

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN
CURSO DE FÍSICA

Relatório Final de Atividades



F709 – Tópicos de Ensino em Física II
Professor Coordenador: Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi
lunazzi"@ifi.unicamp.br
Discente: Ricardo Yaguti - 094406
r094406"@dac.unicamp.br

2º semestre de 2012

• **Resumo**

Neste relatório serão descritas todas as atividades que foram realizadas Evento de Holografia e Imagem (EdH) do Professor Doutor José Joaquín Lunazzi, no curso de Tópicos de Ensino em Física II – F709 do segundo semestre de 2012. Durante esse período, os alunos foram treinados para realizarem apresentações diretamente ao público, eventos que se tratam basicamente de Imagem e Luz, com conteúdo tanto teórico como prático. Os experimentos apresentados durante o evento possuem grande admiração dos espectadores, pelo fato de conseguir tratar cada fenômeno da luz de forma mais didática e representativa. A preparação do evento necessita de apoio extraclasse por parte dos alunos de F709, tanto para conserto e adaptação dos experimentos, como no monitoramento do público durante o evento.

• **Desenvolvimento das atividades realizadas**

Cada aluno matriculado na disciplina F709 dedicou mais duas horas de trabalho extra-aula que podiam ser realizados em eventos ministrados por eles mesmos ou por reuniões no Laboratório de Óptica da UNICAMP. Durante essas reuniões, os alunos e o professor coordenador discutiam e refletiam sobre eventos passados, também operavam máquinas e ferramentas a fim de consertar e melhorar os experimentos. Todos os eventos ministrados pelo Professor José J. Lunazzi foram realizados na sexta-feira, a maioria das 15h às 18h, o dia de evento dispensava aula.

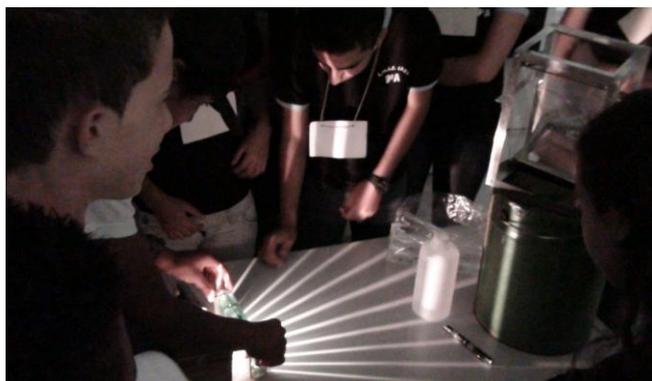
○ AULAS

Iniciadas em Agosto de 2012, as aulas são das 19h às 21h oferecidos pelo professor coordenador da disciplina. As primeiras aulas foram expositivas e tinham como objetivo, apenas a apresentação da disciplina, assim como um roteiro mutável das atividades que seriam realizadas durante o semestre. Ao longo desse período, houveram poucas aulas comparadas ao número de eventos, nesses encontros, os assuntos tratados eram basicamente sobre as apresentações e as vertentes da Óptica. O professor apresentou fotografias 3D, assim como a explicação por trás dessa ciência que envolve imagens, aulas sobre Vocalização, Óptica Geométrica e alguns problemas sobre esse assunto que envolve conceitos básicos de refração e reflexão e seus respectivos formalismos.

Nas aulas de preparação para a Exposição de Holografia (EdH) e Imagem Módulo I, o professor apresentou experimentos de Refração e Reflexão, ou seja, os alunos matriculados no curso de F709 devem estar familiarizados com os materiais necessários para realizar esses experimentos, tanto na montagem como na apresentação e discussão dos fenômenos envolvidos. Segue abaixo os experimentos pertencentes ao Módulo I do EdH:

REFRAÇÃO

- **Lâmina “quebra-cara”:**





Cuba vidro que é preenchida com um saco contendo água, o fenômeno é visto quando é modificado seu ângulo no plano horizontal quando um feixe de luz o atravessa, utilizado tanto frente ao rosto, como com uma lâmpada de fenda.

- **Prisma de ângulo variável:**



Prisma construído com duas faces de vidro com ângulo variável e um saco contendo água entre as lâminas, o fenômeno é visto quando se aperta as faces do prisma enquanto a luz o atravessa.

- **Garrafa de vinho:**



Lente cilíndrica que quando cheia de água, a imagem atrás do rótulo estampado sofre aumento devido à refração.

- **Lente de glicerina:**



Lente convergente que desvia um feixe cônico divergente, geralmente apresentado com o auxílio de um vaporizador a fim de mostrar o trajeto da luz ao atravessá-lo.

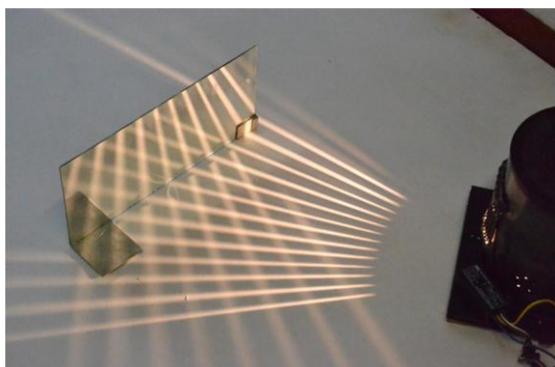
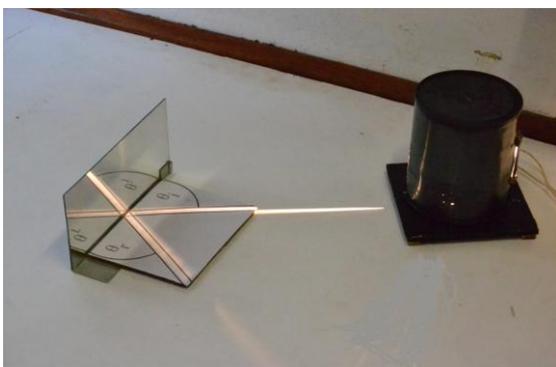
REFLEXÃO

- **Pedras polidas, vidros e espelhos:**



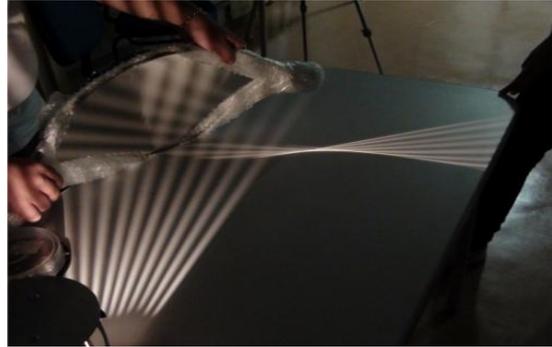
Caixa contendo pedras, vidros e espelhos com a porcentagem que cada um reflete.

- **Espelho plano:**



Mostra que o ângulo de incidência com que a luz atinge o espelho plano é igual ao ângulo de reflexão do mesmo.

- **Espelho côncavo:**



Espelho raro que converge raios da lâmpada de fendas e aumenta ou inverte objetos postos a frente dele.

- **Bandeja com defeito:**



O defeito de material criou um espelho côncavo de um lado e um espelho convexo do outro.

- **Espelhos de “La Nube”:**



Neste experimento o observador terá uma estranha sensação de ver as coisas de ponta cabeça, pois ao colocar o espelho plano rente aos olhos o observador terá a sensação de estar andando no teto, nas nuvens dependendo de onde ele está observando.

Durante as explicações sobre esses módulos, foi salientado que não é conveniente falar ao público que a luz sofre desvio por se deparar com índices de refração diferentes, nem dizer que a luz sofre uma mudança de velocidade, os monitores foram treinados a transmitir a ideia que a luz apenas sofre desvio, ou seja, refrata ao passar de um meio para outro.

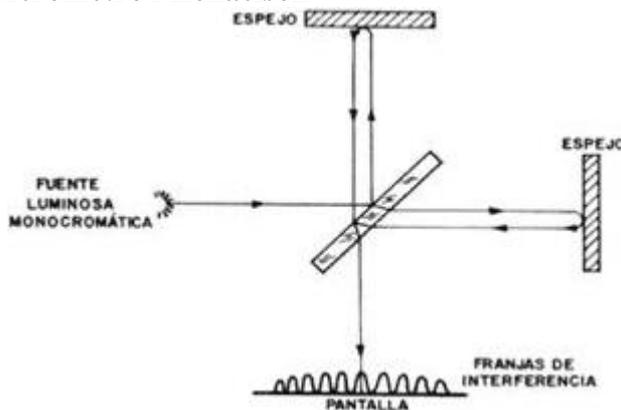
Houve aula sobre óptica geométrica, em que os alunos foram postos diante de situações que envolviam problemas relacionados à dispersão da luz ao passar da água para o ar e do vidro para o ar. Foram coletados valores distintos entre os alunos que

realizaram tal atividade, porém, a forma de raciocínio utilizada foi a mesma e o problema foi resolvido e sala de aula. Outro problema imposto aos alunos foi estudar a dispersão cromática de um peixe localizado sob a água, nesse exemplo houve grande dificuldade por parte dos alunos, pelo fato do enunciado do problema não estar muito claro. Envolvendo esse assunto, o professor trouxe um prisma feito de vidro cheio de água para estudo desse material, com o auxílio de uma lanterna bem focalizada, foi possível visualizar facilmente a dispersão cromática da luz ao atravessar o prisma e houve a problematização seguinte: “A dispersão cromática observada é diferente varia com a distância do observador ao prisma?” Eu, Ricardo Yaguti, sugeri essa questão e com minhas próprias observações, notei que a dispersão é maior quando o observador está mais afastado do prisma.

Ao final do semestre, o professor responsável pela disciplina preparou os alunos para a apresentação do Módulo II do EdH, onde os assuntos abordados são Interferência e Difração, o que faz com que já possamos entender melhor a natureza dos hologramas. Os experimentos que envolvem o Módulo II são:

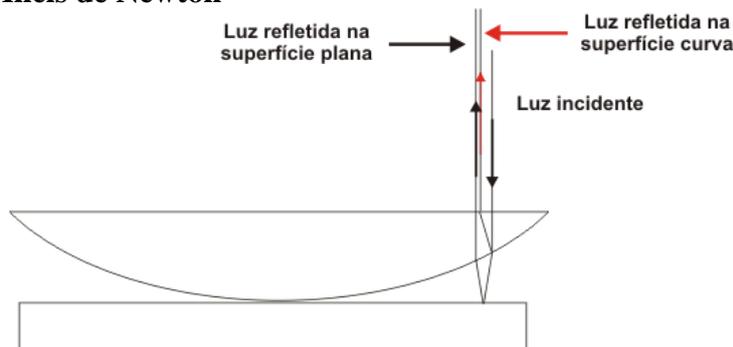
INTERFERÊNCIA

▪ Interferômetro Michaelson



Mostra o padrão a interferência de dois feixes luminosos que partem de uma mesma fonte e percorrem caminhos e distâncias diferentes, resultando na soma das duas ondas fora de fase iluminando um anteparo.

▪ Anéis de Newton



Duas placas de vidro sobrepostas apertadas com uma presilha, a mínima curvatura entre as placas resulta na interferência do feixe refletido na segunda face da primeira lâmina com a o feixe refletido na primeira face da segunda lâmina, a direção e a distância entre elas ocasiona uma soma de ondas fora de fase, conseqüentemente, um padrão de interferência. É curioso pressionar as lâminas e notar a diferença na imagem.

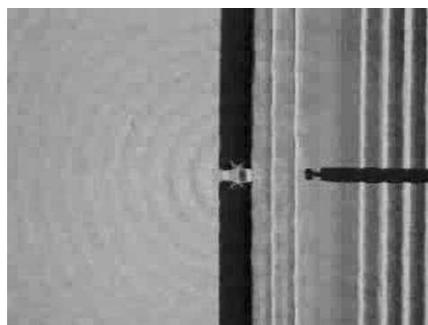
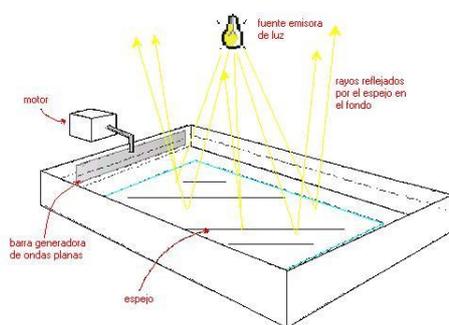
▪ Bolhas de sabão



Trata-se mais de uma observação das bolhas de sabão, os feixes refletidos nas superfícies da bolha percorrem distâncias diferentes e interferem-se nelas mesma.

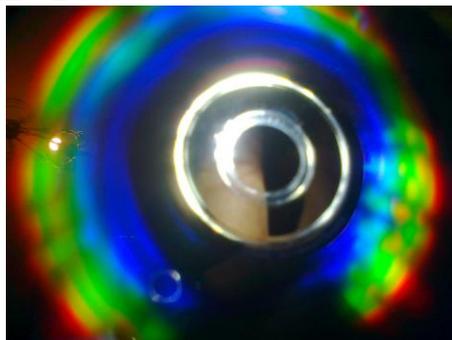
DIFRAÇÃO

▪ Cuba quadrada



Cuba de fundo de vidro com pouca água posta sobre um projetor. Quando o motor é ligado, a pá reproduz ondas planas ao longo da cuba, é possível estudar ondas estacionárias, difração e interferência. A imagem projetada está à esquerda no exemplo da difração.

▪ Difração em CD



É possível observar toda a dispersão cromática da luz de uma fenda ou feixe luminoso. É necessário que tanto o observador quanto o feixe de luz e CD estejam em local estratégicos.

▪ Fenda de giletes

Fenda única criada a partir da união de dois giletes lâmina a lâmina, pondo o olho perto da fenda se nota melhor o fenômeno da difração.

▪ Rede de difração



Rede fendas que também apresenta o fenômeno de interferência, é curioso observar através da rede.

Neste semestre, o Módulo II foi apresentado apenas uma vez fechando os eventos do semestre, pois muitas escolas se inscreveram para participar do Módulo I e só é permitido assistir o segundo módulo se já houver conhecido o primeiro. Para essa última apresentação, os alunos tiveram apenas uma aula de preparação, onde manipularam todos os experimentos descritos, também não conheciam a apresentação nem os novos hologramas. O evento ocorreu sem maiores problemas e tanto os monitores que cursam F 709 como os alunos da escola ficaram surpresos com os experimentos.

○ EXTRA-AULAS

As reuniões extra-aula se baseavam nas reparações e adaptações dos experimentos do Módulo I do EdH, foi possível ter contato frequente com quase todos os materiais e ferramentas necessárias para esses consertos.

Um dos primeiros contatos foi com a Lente Esférica, o trabalho consistiu em ajustar o feixe verde do laser fazendo com que ele atingisse a lente entre o centro e as extremidades dela, assim o cone luminoso divergente determinado pela rotação do espelho fora de eixo convergia ao atravessar a lente sem perder feixes significativos. Outro ajuste ocorreu na lâmina quebra cara e no prisma de ângulo variável, a água necessária para criar um meio diferente para a passagem da luz é colocada em sacos plásticos, que devem ser o menos fosco possível para não mudar o trajeto dos feixes de luz. O professor forneceu alguns, porém, eles não possuíam as dimensões certas para os sistemas em que iam ser utilizados, com o auxílio de uma máquina seladora, adaptaram-se esses grandes sacos para terem dimensões compatíveis com a cuba de vidro e prisma.

Durante o semestre, houve eventos com grande público e o professor coordenador sugeriu que os módulos de reflexão e refração fossem duplicados. O galpão de experimentos localizado no Laboratório de Óptica fornecia os materiais necessários. A outra lâmina quebra cara estava guardada e era feita de vidro, mais precisamente, de várias lâminas de vidros agrupados para dar grossura ao material.

O professor forneceu outra garrafa de vinho para a duplicação, assim como as pedras refletoras presente no módulo de reflexão, porém, não foi possível duplicar a bandeja de espelhos côncavo e convexo, pois esta é rara.

Foi fornecido mais um espelho plano e para a utilização deste no evento, foi necessário fazer uma base que o mantivesse perpendicular ao plano horizontal, o material encontrado atrás do galpão de experimento foi uma placa de plástico branco que foi cortada nas dimensões suficientes para que o espelho ficasse na vertical com a devida segurança. Foi colada com Super Bonder em apoios de ângulos retos e depois

colada na base de plástico, porém, isso não foi suficiente visto que após alguns dias de uso, teve que ser reforçada com Durepox. Esse experimento foi realizado sem a ilustração impressa no papel onde mostra o ângulo de incidência e de reflexão da luz, pois não tivemos tempo fazer essa parte.

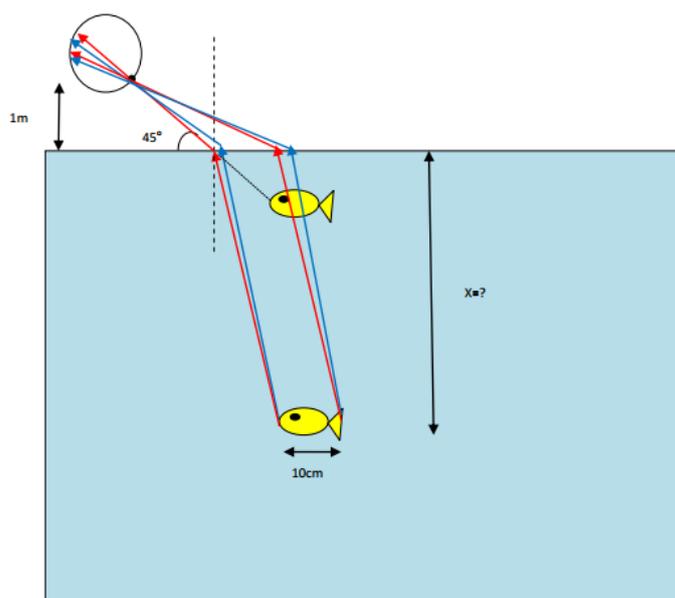
Desde o início das aulas, o Professor José J. Lunazzi sugeriu a turma que o espelho côncavo fosse mais reforçado para resistir a impactos e evitar a destruição do mesmo, assim como a adaptação de uma correia que o suspendesse e fixasse o material no monitor que estivesse manipulando-o. Nada disso foi feito, até pelo fato desse espelho ser trocado por outros dois, ficando um para cada módulo de reflexão.

No processo de duplicação foi necessário reparar as lâmpadas de fendas, pois são usadas tanto no módulo de refração como no de reflexão, em um dos horários extra-aula isso foi criado uma haste para poder manipular a lâmpada sem encostar diretamente nela, visto que ela esquenta muito quando ligada. O professor sugeriu que fosse montada outra lâmpada de fendas semelhante a uma que já existia feita com uma lata grande cilíndrica com fendas criadas a partir de parafusos alinhados paralelamente. Não foi possível criar essa nova lâmpada por falta de material.

Quando os eventos foram finalizados, os horários extra-aula baseavam-se em discussões sobre os eventos e a prova que viria acontecer, eu e Lucas, outro aluno matriculado em F 709, resolvemos o problema que supostamente viria ser cobrado em avaliação, segue o enunciado do problema.

No caso de um ponto objeto espalhando luz em baixo da água, encontre a expressão da dispersão de comprimentos de onda em função de profundidade. Use os valores do índice de refração da água de (<http://www.philiplaven.com/p20.html>) Vermelho: 1,332; Azul: 1,340. Assuma o observador a 1m acima da superfície da água (ACRESCI: O ÂNGULO DE OBSERVAÇÃO MÉDIO SENDO 45 GRAUS). Indique a profundidade em que a dispersão teria um valor de 5 graus.

Esse exercício foi apresentado no primeiro mês de aula e durante todo o semestre os alunos estudaram os métodos para pensar e resolver o problema. Para solucioná-lo foi essencial a ilustração abaixo, pois os alunos até então não tinham conseguido imaginar como os feixes de luz vermelha e azul se comportavam.



Esboço do problema inicial que ao invés do ponto luminoso, o objeto sob a água era um peixe de 10 cm de comprimento.

○ EVENTOS

Os eventos acompanhados do Professor José J. Lunazzi aconteceram às sextas-feiras, geralmente das 14,5h às 18h com a participação de escolas públicas previamente inscritas, podendo também ter a presença de participantes inscritos por vontade própria.

O primeiro evento foi realizado para os alunos matriculados no curso de Tópicos de Ensino em Física – F609. O despreparo dos monitores atrapalhou um pouco, pois não tinham tanta familiaridade com o evento. Os experimentos foram realizados sem maiores contestações pelo fato dos alunos já terem contato com esses fenômenos, o que não causou tanta admiração por parte deles.

A maioria das apresentações foram realizadas no Planetário do Museu Dinâmico de Ciências de Campinas localizado no Parque do Taquaral em Campinas.



No planetário há um auditório com capacidade de cerca de 60 pessoas, o espaço foi suficiente para realizar todos os eventos. Ele dispõe de computador com projetor com som, uma pequena lousa, tablado e poltronas em escada. Porém, em muitos eventos foi necessário utilizar o computador e caixas de som do professor, pois o do planetário não funcionava corretamente. Outro inconveniente foi o calor, em dias de grandes público, a permanência de duas horas de palestra causava um aumento de temperatura na sala, pois nela não há ar condicionado ou circulação de ar.

Todos os eventos exigem uma boa preparação e dedicação na montagem dos experimentos, bem como o teste dos mesmos, portanto, ficou combinado estar presente no local do evento com uma hora de antecedência, porém, sempre ocorrem imprevistos. Houve um EdH que algumas das lâmpadas que sustentam a aparição dos Hologramas não funcionou devido a destruição da fiação que alimentava o circuito das lâmpadas, a saída foi o auxílio de um bolsista do professor coordenador com uma lanterna iluminando os hologramas conforme os espectadores os observavam. O circuito foi consertado.

Tivemos imprevistos com o computador e a apresentação nele contida, a máquina não funcionou como o previsto, os vídeos não fluíam bem. Entretanto o evento não parou, foi realizado como pode. Muitos eventos foram sob chuva, o que dificultou a aplicação e sensação causada pelo espelhos de La Nube, no entanto, os alunos ficaram surpresos ao realizar a atividade.

Algumas reações dos alunos das escolas públicas também são importantes citar. No sub-módulo de refração ouvir a seguinte pergunta: “Porque a garrafa aumenta a imagem e a lâmina quebra cara não, se ambos são de água?” Achei interessante tal abordagem, pois o aluno criou uma observação chamada de senso comum, ou seja, uma dedução do fenômeno baseado apenas na visão. Foi explicado que a água realmente desvia a luz, porém, a diferença entre os materiais é a forma. A garrafa possui uma curvatura cilíndrica e atua como uma lente convergente aumentando a imagem

horizontalmente, em contrapartida, a lâmina quebra cara possui faces paralelas, e não atua como uma lente, apenas como um dióptro plano normal.

Outra questão apresentada pelo público foi: “Porque na reflexão da bandeja pelo lado côncavo, não ficamos invertidos igual no espelho côncavo?” Essa dúvida foi seguida da reflexão de feixes paralelos por esse lado da bandeja, foi notado que seria necessário um espaço muito grande para os raios refletidos pudessem se cruzar em algum ponto, concluiu-se que a distância do cruzamento dos feixes estava ligada diretamente a curvatura dos espelhos, ou seja, para inverter a imagem na bandeja côncava, o observador deveria estar muito distante do espelho.

Alguns espectadores ficaram surpresos ao verem as pedras refletoras, em especial a Hematita, que após a duplicação de sub-módulos, foi fixada outra Hematita, mas não polida. A admiração do público ficou na arte que foi possível fazer com o manuseio do polimento.

O módulo II causou mais impacto ao público por trazer fenômenos mais específicos e mais difíceis de serem notados no dia a dia. Além de chegarem o mais perto dos métodos de criação de hologramas. O que mais chamou a atenção nesse evento foram os novos Hologramas. Não foi possível mostrar ao público o microscópio de furo e os óculos de furos, pois para explicá-los, seria necessário mais tempo e estudo.

- **Conclusão e comentários**

A participação na organização do evento foi muito importante para a formação do aluno do curso de F709, pois trabalhar com experimentos destinados ao público sempre possui reflexos positivos, tanto pela experiência adquirida por repetição como pela interação com o público, muitas vezes algumas perguntas vindas desses tipos de pessoas, ultrapassam as expectativas dos monitores e do professor. Conforme os eventos iam sendo realizados, a familiaridade com os materiais e o formalismo das explicações evoluíram, alguns imprevistos foram evitados.

Durante esse semestre, interessei-me bastante pelas imagens 3D, pois é um mecanismo simples de se realizar e fácil de entender, pretendo fazer imagens tridimensionais em sala de aula quando o conteúdo permitir.

Os fenômenos de difração e interferência devem ser apresentados em uma sala de aula, coloco esse ponto de vista docente, pois curso Licenciatura em Física e ilustrar tais fenômenos seriam grandes contribuintes para a motivação e interesse dos alunos para aprender.