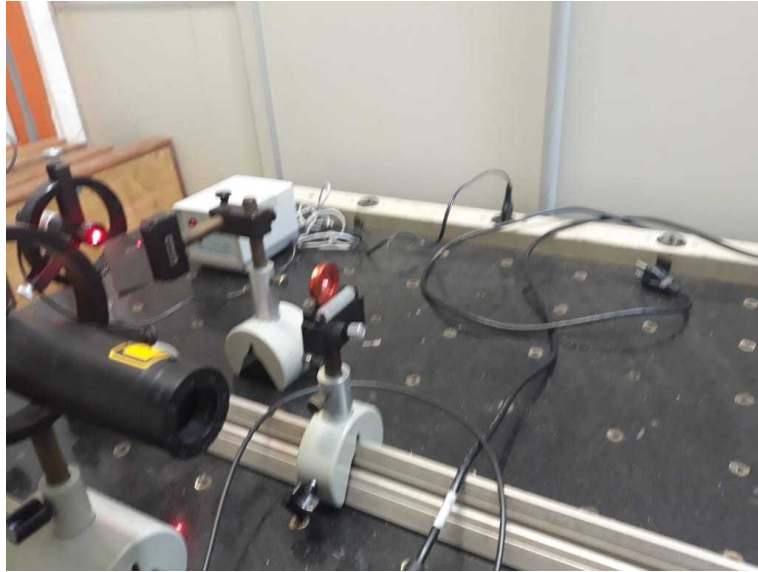


Figura 12: Laser passando pela lente cilíndrica

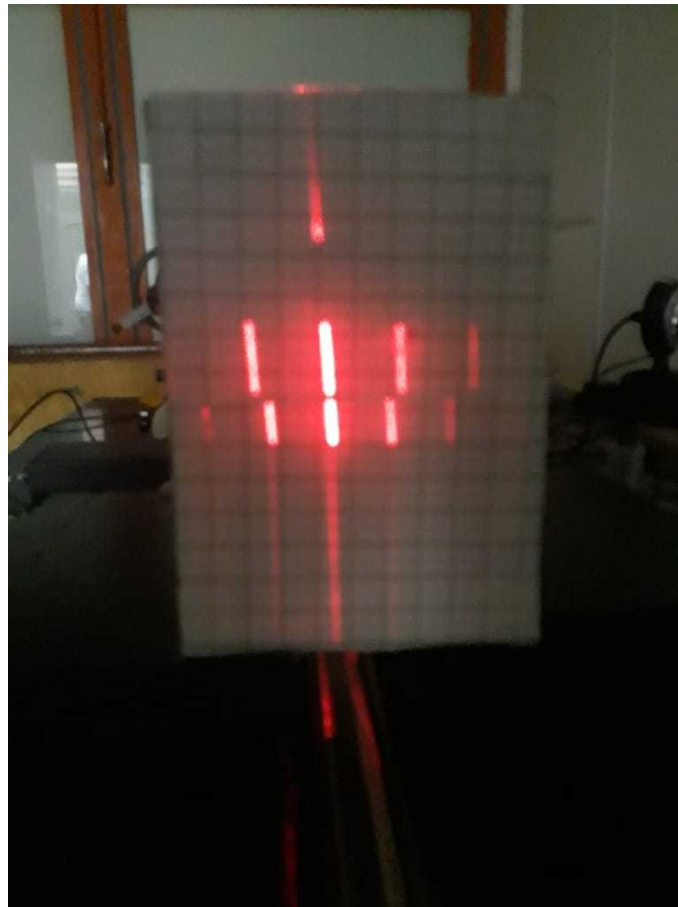


Figura 13: Padrões de difração formados pela Grade de difração (Realizada em F 428) ao passar pelo aquário com água (padrão de baixo) e pelo aquário sem água (padrão de cima)

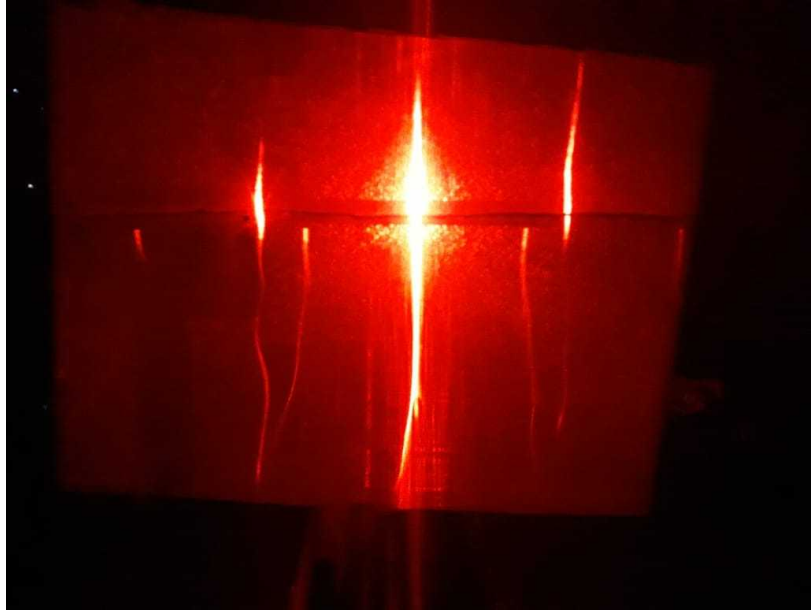


Figura 14: Padrões de difração formados pela CD ao passar pelo aquário com água (padrão de baixo) e pelo aquário sem água (padrão de cima)

Resultados:

Foi possível observar como o padrão de interferência muda em dependência do meio que ele percorre, isto é, devido a que a velocidade em que o feixe se propaga é diferente para diferentes meios. Através do papel milimetrado calculamos a distância entre o máximo primário e o máximo secundário para os quatro casos estudados. Uma vez obtidos a separação entre o máximo primário e o secundário (Y_{Max}) e a distância entre a grade de difração e o anteparo (D), podemos calcular o ângulo de difração do primeiro máximo secundário utilizando a fórmula:

$$Y_{Max} = m D \tan(\alpha)$$

Isolando o ângulo α obtemos que:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{Y_{Max}}{D}\right) \quad (1)$$

Sabendo que os padrões de difração seguem a equação matemática seguinte:

$$d \sin(\alpha) = m \lambda \quad (2)$$

Usando do ângulo α calculado na equação (1) e substituindo na equação (2) podemos calcular qual é a separação d entre as fendas da grade:

$$d = \frac{m\lambda}{\text{sen}(\alpha)} \quad (3)$$

com $m = 1$ e $\lambda = 650 \text{ nm}$.

Agora usando a separação das fendas encontradas anteriormente e os ângulos de difração quando o laser atravessa o aquário com água, encontramos a comprimento de onda do laser. Utilizando a equação (1)

$$\lambda = \frac{d \text{sen}(\alpha)}{1}$$

Finalmente calculamos o índice de refração da água com a relação:

$$n = \frac{\lambda_{ar}}{\lambda_{agua}} = \frac{Y_{max_{ar}}}{Y_{max_{agua}}}$$

	Grade de difração (ar)	Grade de difração (água)	CD (ar)	CD (água)
Y_{Max} (cm)	$2 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,5$	$3,5 \pm 0,5$
D(cm)	$28 \pm 0,2$	$28 \pm 0,2$	$13 \pm 0,2$	$13 \pm 0,2$
d (μm)	$9,120 \pm 0,008$	$9,120 \pm 0,008$	$1,8 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$
α	$4,085 \pm 0,007$	$3,270 \pm 0,007$	$20,26 \pm 0,03$	$15,06 \pm 0,03$
λ (nm)	650	$520,00 \pm 0,06$	650	$487,86 \pm 0,1$
n	1	$1,250 \pm 0,001$	1	$1,334 \pm 0,002$

Os cálculos realizados para os 4 padrões de difração com seus respectivos erros, se encontrar mostrados na tabela a continuação.

Tabela 1: Dados calculados sobre os 4 padrões de difração

Conclusão:

Foi possível observar, através dos padrões de difração, que os máximos secundários, gerados pelo feixe ao atravessar a água, se encontram a uma menor distância do máximo primário, em comparação aos máximos secundários gerados pelo feixe ao passar pelo ar, comprovando assim que o comprimento de onda do laser muda ao atravessar um meio diferente e que tal velocidade depende do índice de refração do material ou substância pela qual o raio está-se propagando. Os dados coletados permitiram calcular o índice de refração da água dando um valor muito próximo ao teórico (1,33), pelo que se pode concluir que os resultados experimentais satisfazem e comprovam as teorias e fórmulas utilizadas. Existe uma discrepância entre o valor obtido utilizando Grade de difração (Realizada em F 428) e o obtido usando o CD. Isto pode ser devido a que a grade de difração de F 428 se encontrava fora da água no momento da difração, percorrendo assim uma parte no ar e outra na água, a diferença do CD o qual se encontrava fixado no vidro dentro da água. O experimento foi satisfatório e foi possível observar no papel milimetrado os diferentes padrões de difração, porém, seria uma boa opção implementar um humidificador de tal forma sejam visíveis os raios difratados se propagando no ar, e colocar leite ou alguma substância que permita a visualização dos raios difratados se propagando na água, obtendo uma melhor visualização do fenômeno. Assim como construir um suporte para fixar o laser e obter resultados mais precisos.

Observação extra:

Foram realizados diferentes testes no laboratório de ótico, junto com professor Lunazzi para obter uma melhor apreciação do fenômeno. Foi utilizado um humidificador para poder visualizar o percurso dos raios difratados ao atravessar o ar e uma água altamente clorada que permitiu a visualização dos raios difratados ao passar pela água. As imagens dos resultados obtidos se encontram a continuação.

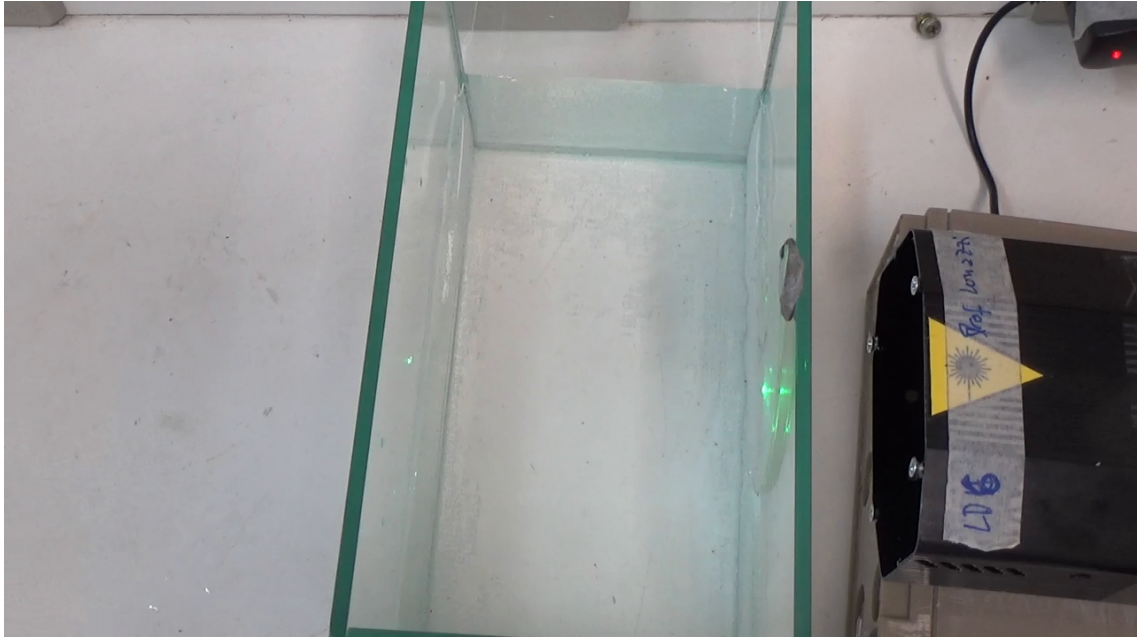


Figura 15: Montagem realizada no laboratório de ótica com o professor Lunazzi.

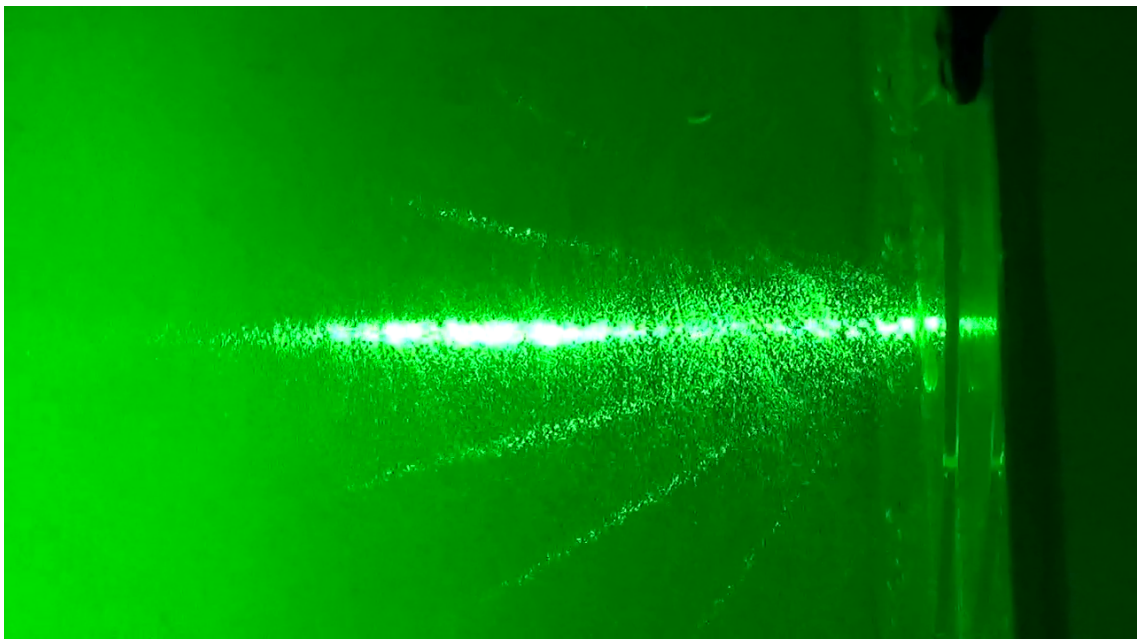


Figura 16: Raios difratados na água clorada.

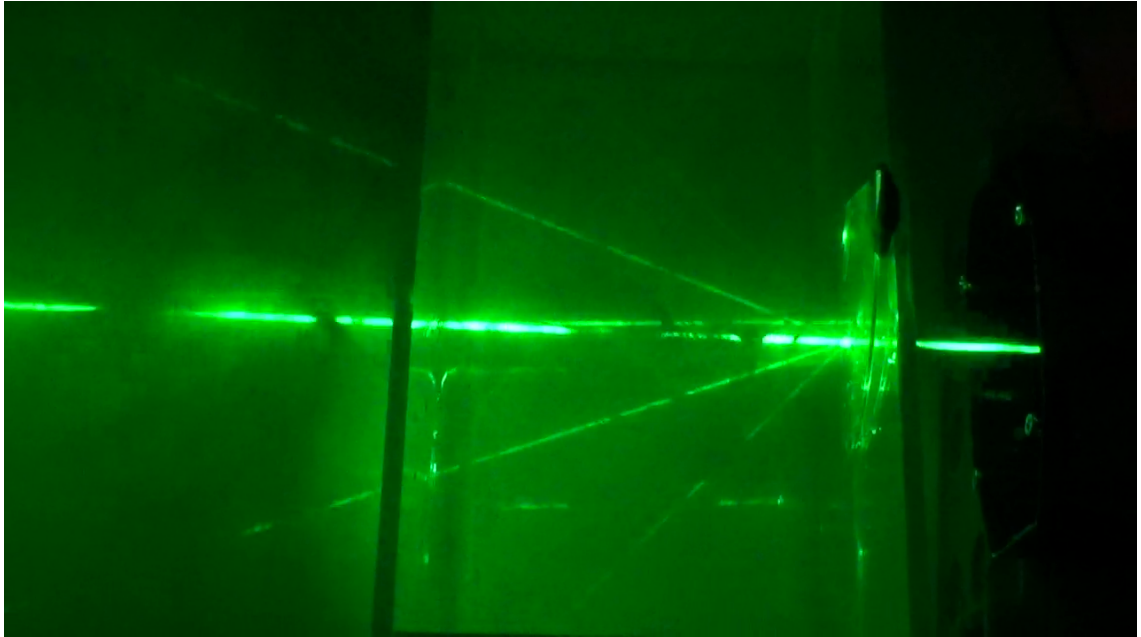


Figura 17: Raios difratados no ar, visualizados com ajuda de um humidificador.

Comentário do orientador:

Acho que o aluno Oscar Carrion desenvolveu um bom projeto na disciplina F609 e a minha sugestão de nota para ele é 9,5. No projeto, ele comparou a difração de luz laser em uma grade de difração e em um CD no ar vs. na água. No caso da grade, acho que houve um pequeno erro de execução: ele não a posicionou corretamente no aparato (colocou afastada do aquário) de forma que não mediu corretamente o índice de refração da água como era a proposta do experimento. Esse erro não ocorreu com o CD e o índice de refração encontrado para a água concorda com o valor da literatura. Ele comenta sobre esse ponto no relatório, mas poderia ter feito o experimento uma vez identificado o problema.

Referências:

Determination of the index of refraction using a laser pointer

<http://www.euhou.net/index.php/exercises-mainmenu-13/classroom-experiments-and-activities-mainmenu-186/203-determination-of-the-index-of-refraction-using-a-laser-pointer>

Com ajuda do experimento mostrado no link acima, foi possível montar o experimento e determinar o índice de refração da água.