



# LADIF

## ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA

# UFRJ

# IF

Disciplina Relatividade Geral Tema : Cosmologia e Gravitação

Código : **3B-22** Nome : Experimento didático de lentes gravitacionais

Onde encontrar :

**Potencialidade: visualizar o efeito de lentes gravitacionais gerado por um buraco negro**

**Palavras Chaves : Gravitação, Lentes Gravitacionais, Buraco Negro**

**Ref. Bibliográficas :** <http://wela.astro.ulg.ac.be/themes/extragal/gravlens/bibdat/engl/DE/didac.html>,

Gravitational lensing: a unique probe of dark matter and dark energy, Ellis S. R.,

<https://www.spacetelescope.org/images/heic1106c/>

## Roteiro da experiência

### Material Utilizado:

- Lente de acrílico;
- Anteparo com imãs;
- Papel com furos;
- Uma fonte luminosa;
- Anteparo para projeção das imagens.

### Montagem:

Para utilizar o equipamento posicione a fonte luminosa apontando para a lente, o anteparo com imãs, o papel com furos escolhido e um anteparo para formação das imagens.

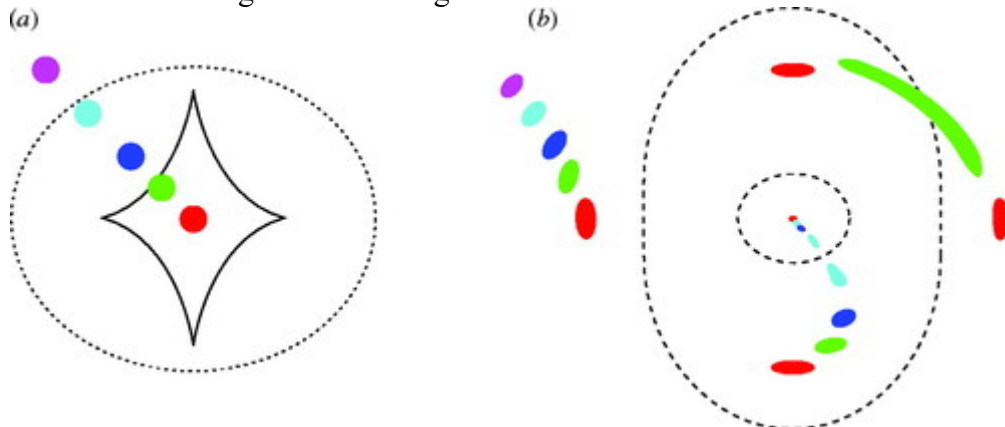
### Explicação:

Nesse experimento utilizamos uma lente de acrílico modelada a partir das equações de deflexão da luz por matéria e uma analogia entre lentes gravitacionais e ótica clássica. O efeito gerado pela lente simula o efeito de lentes gravitacionais que seria visto próximo ao buraco negro Sagittarius A\*. Os buracos no anteparo simulam as estrelas, apesar de o anteparo com furos ficar posicionado entre a lente de acrílico e o anteparo para a projeção de imagens, o que não ocorre no caso real, tal montagem é

necessária para que possamos ver imagens sendo formadas e não apresenta perda de generalidade no processo de formação de imagens.

Pode-se observar diversos efeitos de lentes gravitacionais, ao posicionar o furo do anteparo na mesma reta que o centro da lente, podemos observar a formação de um anel de luz no anteparo de projeção. Ao mover a lente um pouco para fora do eixo, podemos ver o anel se transformando em duas imagens distintas. Uma folha com vários furos pode ser utilizada para mostrar como seria ver um buraco negro em um campo estrelado, vemos claramente que os buracos que representam as estrelas são distorcidos em torno da lente.

A imagem a seguir mostra como são formadas as imagens (b) de acordo com a posição relativa entre lente e objeto luminoso (a). Esse esquema é feito para uma lente elíptica, que pode ser, por exemplo, uma galáxia. A nossa lente gera um efeito similar ao de uma lente elíptica, se posicionada de maneira inclinada em relação a fonte, porém, isso não representa uma situação real, visto que um buraco negro possui simetria esférica. Dado a simetria de um buraco negro, a principal diferença na formação das imagens é que o objeto vermelho na verdade formaria um anel de luz vermelha centrado na lente. O anel formado é chamado de anel de Einstein e também pode ser observado no efeito de lentes de aglomerados de galáxias.



Lentes gravitacionais são ferramentas extremamente versáteis no estudo de cosmologia. O nosso experimento mostra o efeito de lentes gravitacionais de um buraco negro. Tais efeitos não são observados em geral, devido a dificuldade de se observar buracos negros. Apesar disso, os efeitos de lentes gravitacionais gerados por galáxias e aglomerados podem ser utilizados para calcular propriedades do nosso universo, como, por exemplo, densidade de matéria, matéria escura, energia escura, curvatura e também a constante de Hubble, que mede a taxa de expansão do universo.