

ROTEIRO p SIMULAÇÃO: ESPELHO CÔNCAVO

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Estudar a formação de imagens pelos espelhos côncavos e convexos.
- Verificar a equação de Gauss dos pontos conjugados.
- Determinar a distância focal de espelhos côncavos.

2 MATERIAL

Simulação para usar nos procedimentos 1 e 2: physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors.html

Simulação para o **espelho côncavo**: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/espelho-concavo>

3 FUNDAMENTOS

Ao contrário do que ocorre com os espelhos planos, os espelhos esféricos apresentam, de um modo geral, imagens distorcidas; a imagem de um ponto objeto não é um único ponto, mas uma mancha sem nitidez. Entretanto, sob certas condições, os espelhos esféricos podem ser utilizados de modo satisfatório, fornecendo imagens praticamente sem aberrações; essas condições verificadas experimentalmente por Gauss recebem o nome de “condições de nitidez de Gauss”, e são as seguintes:

- O ângulo de abertura (α) deve ser pequeno, no máximo de 10° .
- Os raios de luz incidentes devem estar próximos do eixo principal e pouco inclinados em relação a ele.

Teoricamente, para se localizar a posição e dar as características da imagem conjugada por um espelho esférico, podemos utilizar um método gráfico ou um método algébrico. No primeiro caso é muito útil lançar mão dos chamados “raios particulares”:

- Todo raio incidente paralelo ao eixo principal, reflete-se passando pelo foco.
- Todo raio incidente passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.
- Todo raio incidente passando no centro de curvatura, reflete-se sobre si mesmo.
- Todo raio incidente no vértice do espelho, reflete-se simetricamente ao eixo principal.

Algebricamente, a posição e as características das imagens podem ser determinadas através da equação dos pontos conjugados de Gauss:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

onde p representa a distância do objeto ao espelho, p' a distância da imagem ao espelho e f a distância focal do espelho.

Um espelho côncavo pode fornecer vários tipos de imagens, dependendo da posição do objeto diante do espelho. Na realidade existem cinco situações bem distintas e todas elas serão verificadas nesta prática. Verificaremos também que as imagens conjugadas de um objeto real por um espelho convexo são sempre do mesmo tipo, independente da posição do objeto em frente ao espelho.

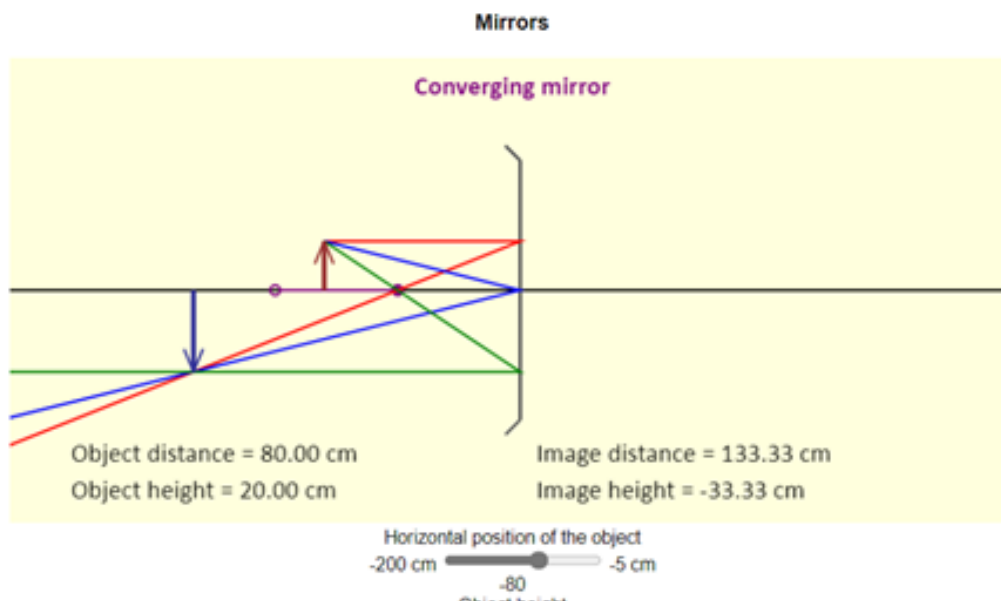
4 PROCEDIMENTOS

SIMULAÇÃO 1

Para a realização dos procedimentos 1 e 2 utilize a simulação da página:
physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors.html

Na Figura 1 podemos ver parcialmente a tela inicial da simulação 1 que será usada nos procedimentos 1 e 2. Deslocando a imagem da tela para cima será possível ter acesso a alguns comandos da simulação.

Figura 1. Tela inicial da simulação 1 utilizada nos procedimentos 1 e 2. Observe que um ponto cheio sobre o eixo principal representa o foco do espelho e um ponto vasado representa o centro de curvatura.



PROCEDIMENTO 1: Espelho Côncavo - Descrição qualitativa das imagens.

1.1 Na simulação são mostrados 3 dos 4 “raios particulares” com linhas de diferentes cores. Identifique a cor correspondente e anote na Tabela 3.1.

Tabela 1. Identificação dos raios particulares da simulação 1.

RAIO	COR
Raio incidente paralelo ao eixo principal, reflete-se passando pelo foco.	
Raio incidente passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.	
Raio incidente passando no centro de curvatura, reflete-se sobre si mesmo.	
Raio incidente no vértice do espelho, reflete-se simetricamente ao eixo principal.	

1.2 Desloque o objeto utilizando o cursor: “Horizontal position of the object” para cada posição indicada na Tabela 3.2, observe a imagem e preencha os claros da Tabela 2.

Tabela 2. Descrição qualitativa das imagens obtidas com um espelho côncavo da simulação 1.

Posição do Objeto em relação ao espelho	Características das Imagens		
	Direita/Invertida	Maior/Menor/Igual	Real/Virtual/Imprópria
Na extremidade esquerda			
No centro de curvatura			
Entre o centro e o foco			
No foco			
Entre o foco e o espelho			

PROCEDIMENTO 2: Espelho Convexo - Descrição qualitativa das imagens.

2.1 Usando a mesma simulação do procedimento anterior, na parte inferior, em “Type of mirror” pressione a opção “Divergin Mirror” para escolher o **espelho convexo**.

2.2 Varie a distância do objeto ao espelho enquanto observa a imagem, de modo a responder à questão número 1 do questionário.

Anote suas observações:

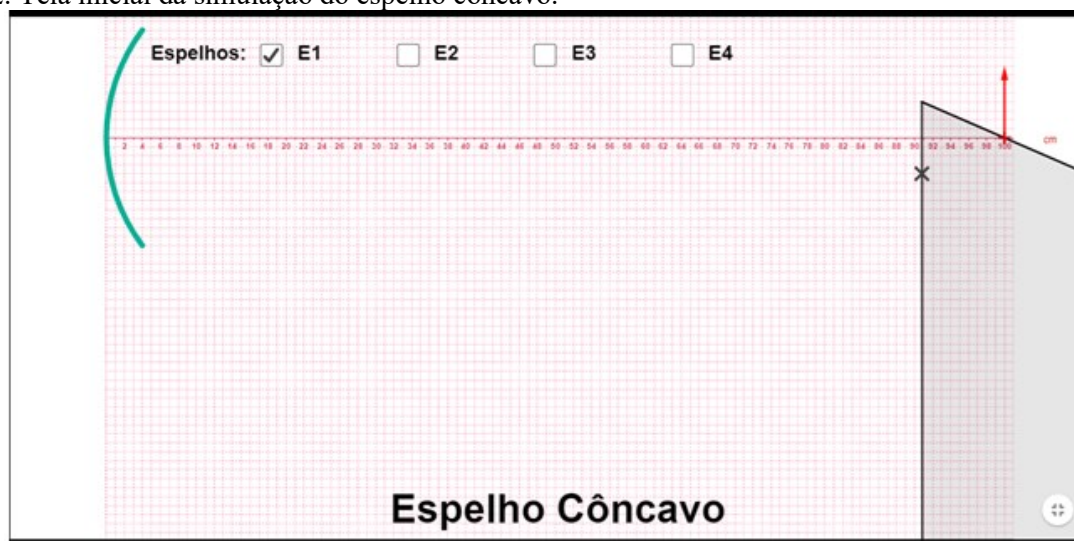
PROCEDIMENTO 3: Equação dos pontos conjugados de Gauss e determinação da distância focal de um espelho côncavo.

Para a realização desse procedimento utilize a simulação sobre espelho côncavo:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/espelho-concavo>

A Figura 2 mostra a tela inicial da simulação sobre espelho côncavo; podemos ver que o espelho está fixo na extremidade esquerda; o objeto (seta) e o anteparo estão inicialmente na extremidade direita. Tanto o objeto quanto o anteparo podem ser arrastados para uma posição qualquer ao longo do eixo principal. A imagem real do objeto, só poderá ser visualizada no anteparo, quando o mesmo for posicionado no ponto onde a imagem se forma.

Figura 2. Tela inicial da simulação do espelho côncavo.



Para posicionar o objeto (seta) numa posição desejada clique na base da seta onde tem um sinal (+) e arraste-a. Para posicionar o anteparo, clique no ponto X e arraste-o.

OBS: Considere que o eixo principal está graduado em cm. Considere também que o fundo quadriculado é formado por quadrados de 1 cm de lado.

3.1 Na simulação escolha o espelho côncavo E 1.

3.2 Posicione o objeto na posição 12 cm.

3.3 Desloque o anteparo até que a imagem seja projetada sobre o mesmo. Meça a distância da imagem ao espelho (p') e anote na Tabela 2.

3.4 Nesta simulação não será possível alterar o tamanho do objeto. Meça o tamanho I da imagem e o tamanho do objeto O (tamanho da seta vertical) e anote na Tabela 2.

3.5 Repita o procedimento para os outros valores de p (distância do objeto ao espelho) indicados na Tabela 2.

3.6 Preencha as outras lacunas da Tabela 2.

Tabela 2. Resultados “experimentais” para o espelho côncavo E1.

p (cm)	p' (cm)	$1/p + 1/p'$ (cm^{-1})	O (cm)	I (cm)	I/O	p'/p
12						
15						
18						
25						
35						

3.6 Repita o procedimento anterior para o espelho côncavo E 4 e anote na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados “experimentais” para o espelho côncavo E4.

p (cm)	p' (cm)	$1/p + 1/p'$ (cm^{-1})	O (cm)	I (cm)	I/O	p'/p
27						
30						
40						
50						
60						

OBS: Como observado no Procedimento 2, o espelho convexo somente fornece imagens virtuais (atrás do espelho) de objetos reais, por isso, há uma dificuldade em localizar a posição da imagem. Para determinarmos a distância focal do espelho convexo deveríamos produzir uma imagem real, com uma lente convergente ou com um espelho côncavo. Colocaríamos um espelho convexo interceptando os raios que formam essa imagem real, desta forma essa imagem passaria a se comportar como um objeto virtual para o espelho convexo, que assim produziria uma imagem real de fácil localização e assim poderíamos determinar a distância focal. Não faremos a determinação da distância focal de um espelho convexo nessa prática.

5 QUESTIONÁRIO

- 1 - Descreva o que observou no Procedimento 2, ao aumentar a distância do objeto ao espelho convexo (tamanho da imagem e distância desta ao espelho).
- 2 - O que ocorre quando um objeto é colocado no foco do espelho côncavo? Experimente.
- 3 - Calcule a distância focal dos espelhos E 1 e E 4 pelo valor médio da soma $1/p + 1/p'$.
- 4 - Expresse através de uma fórmula matemática a relação entre as razões **I/O** e p'/p observadas no procedimento 3. Comente os resultados “experimentais”.
- 5 - Uma imagem virtual pode ser fotografada? Justifique.
- 6 - Os dentistas empregam um pequeno espelho preso a um longo cabo a fim de ver uma imagem ampliada dos dentes dos pacientes. Esse espelho é côncavo, convexo ou plano? Justifique.