



JEAN DE JESUS VIEIRA CARNEIRO

**ÓPTICA GEOMÉTRICA COM METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA:**

Uma sequência didática para aprendizagem significativa de espelhos planos e esféricos

Marabá - PA

2022

JEAN DE JESUS VIEIRA CARNEIRO

**ÓPTICA GEOMÉTRICA COM METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA:**

Uma sequência didática para aprendizagem significativa de espelhos planos e esféricos

Produto educacional associado à dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Benedito Sousa Corrêa.

Marabá -PA

2022

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01</b> - Feixes de luz que se propagam em linha reta.....	67
<b>Figura 02</b> - Ilustração da trajetória da luz após refletir no espelho .....	68
<b>Figura 03</b> - Feixes de luz que se tocam sem sofrer influência um do outro .....	69
<b>Figura 04</b> - Ilustração de raios luminosos sendo refletidos em direções aleatórias .....	69
<b>Figura 05</b> - Raios de luz seguem uma mesma direção após a reflexão .....	70
<b>Figura 06</b> - Modelo matemático da reflexão da luz .....	70
<b>Figura 07</b> - Espelho plano conjugando imagem da letra R .....	72
<b>Figura 08</b> - Esquema da formação de imagens em espelhos planos .....	72
<b>Figura 09</b> - Nome ambulância escrito invertido lateralmente .....	73
<b>Figura 10</b> - Esquema do campo visual de espelho plano .....	73
<b>Figura 11</b> - Espelho sofrendo translação .....	74
<b>Figura 12</b> - Espelho sofrendo rotação .....	74
<b>Figura 13</b> - Imagens formadas em dois espelhos planos formando um ângulo entre si ....	75
<b>Figura 14</b> - Plano seccionando esfera .....	79
<b>Figura 15</b> - Reflexão da luz em calota esférica .....	79
<b>Figura 16</b> - Elementos de um espelho esférico .....	80
<b>Figura 17</b> - Raios incidentes paralelos ao eixo óptico e incidentes na direção do foco .....	81
<b>Figura 18</b> - Raio que incide na direção do centro de curvatura .....	81
<b>Figura 19</b> - Raio que incide sobre o vértice .....	81
<b>Figura 20</b> - Imagem conjugado por espelho convexo .....	82
<b>Figura 21</b> - Objeto após o centro em espelho côncavo.....	82
<b>Figura 22</b> - Objeto no centro de um espelho côncavo.....	83
<b>Figura 23</b> - Objeto entre o centro e o foco de espelho côncavo.....	83
<b>Figura 24</b> - Objeto no foco de espelho côncavo.....	83
<b>Figura 25</b> - Objeto entre o foco e o vértice em espelho côncavo.....	84
<b>Figura 26</b> - Imagem sendo conjugada por espelho côncavo.....	84

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	57
<b>2</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO</b> .....	59
	2.1 <b>Sequência Didática</b> .....	59
	2.1.1 Objetivos gerais.....	59
	2.1.2 Aula 01.....	59
	2.1.3 Aula 02.....	60
	2.1.4 Aula 03.....	61
	2.1.5 Aula 04.....	62
	2.1.6 Aula 05.....	63
	2.1.7 Aula 06.....	63
	2.1.8 Aula 07.....	64
	2.1.9 Aula 08.....	65
	2.1.10 Aula 09.....	66
<b>3</b>	<b>A LUZ E OS FENÔMENOS LUMINOSOS</b> .....	67
	3.1 <b>Propagação Retilínea da Luz</b> .....	67
	3.2 <b>Reversibilidade da Luz</b> .....	68
	3.3 <b>Independência dos Raios de Luz</b> .....	68
	3.4 <b>Reflexão da Luz</b> .....	69
	3.5 <b>Leis Da Reflexão</b> .....	71
<b>4</b>	<b>ESPELHOS PLANOS</b> .....	72
	4.1 <b>Formação de Imagens por Espelhos Planos</b> .....	72
	4.2 <b>Campo Visual</b> .....	73
	4.3 <b>Movimentos de Translação e Rotação</b> .....	73
	4.4 <b>Associação de Espelhos Planos</b> .....	74
<b>5</b>	<b>EXERCÍCIOS</b> .....	75
	5.1 <b>Resolução dos Exercícios Pares</b> .....	77
<b>6</b>	<b>ESPELHOS ESFÉRICOS</b> .....	79
	6.1 <b>Formação de Imagens em Espelhos Esféricos</b> .....	80
	6.1.1 Espelhos Convexos.....	82
	6.1.2 Espelhos Côncavos.....	82
	6.1.2.1 Objeto Real antes do Centro de Curvatura.....	82
	6.1.2.2 Objeto Real no Centro de Curvatura.....	82
	6.1.2.3 Objeto Real entre o Centro de Curvatura e o Foco.....	83
	6.1.2.4 Objeto Real no Foco.....	83
	6.1.2.5 Objeto Real entre o Foco e o Vértice.....	84
	6.2 <b>Equações De Gauss e do Aumento Linear Transversal</b> .....	84
<b>7</b>	<b>EXERCÍCIOS</b> .....	85
	7.1 <b>Resolução Dos Exercícios Pares</b> .....	87
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	89
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS</b> .....	91
	<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SÓCIO COGNITIVO</b> .....	94
	<b>APÊNDICE C - LISTA DE EXERCÍCIOS 01</b> .....	97
	<b>APÊNDICE D - LISTA DE EXERCÍCIOS 02</b> .....	100
	<b>APÊNDICE E - AVALIAÇÃO ESPELHO PLANO</b> .....	105
	<b>APÊNDICE F – AVALIAÇÃO ESPELHO ESFÉRICO</b> .....	107
	<b>APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES</b> .....	109

## 1 APRESENTAÇÃO

Caro leitor, o trabalho que será desenvolvido neste produto educacional se constitui em um suporte didático-metodológico para ministrar óptica geométrica, no que se refere ao estudo dos espelhos (planos e esféricos), com a metodologia de sala de aula invertida.

O termo *Flipped classroom* designa o método da sala de aula invertida que consiste na inversão do processo ensino-aprendizagem em relação ao método tradicional. De fato, nessa modalidade, o primeiro contato com o objeto de estudo se dará em um modo extraclasse, mediante videoaulas (disponibilizadas em plataformas virtuais) de forma direcionada e intencional, textos de livros ou periódicos, de acordo com o contexto educacional dos alunos.

As atividades em sala de aula, sob a tutoria do professor, ficam reservadas para esclarecer dúvidas que eventualmente surjam no momento virtual, confirmação ou não de hipóteses levantadas no primeiro contato, bem como para a resolução de exercícios e elaboração de projetos. Ou seja, em uma abordagem de sala de aula invertida: as atividades de sala de aula devem ser precedidas das atividades extraclasse, invertendo-se, dessa forma, a ordem do método tradicional.

Na sala de aula invertida, antes das aulas presenciais o professor propõe atividades preparatórias que devem ser feitas extraclasse e incluem desde vídeo-aulas até mesmo textos em livros, periódicos ou qualquer meio de comunicação que tenha a função de preparar o aluno no campo do objeto de estudo em questão. Posteriormente, as aulas presenciais ficam reservadas para resolução de exercícios que no método tradicional são feitos extraclasse, bem como para tirar dúvidas, testar hipóteses ou mesmo elaborar projetos. Tal metodologia se opõe ao método tradicional, no qual o professor expõe seu conteúdo presencial para em seguida propor atividades extra sala de aula.

Inicialmente será feito um diagnóstico acerca do perfil social e cognitivo da turma, bem como uma apresentação da metodologia a ser desenvolvida. Ao final das atividades será proposto aos alunos que façam um relatório crítico a respeito das atividades desenvolvidas bem como da metodologia aplicada.

A metodologia da sala de aula invertida se constitui de atividades presenciais e extraclasse, como já foi mencionado, no entanto em função da pandemia covid-19 as aulas presenciais foram substituídas por vídeo conferências. Para as atividades extraclasse foram postados videoaulas e textos escritos sobre o conteúdo “espelhos planos e esféricos” na plataforma *Google* sala de aula. Usamos ainda como aplicativo de comunicação o *WhatsApp*, onde criamos

grupos de estudos para postar o material acima referido, bem como para que os alunos pudessem compartilhar conhecimento ou expor dúvidas em relação ao material da instrução. Fizemos uso da plataforma *Google* formulários para a elaboração de atividades avaliativas e listas de exercícios.

## 2 APLICAÇÃO DO MÉTODO

A etapa de Aplicação do Método consiste, inicialmente, em passar para os alunos um questionário de conhecimentos prévios com objetivo de se conhecer os subsunçores, e um questionário para se ter um diagnóstico do perfil social dos alunos. Em seguida é feita uma palestra para esclarecer o método à turma, isso propiciará uma melhor aceitação dessa proposta que para os alunos é algo novo e como tal gera certa rejeição. Ainda nesta etapa, deve-se explicar qual será a dinâmica do trabalho a ser desenvolvido. Na oportunidade também será disponibilizado aos alunos o material da atividade extraclasse contendo o link do vídeo aula preparatória para o próximo encontro, listas de exercícios ou leituras relacionadas ao conteúdo a ser trabalhado. É importante ressaltar que o material da atividade deve ser passado aos alunos com no mínimo dois dias de antecedência de sua execução com a turma.

Em nosso caso, disponibilizamos as videoaulas na plataforma *Google sala de aula*, mas você poderá optar pelo *Youtube* ou qualquer outro meio com a mesma funcionalidade. Quanto à dinâmica extra sala, criamos um grupo para a turma no *WhatsApp* (pode-se também optar por qualquer outro aplicativo de mensagem), para que eles possam neste momento mobilizar o professor, quando possível, a fim de tirar dúvidas referentes ao conteúdo. O professor, de acordo com sua disponibilidade, poderá neste momento virtual usar o *Google meet* para tirar dúvidas dos alunos mediante vídeo conferência (pode-se usar outro aplicativo com a mesma função do *Google meet*). As videoaulas deverão ser concisas, e produzidas pelo próprio professor, pois, dessa forma alcança maior aceitação e imprime mais seriedade ao trabalho.

### 2.1 Sequência Didática

#### 2.1.1 Objetivos gerais

Produzir um suporte didático-metodológico para que professores de física da educação básica possam ministrar aulas de óptica com metodologia de sala de aula invertida.

Aplicar a metodologia de sala de aula invertida em uma turma do 2º ano do ensino médio da escola Albertina Barreiros do município de Itupiranga-Pa.

#### 2.1.2 Aula 01

Conteúdo: Semelhança de triângulos, Arcos e ângulos, Operações com números reais.

Atividades:

Neste primeiro momento será realizada, mediante videoconferência com *Google meet*, uma palestra sobre a metodologia da sala de aula invertida, onde será reproduzido um vídeo

disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=y\\_hd8YCKX9g](https://www.youtube.com/watch?v=y_hd8YCKX9g). Na oportunidade será exposta toda a dinâmica dos trabalhos a serem desenvolvidos, bem como os recursos que serão usados durante o curso. Ainda neste primeiro encontro será postado no grupo da turma criado no *WhatsApp* um questionário de conhecimentos prévios e o link <https://forms.gle/aGg7tiaP2vZaviRF7> de um formulário google com outro questionário de perfil social os mesmos encontram-se disponíveis no apêndice deste trabalho.

Objetivos específicos:

- Fazer um diagnóstico acerca dos saberes da turma em matemática básica;
- Conhecer o perfil social dos alunos;
- Esclarecer a metodologia do trabalho.

Habilidades:

- Conhecimento dos conceitos de semelhança de triângulos, e soma de seus ângulos internos;
- Trabalhar com proporção e operações com números reais.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: questionário de conhecimentos prévios impresso, Smartphones, *tablets* ou computador.

### 2.1.3 Aula 02

Conteúdo: Semelhança de triângulos. Soma dos ângulos internos do triângulo. Operações com números reais. Arcos e ângulos.

Atividades: Fazer revisão sobre semelhança de triângulos com a resolução do questionário de conhecimentos prévios postado na aula 01, através de vídeo aulas a ser postadas no *WhatsApp*. Enviar para a turma, via *WhatsApp*, o material da próxima atividade contendo a lista de exercícios 01 sobre espelhos planos que se encontra no apêndice, os seguintes links das vídeo aulas sobre espelhos planos, conforme segue:

Espelhos Planos : [https://youtu.be/28Kbb7j\\_5JY](https://youtu.be/28Kbb7j_5JY) ;

Espelhos Planos II: <https://youtu.be/f1xa7zF0Cds> ;

Espelhos Planos III: <https://youtu.be/6WwxvDlCAh0> ;

Espelhos Planos IV: <https://youtu.be/iaYRw8RobNw> ;



Exercícios de Espelhos Planos : <https://youtu.be/RlnqMHotepI> ;

Fonte: Exercícios de Espelhos Planos II: [https://youtu.be/NPsymos\\_BJs](https://youtu.be/NPsymos_BJs) .

No link: <https://forms.gle/BVCdj4vzJbwGGiWw8> consta uma atividade com formulários *Google*. Ainda nesta aula será indicado para ser consultado como suporte teórico o livro didático PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. **Física em contextos** , vol. 2 São Paulo Editora do Brasil 2016.

Objetivos específicos:

- Criar subsunçores (conhecimentos básicos) para o desenvolvimento da atividade que está sendo proposta.
- Criar a cultura da autoinstrução. Melhorar a autonomia dos educandos.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Resolução de problemas acadêmicos ou do cotidiano.
- Relacionamento com comunidade escolar de modo geral.
- Cooperação no desenvolvimento das atividades.

Avaliação:

- Será avaliada a produção dos alunos no que se refere à resolução de problemas.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, *tablets* ou computador.

#### 2.1.4 Aula 03

Conteúdo: Espelhos planos.

Atividades: Postagem no *WhatsApp* de vídeo aulas com resolução de exercícios da lista 01 e do formulário *Google* passados na aula anterior. Realização de videoconferência com resolução de exercícios do livro didático sobre espelhos planos.

Objetivos específicos:

- Criar a cultura da autoinstrução.
- Melhorar a autonomia dos educandos.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Autonomia na relação com o material da instrução.
- Resolução de problemas sobre reflexão da luz, acadêmicos ou do cotidiano.

Avaliação:

- Será avaliado a produção dos alunos no que se refere a resolução de problemas.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas, cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, tablets ou computador.

#### 2.1.5 Aula 04

Conteúdo: Espelhos planos.

Atividades: Prova objetiva/subjetiva postada no *WhatsApp* sobre espelhos planos. Disponibilizar o material da próxima aula com lista de Exercícios 02 disponível no apêndice, os links das vídeo aulas sobre espelhos esféricos, conforme segue:

Aula Espelhos Esféricos : <https://youtu.be/wHhb--nCqfQ>

Aula Espelhos Esféricos II: <https://youtu.be/7M4q0h-rMZk> ;

Aula Espelhos Esféricos III: <https://youtu.be/eYFeMp6z1p8> ;

Aula exercícios de Espelhos Esféricos: [https://youtu.be/eMR\\_FZ62Xx8](https://youtu.be/eMR_FZ62Xx8) ;

Fazer indicação das páginas do livro didático a serem consultadas.

Objetivos específicos:

- Promover avaliação do conhecimento acerca dos fenômenos luminosos com a reflexão da luz. Fomentar a construção do conhecimento.

Habilidades

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Autonomia na relação com o material da instrução.

- Resolução de problemas sobre reflexão da luz, acadêmicos ou do cotidiano.

Avaliação: Será avaliado a produção dos alunos no que se refere a resolução de problemas. Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas, cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, tablets ou computador.

Outros recursos: videoaulas disponíveis nos links abaixo.

#### 2.1.6 Aula 05

Conteúdo: Espelhos esféricos.

Atividades: Postagem das resoluções da lista 02 e do formulário passados na aula 04 com exercícios sobre espelhos esféricos.

Objetivos específicos:

- Trabalhar conceitos de formação de imagens em espelhos esféricos.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Relacionar os princípios dos espelhos esféricos a fenômenos que envolvam estes instrumentos ópticos.
- Resolução de problemas acadêmicos ou do cotidiano.

Avaliação:

- Será avaliada a produção dos alunos no que se refere à resolução de problemas.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, *tablets* ou computador.

#### 2.1.7 Aula 06

Conteúdo: Espelhos esféricos.

Atividades: Prova com formulário *Google* sobre espelhos esféricos, disponível no link <https://forms.gle/XnNGooT34LQaH9w38>

Objetivos específicos:

- Identificar quais das habilidades traçadas foram desenvolvidas.
- Ter conhecimento a respeito do nível de compreensão de cada aluno em relação ao conteúdo ministrado.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Relacionar os princípios dos espelhos esféricos a fenômenos que envolvam estes instrumentos ópticos.
- Resolução de problemas acadêmicos ou do cotidiano.

Avaliação:

- Será avaliada a produção dos alunos no que se refere à resolução de problemas.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, *tablets* ou computador.

### 2.1.8 Aula 07

Conteúdo: Espelhos esféricos e espelhos planos.

Atividade: Revisão com postagem de vídeo aulas e realização de videoconferência.

Objetivos específicos:

- Recapitular o conteúdo ministrado no bimestre.
- Melhorar a autonomia dos educandos.
- Trabalhar conceitos de formação de imagens em espelhos esféricos.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.

- Relacionar os princípios dos espelhos esféricos a fenômenos que envolvam estes instrumentos ópticos.
- Resolução de problemas acadêmicos ou do cotidiano.

Avaliação:

- Será avaliada a produção dos alunos no que se refere à resolução de problemas.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, *tablets* ou computador.

### 2.1.9 Aula 08

Conteúdo: Espelhos planos e esféricos.

Atividades: Realização de prova subjetiva postada no *WhatsApp* sobre espelhos planos e espelhos esféricos.

Objetivos específicos:

- Identificar quais das habilidades traçadas foram desenvolvidas.
- Ter conhecimento a respeito do nível de compreensão de cada aluno em relação ao conteúdo ministrado.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Associar o conhecimento dos espelhos a fenômenos luminosos que envolvam estes instrumentos ópticos.

Avaliação:

- Será avaliado a produção dos alunos no que se refere a resolução de problemas.
- Iniciativa na elaboração dos projetos bem como engajamento na concretização dos mesmos.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, tablets ou computador.

#### 2.1.10 Aula 09

Conteúdo: Espelhos planos e esféricos.

Atividades:

- Produção de relatórios pelos alunos acerca dos trabalhos desenvolvidos, onde os mesmos poderão produzir vídeos relatando sua experiência com sala de aula invertida.

Objetivos específicos:

- Conhecer a opinião dos alunos em relação à metodologia desenvolvida.

Habilidades:

- Capacidade da autoinstrução através de recursos midiáticos.
- Associar o conhecimento dos espelhos a fenômenos luminosos que envolvam estes instrumentos ópticos.

Avaliação:

- Será avaliado a produção dos alunos no que se refere a resolução de problemas.
- Iniciativa na elaboração dos projetos bem como engajamento na concretização dos mesmos.
- Responsabilidade no cumprimento das atividades propostas.
- Cooperação nas atividades em grupo e relacionamento com comunidade escolar como um todo.

Tempo: 135 minutos.

Recursos Materiais: Smartphones, tabletes ou computador.

OBS: O material citado nesta sequência didática encontra-se disponível na plataforma *google* sala de aula, que pode ser acessada através do link: <https://classroom.google.com/c/MTc2MDIxMDA1MjE1?cjc=ehbcpwg>.

## 2 A LUZ E OS FENÔMENOS LUMINOSOS

Antes de iniciarmos nosso estudo sobre os espelhos faremos um breve histórico de como o homem concebeu o fenômeno da visão. As primeiras especulações a respeito da natureza da luz datam de cerca de 500 a.C. a 400 a.C., o grego Leucipo de Mileto (480-420 a.C.) defendia a teoria de que para enxergarmos um objeto, este deveria emitir partículas que ao chegarem em nossos olhos permitiria que o víssemos.

Uma outra teoria, desta vez defendida por Empédocles (490-430 a.C.), estabelecia que o fenômeno da visão era possível porque nossos olhos emitem feixes visuais, que ao chegarem nos objetos captavam a sua imagem. No entanto, tais teorias falharam em alguns pontos, pois não explicavam como era possível ver vários objetos ao mesmo tempo sem que as partículas se misturassem; ou mesmo, como um feixe visual poderia possibilitar a visão de um corpo muito distante.

Atualmente sabe-se que a visão de um corpo é possível porque o mesmo emite luz que sensibiliza nossos olhos, quanto à natureza desta emissão, temos que alguns corpos como uma lâmpada, emitem luz própria (são as fontes primárias de luz) ou corpos luminosos, enquanto que outros, (as fontes secundárias ou corpos iluminados) apenas refletem a luz dos corpos luminosos.

Quanto à natureza da luz, há historicamente duas correntes de físicos, a saber: tinham os que, como Thomas Young, defendiam a teoria ondulatória, de que a luz se propagava através de ondas eletromagnéticas. Por outro lado, havia os que acreditavam numa visão corpuscular, como Isaac Newton, o qual defendia que a luz se formava de partículas.

Atualmente, após as contribuições dadas pelos físicos Max Planck e Albert Einstein, entende-se que a natureza da luz é dual, isto é: ora ela comporta-se como uma onda, ora como partícula. Esse comportamento, é chamado de dualidade onda partícula.

### 3.1 Propagação Retilínea da Luz

Em um meio homogêneo, de índice de refração constante, a luz se propaga em linha reta. A imagem a seguir ilustra muito bem o princípio.

**Figura 01** - Feixes de luz que se propagam em linha reta

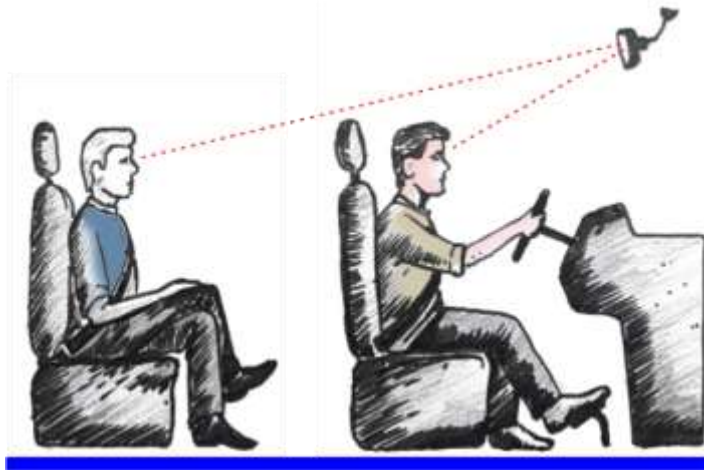


Fonte: <https://planetabiologia.com/principios-basicos-da-optica-geometrica/>

### 3.2 Reversibilidade da Luz

A trajetória da luz não depende do sentido de propagação, ou seja, quando você vê a imagem do rosto de uma pessoa através de um espelho plano, esta também verá a imagem de seu rosto pelo mesmo espelho. Veja na figura abaixo que a luz se propaga em sentidos diferentes seguindo a mesma trajetória.

**Figura 02:** Ilustração da trajetória da luz após refletir no espelho



Fonte: <https://formulasdefisica.org/index.php/2016/09/27/exercicios-de-optica/>

Na figura 02 a luz que emerge do rosto do passageiro permitindo que o motorista o veja segue a mesma trajetória da luz emergente do rosto do motorista permitindo que seja visto pelo passageiro após refletir no espelho.

### 3.3 Independência dos Raios de Luz

Quando luzes provenientes de fontes diferentes se cruzam, uma não interfere na propagação da outra. Veja a imagem ilustrativa abaixo.



**Figura 03** - Feixes de luz que se tocam sem sofrer influência um do outro



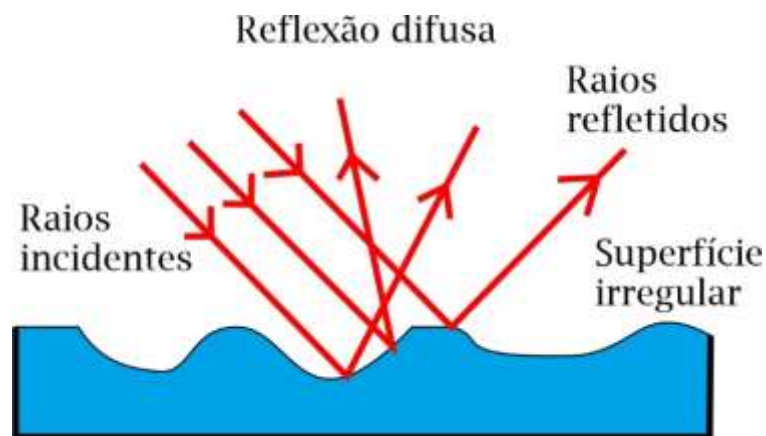
Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/principios-otica-geometrica.htm>

### 3.4 Reflexão da Luz

Para estudar os fenômenos luminosos será feito uso da representação de raios de luz, embora tal representação não tenha sentido do ponto de vista físico. Reflexão é o fenômeno no qual a luz após incidir em uma superfície volta para o meio de onde veio, existem dois tipos de reflexão - difusa e regular - como veremos abaixo:

Reflexão difusa é aquela que acontece quando os raios de luz incidem em uma superfície irregular ou rugosa e os raios refletidos assumem direções aleatórias. Observe a figura 05:

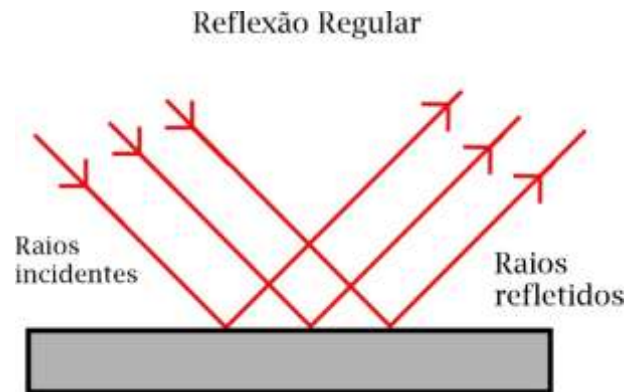
**Figura 04** - Ilustração de raios luminosos sendo refletidos em direções aleatórias



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>.

Reflexão regular ou especular é a reflexão que ocorre nos espelhos, os raios são refletidos na mesma direção, paralelos uns aos outros, veja a figura abaixo:

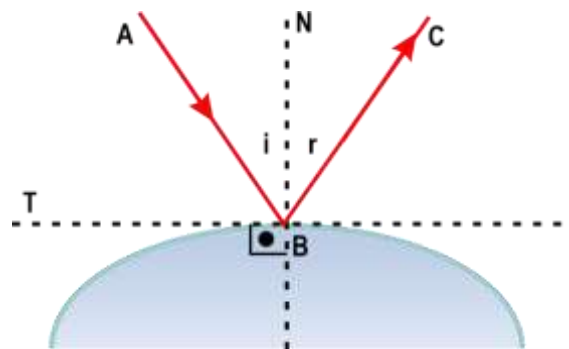
**Figura 05** - Raios de luz seguem uma mesma direção após a reflexão



**Fonte:** <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>.

Na figura abaixo temos o modelo matemático da reflexão da luz

**Figura 06** - Modelo matemático da reflexão da luz



**Fonte:** <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/reflexao.php>

Onde:

A semirreta  $\overrightarrow{BA}$  representa o raio de luz incidente e  $\overrightarrow{BC}$  é o raio refletido. A reta  $\overrightarrow{BN}$  é a reta normal à superfície no ponto de incidência B e  $\overrightarrow{BT}$  é a reta tangente à superfície no ponto B. A medida do ângulo de incidência, formado entre o raio incidente e a reta normal é  $i$ , e  $r$  indica a medida do ângulo de reflexão, formado entre o raio refletido e a reta normal.

Obs.: Caso a luz incida na direção da normal, o raio incidente coincidirá com o raio refletido diferindo apenas no sentido de propagação da luz.

### 3.5 Leis da Reflexão

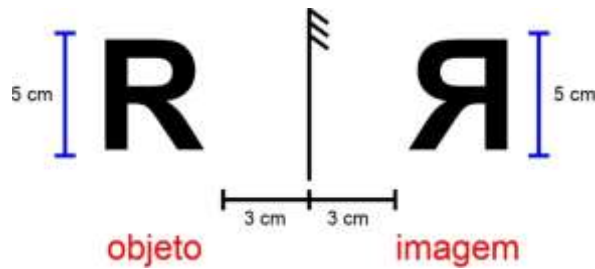
A primeira lei da reflexão estabelece que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície no ponto de incidência, são coplanares. Por sua vez, a segunda lei diz que o ângulo entre a normal e o raio incidente (ângulo de incidência) e o ângulo entre a normal e o raio refletido (ângulo de reflexão) são congruentes.

#### 4 ESPELHOS PLANOS

É qualquer superfície plana, lisa e com alto poder de reflexão, como diz o próprio nome, reflexão especular é a que acontece nos espelhos.

Os espelhos planos têm utilidades bastante diversificadas, desde as domésticas até como componentes de sofisticados instrumentos ópticos. A notação do espelho plano é dada na Figura 08.

**Figura 07** - Espelho plano conjugando imagem da letra R



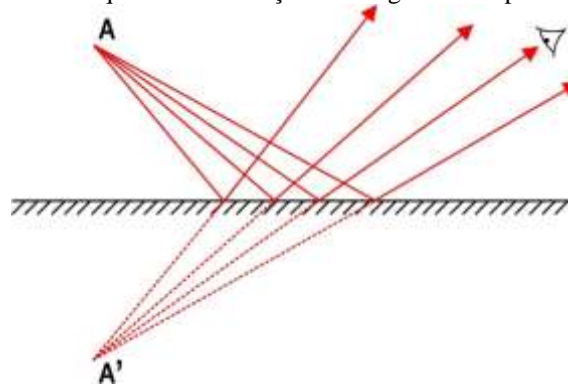
**Fonte:** <https://www.infoescola.com/fisica/espelhos-planos/>

Veja que o objeto fica à frente do espelho, enquanto que sua imagem fica atrás dele, no lado indicado pelas hachuras.

##### 4.1 Formação de Imagens por Espelhos Planos

A imagem em espelhos planos é formada pela intersecção dos prolongamentos de pelo menos dois raios refletidos, como indica a figura 09 abaixo.

**Figura 08** - Esquema da formação de imagens em espelhos planos



**Fonte:** <https://brainly.com.br/tarefa/19111287>

Na figura 09 o ponto  $A'$  é a imagem de A conjugada pelo espelho.

Em um espelho plano a imagem e o objeto são enantiomorfos, ou seja, têm o mesmo tamanho e forma, porém invertidos lateralmente. Outro fato a ser observado, é que a imagem e o objeto são equidistantes da superfície do espelho. Veja a figura abaixo:

**Figura 09** - Nome ambulância escrito invertido lateralmente



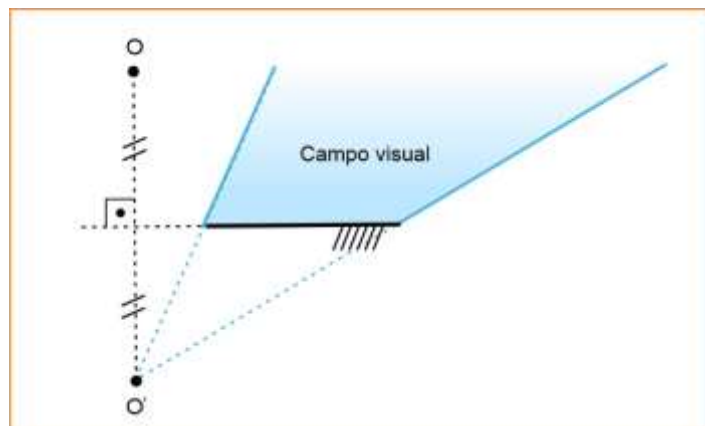
**Fonte:** <https://www.infoescola.com/optica/espelho-plano/>.

Como podemos ver, o nome ambulância está invertido para que a sua imagem no espelho retrovisor dos veículos possibilite a leitura direita.

#### 4.2 Campo Visual

É a região do espaço que poderá ser visualizada pelo observador com o uso do espelho. O campo é relativo a um observador e sua posição em relação ao espelho. Para o observador  $O$  da figura 11 a seguir, o campo visual é a região sombreada determinada pelas semirretas com origem em  $O'$  passando nas extremidades do segmento que representa o espelho.

**Figura 10** - Esquema do campo visual de espelho plano

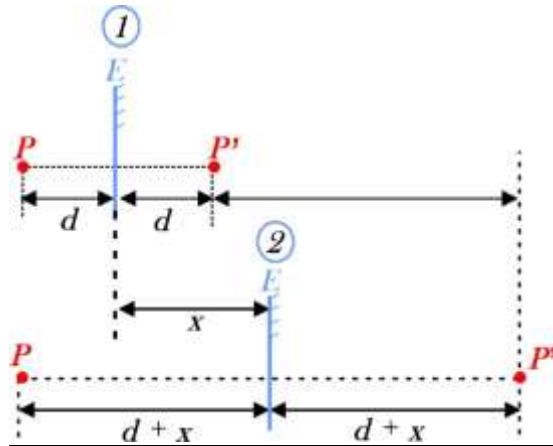


**Fonte:** [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas\\_27.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_27.html)

### 4.3 Movimentos de Translação e Rotação

Na figura 12 temos que o espelho  $E$  sofre um deslocamento  $x$  da posição 1 onde conjuga ao ponto  $P$  a imagem  $P'$ , para a posição 2 passando conjugar a  $P$  uma imagem  $P''$  que dista  $D$  de  $P'$ . Queremos demonstrar que  $D = 2x$ , ou seja, quando um espelho sofre uma translação a imagem por ele conjugada se desloca o dobro.

Figura 11 - Espelho sofrendo translação



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/translacao-um-espelho-plano.htm>

Como podemos ver na Figura 12 acima:

$$D = 2(d + x) - 2d$$

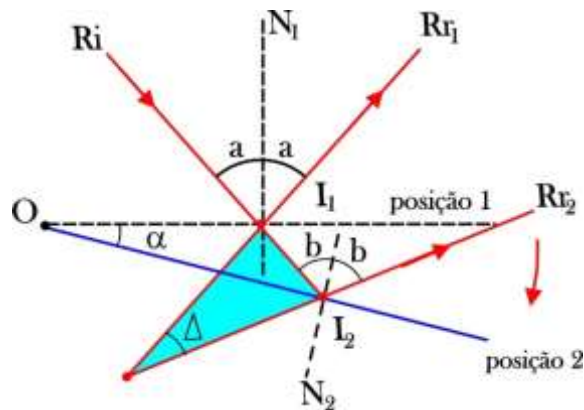
Logo,

$$D = 2d + 2x - 2d$$

$$D = 2x$$

Agora queremos mostrar que quando um raio de luz incide em um espelho que gira de um ângulo  $\alpha$  o raio refletido sofrerá uma rotação  $\Delta = 2\alpha$ . Ou seja, quando o espelho sofre uma rotação o raio refletido gira o dobro no mesmo sentido.

Figura 12 - Espelho sofrendo rotação



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/rotacao-um-espelho-plano.htm>

Considerando o triângulo destacado em azul na figura 13 temos:

$$\Delta + 2a + (180^\circ - 2b) = 180^\circ$$

$$\Delta = 2b - 2a$$

$$\Delta = 2(b - a)$$

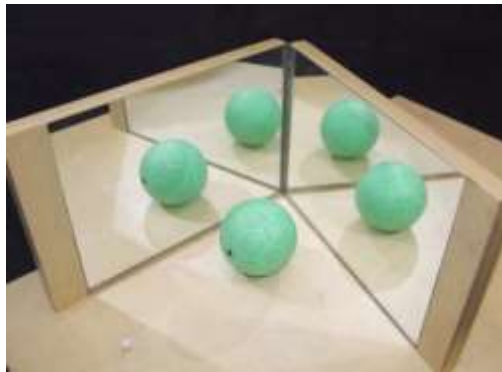
Como  $\alpha = b - a$ , temos:

$$\Delta = 2\alpha$$

#### 4.4 Associação de Espelhos Planos

A disposição de dois espelhos planos determinando um ângulo  $\alpha$  entre si gera uma série de imagens que são produto de sucessivas reflexões, como podemos ver na figura a seguir:

**Figura 13** - Imagens formadas em dois espelhos planos formando um ângulo entre si



**Fonte:** <http://segundo-a-fisica.blogspot.com/2013/10/espelhos-planos.html>

O número  $n$  de imagens será dado em função do ângulo  $\alpha$  entre os espelhos pela relação:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad (5.1)$$

Obs.:

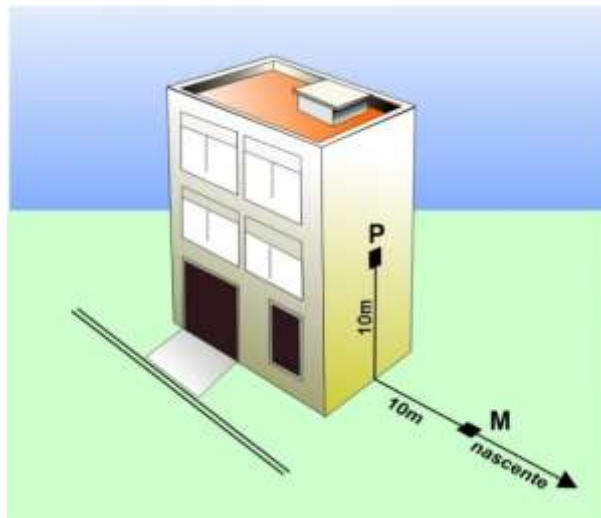
A relação acima é válida quando:

$\frac{360^\circ}{\alpha}$  é par qualquer que seja a posição do objeto entre os espelhos ou,

$\frac{360^\circ}{\alpha}$  é ímpar e o objeto está no plano bissetor do ângulo diedral formado pelos espelhos.

## 5 EXERCÍCIOS

1. (UFMG) Observe a figura:



Em um dia de céu claro, o Sol estava no horizonte ( $0^\circ$ ) à 6,0h da manhã. Às 12,0 horas, ele se encontrava no zênite ( $90^\circ$ ). A luz do Sol, refletida no espelhinho M, atingiu o ponto P às:

- a) 7,0h.
- b) 8,0h.
- c) 9,0h.
- d) 10,0h.
- e) 11,0h.

**Fonte:** <https://www.coladaweb.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/espelhos-planos>.

2. Um raio de luz incide em um espelho plano. Gira-se o espelho de um ângulo  $\alpha$  em torno de um eixo perpendicular ao plano de incidência. O ângulo formado pelos raios refletidos após a rotação é de  $40,0^\circ$ . Determine o valor do ângulo  $\alpha$ .

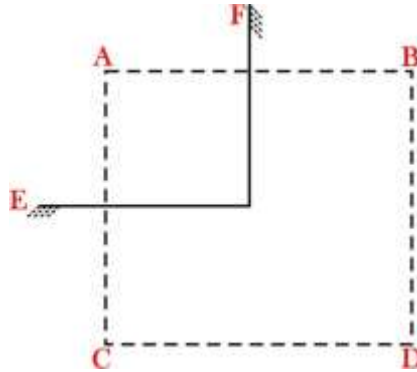
3. Você está em uma sala de forma quadrática de lado 3,0m e altura 2,2m, em frente a um espelho plano de 1,0m de comprimento e 2,2m de altura, fixo em uma das paredes, concêntrico à parede. Você pode deslocar-se sobre a mediatriz do comprimento do espelho e, por reflexão, visualizará:

- a) Metade da parede, se estiver encostado na parede oposta.
- b) Toda a parede oposta, estando no centro da sala.
- c) Toda a parede oposta, independente da posição.
- d) Metade da parede, estando no centro da sala.
- e) Somente 1,0m do comprimento da parede, independentemente de sua posição.



Fonte: <https://www.coladaweb.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/espelhos-planos>

4. (UNIP) Os dois espelhos planos perpendiculares entre si E e F da figura abaixo conjugam do objeto A três imagens B, C e D.



Se os espelhos E e F se transladam com velocidade de módulo 3,0 cm/s e 4,0 cm/s respectivamente, a imagem D se movimenta com velocidade de módulo igual a:

- a) 30,0 cm/s.
- b) 20,0 cm/s.
- c) 5,0 cm/s.
- d) 7,0 cm/s.
- e) 10,0 cm/s.

Fonte: <https://www.coladaweb.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/espelhos-planos>

5. Um fiel torcedor do clube de regatas FLAMENGO, resolveu escrever no peito de uma camiseta o nome de seu time do coração, escreva como ele irá ler a imagem do nome escrito na camiseta conjugada por um espelho plano.

### 5.1 Resolução dos Exercícios Pares

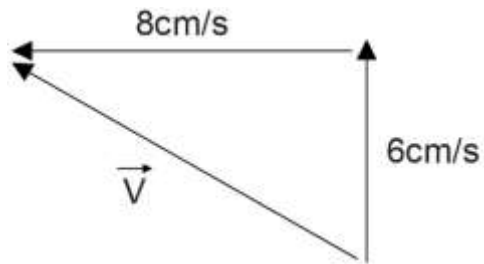
2. Quando o espelho gira de um ângulo, o raio refletido gira o dobro, logo:

$$40,0 = 2\alpha$$

$$\alpha = 20,0^\circ.$$

4. De acordo com o exercício, C é imagem de A conjugada pelo espelho E, B é imagem de A conjugada pelo espelho F, D é imagem de B pelo espelho E e D é imagem de C conjugada por F. Como o espelho E tem velocidade vertical de 3,0 cm/s, C tem velocidade com a mesma orientação de 6,0 cm/s e portanto sua imagem D conjugada por F se desloca na vertical a 6,0 cm/s.

Se o espelho F tem velocidade horizontal de 4,0 cm/s, B se desloca no mesmo sentido a 8,0 cm/s e portanto sua imagem D pelo espelho E tem velocidade horizontal de 8,0 cm/s, o que nos garante que D executa uma composição de movimentos com velocidade resultante de módulo  $V$  de acordo com o esquema abaixo.



Logo,

$$V^2 = 6^2 + 8^2$$

$$V^2 = 100$$

$$V = 10 \text{ cm/s}$$

Alternativa e.

## 6 ESPELHOS ESFÉRICOS

Chamamos espelho esférico qualquer calota esférica que seja polida e possua alto poder de reflexão.

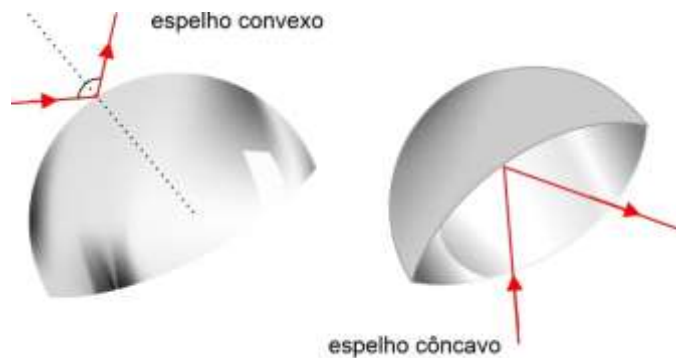
**Figura 14** - Plano seccionando esfera



**Fonte:** <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhoesferico.php>

Um espelho esférico pode ser côncavo quando a superfície refletora é interna à calota ou convexo caso a parte refletora seja externa.

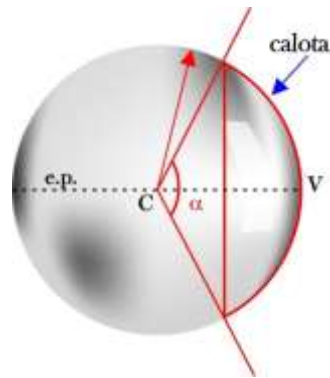
**Figura 15** - Reflexão da luz em calota esférica



**Fonte:** <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhoesferico.php>

Assim como para espelhos planos, as duas leis da reflexão também são obedecidas nos espelhos esféricos, ou seja, os ângulos de incidência e reflexão são iguais, e os raios incidente, refletido e a reta normal, são coplanares.

Para o estudo dos espelhos esféricos, é útil o conhecimento dos elementos que os compõem, esquematizados na figura a seguir:

**Figura 16** - Elementos de um espelho esférico

**Fonte:** <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhosferico.php>

O centro C da esfera que originou a calota é o centro de curvatura do espelho, V é o vértice do espelho.

A reta que passa pelo centro e pelo vértice é chamada de eixo principal.

As demais retas que cruzam o centro da esfera são chamados eixos secundários.

O ângulo  $\alpha$ , determinado por dois eixos secundários que cruzam os dois pontos mais externos da calota, é a abertura do espelho.

O raio R da esfera que origina a calota é chamado raios de curvatura do espelho.

Os raios que incidem paralelos ao eixo principal se cruzam (espelhos côncavos) ou têm seus prolongamentos se cruzando (espelhos convexas) no ponto médio do segmento de extremos C e V chamado de foco principal do espelho F.

Um espelho esférico só produzirá imagens nítidas quando se aproximar de um espelho plano, ou seja, quando tiver abertura  $\alpha \leq 10^\circ$ . Neste caso, o espelho é chamado de gaussiano. Nos espelhos de Gauss, vale a relação

$$f = \frac{R}{2} \quad (6.1)$$

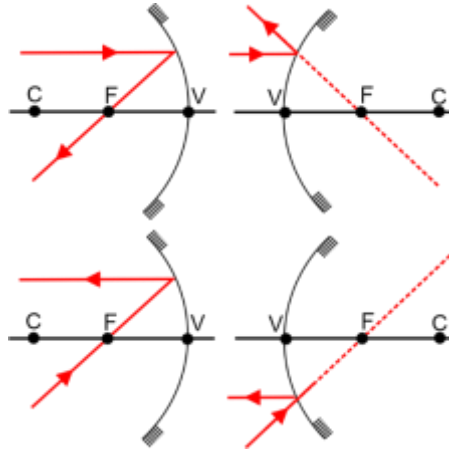
Onde R é o raio de curvatura e f chamada de distância focal, define a metade da distância entre C e V.

## 6.1 Formação de Imagens em Espelhos Esféricos

Para estudar como se formam as imagens em espelhos esféricos, vamos definir os tipos de raios conhecidos como raios notáveis.

- Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal é refletido passando pelo foco(F), e o caminho inverso também ocorre.

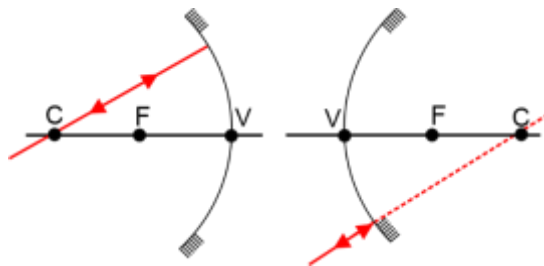
**Figura 17** - Raios incidentes paralelos ao eixo óptico e incidentes na direção do foco



Fonte: <https://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/>

- Todo raio que incide sobre o centro de curvatura(C) reflete-se sobre si mesmo.

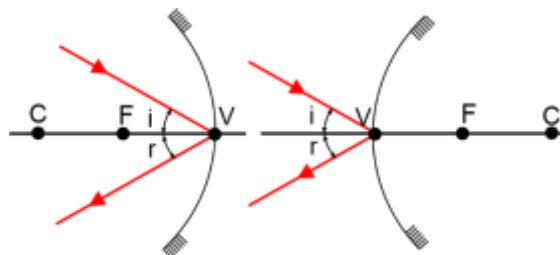
**Figura 18** - Raio que incide na direção do centro de curvatura



Fonte: <https://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/>.

- Todo raio que incide sobre o vértice (V) é refletido simetricamente em relação ao eixo principal. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

**Figura 19** - Raio que incide sobre o vértice



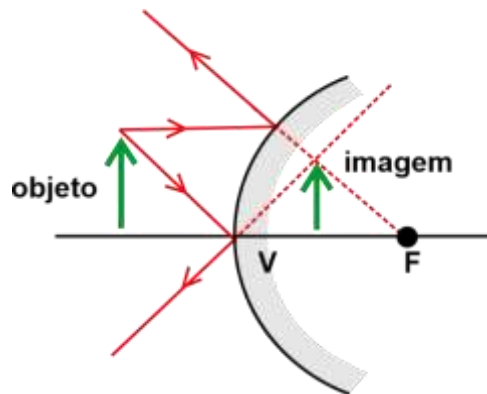
Fonte: <https://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/>

Quanto à formação de imagens observamos 6 casos a saber temos:

### 6.1.1 Espelhos Convexos

Qualquer que seja a distância entre o objeto e o espelho temos Imagem virtual, direita e menor que o objeto:

**Figura 20** - Imagem conjugado por espelho convexo



**Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

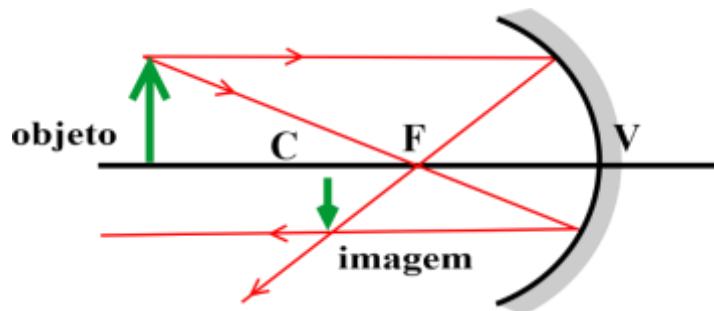
### 6.1.2 Espelhos Côncavos

Para espelhos côncavos são observados cinco casos os quais veremos a seguir.

#### 6.1.2.1 Objeto Real antes do Centro de Curvatura

A imagem formada é real, invertida e menor que o objeto.

**Figura 21** - Objeto após o centro em espelho côncavo

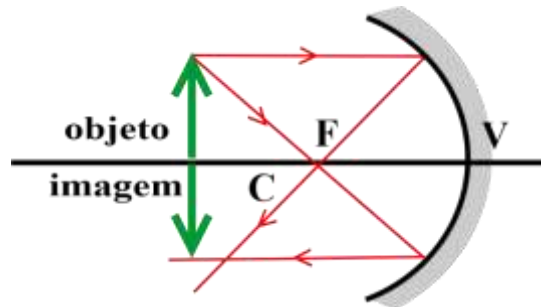


**Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

#### 6.1.2.2 Objeto Real no Centro de Curvatura

A imagem formada é real, invertida e do mesmo tamanho do objeto.

**Figura 22** - Objeto no centro de um espelho côncavo

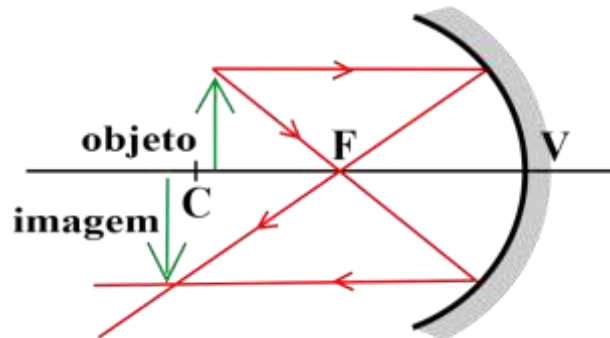


**Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

#### 6.1.2.3 Objeto Real entre o Centro de Curvatura e o Foco

A imagem formada é real, invertida e maior que o objeto.

**Figura 23** - Objeto entre o centro e o foco de espelho côncavo

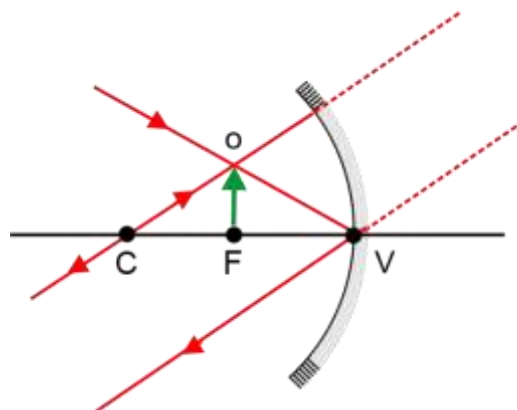


**Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

#### 6.1.2.4 Objeto Real no Foco

A imagem é imprópria, ou seja, localizada no infinito.

**Figura 24** - Objeto no foco de espelho côncavo

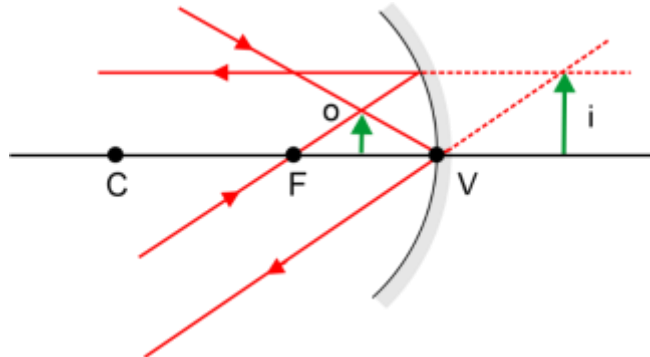


**Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

### 6.1.2.5 Objeto Real entre o Foco e o Vértice

A imagem é virtual (atrás do espelho), direita e maior que o objeto.

**Figura 25** - Objeto entre o foco e o vértice em espelho côncavo

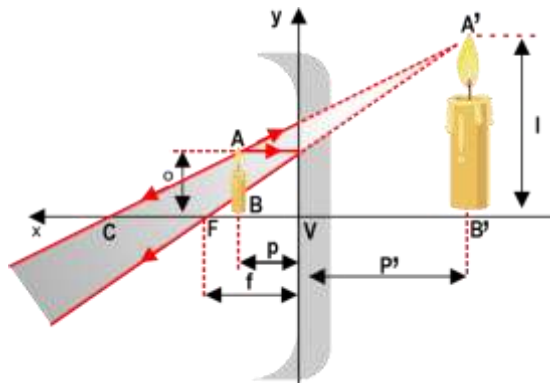


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.html>

## 6.2 Equações de Gauss e do Aumento Linear Transversal

Consideremos o espelho da figura 27 abaixo:

**Figura 26** - Imagem sendo conjugada por espelho côncavo



Fonte: <https://descomplica.com.br/artigo/estudo-analitico-dos-espelhos-esfericos-e-mais-facil-do-que-parece/4H>

Considerando o referencial acima, temos que, as ordenadas positivas estão acima do eixo das abcissas e as negativas abaixo de tal eixo. Já o semieixo negativo dos  $x$  está atrás do espelho enquanto que o positivo fica do lado da parte refletora. Logo, obedecendo-se às convenções estabelecidas temos:

$p$  é a distância do objeto ao vértice.

$p'$  é a distância da imagem ao vértice.

$o$  é a altura do objeto.

$i$  indica a altura da imagem.

$f$  indica a distância focal.

Equação de Gauss:



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (6.2)$$

Equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \quad (6.3)$$

Considerando sempre o objeto real ( $p > 0$ ), temos:

Espelho côncavo ( $f > 0$ ).

Espelho convexo ( $f < 0$ ).

Imagem real ( $p' > 0$ ).

Imagem virtual ( $p' < 0$ ).

Imagem direita ( $i > 0$ ).

Imagem invertida ( $i < 0$ ).

Nota: os sinais dos valores  $f$  e  $p'$  e  $i$  se justificam pelo fato de que  $f$  e  $p'$  são abcissas enquanto que  $i$  é ordenada.

## 7 EXERCÍCIOS

1. Julgue as afirmações feitas acerca da formação de imagens por espelhos esféricos côncavos e convexos:

I - Espelhos côncavos podem conjugar imagens reais e virtuais.

II - Todo espelho convexo conjuga imagens reais.

III - Quando um objeto é colocado diante de um espelho côncavo, a uma distância maior que o seu raio de curvatura, a imagem formada é real, invertida e reduzida.

IV - Quando algum objeto é posicionado à frente de um espelho côncavo, exatamente em seu foco, a imagem formada será virtual.

São verdadeiras:

a) I e II.

b) I e III.

c) I, II e III.

d) I, II e IV.

e) Todas as alternativas.

2. Um espelho esférico conjuga uma imagem virtual, direta e reduzida de um objeto real. Em relação a esse espelho e à posição do objeto da imagem, assinale a alternativa correta:

a) Trata-se de um espelho côncavo, quando o objeto é posicionado entre seu foco e vértice.

b) Trata-se de um espelho convexo que conjuga imagens reais.

c) Trata-se de um espelho côncavo, quando o objeto é colocado no centro de curvatura do espelho.

d) Trata-se de um espelho convexo, quando o objeto é colocado a qualquer distância de seu vértice.

e) NDA.

Extraído de: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-espelho-esferico.htm>

3. Um espelho esférico côncavo conjuga uma imagem real de um objeto que é colocado a 20,0cm de seu vértice. Sabendo que a distância focal desse espelho é de 10,0cm, determine a distância dessa imagem formada até o objeto.

a) 10,0cm.

b) 30,0cm.

c) 40,0cm.

d) 20,0cm.

e) Zero.

4. (ITA- modificado) Um jovem estudante para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50,0cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

- a) Convexo com  $R=2,0m$ .
- b) Côncavo com  $R=2,0m$ .
- c) Côncavo com  $R=1,0m$ .
- d) Côncavo com  $R=40,0cm$ .
- e) Côncavo com  $R=0,8m$ .

5. Um estudante de Física deseja acender seu cigarro usando um espelho esférico e a energia solar. Que tipo de espelho deve usar e qual a posição do cigarro relativa ao espelho.

6. (MACKENZIE- modificado) Diante de um espelho esférico côncavo coloca-se um objeto real no ponto médio do segmento definido pelo foco principal e pelo centro de curvatura. Se o raio de curvatura desse espelho é de 3,6m, a distância entre o objeto e sua imagem conjugada é de:

- a) 0,6m.
- b) 1,2m.
- c) 2,7m.
- d) 5,4m.
- e) 3,6m.

### 7.1 Resolução dos Exercícios Pares

2. O espelho em questão deve ser convexo que conjuga imagem virtual, direita e reduzida com objeto em qualquer posição.

4. Deve ser côncavo e o rosto da pessoa deve ficar entre o foco e o vértice, logo:

$$f > 50$$

$$\frac{R}{2} > 50$$

$$R > 100,0cm$$

Alternativa b.

6. Dados:

$$R = 3,6m$$

$$p = 3 \times \frac{3,6}{4} = 2,7\text{m}$$

$$f = \frac{3,6}{2} = 1,8\text{m}$$

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

$$\frac{1}{1,8} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{2,7}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{1,8} - \frac{1}{2,7}$$

$$\frac{1}{10p'} = \frac{1}{18} - \frac{1}{27}$$

$$\frac{1}{10p'} = \frac{1}{54}$$

$$p' = 5,4\text{m}$$

Logo, a distância procurada é 2,7m.

Alternativa c

## REFERÊNCIAS

- GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Vol 2. 2 ed. São Paulo. Editora ática. 2013.
- HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de física-óptica e física moderna**. 8 ed. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2009.
- MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Palestra apresentada em função da Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2010. Disponível em: [moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf](http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf). Acesso em: 10/08/2020.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo. Editora EPU. 1999.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: óptica, relatividade e física quântica**. São Paulo. Editora Blucher. 1998.
- PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ANDRADE, Renata; ROMERO, Talita Romero. **Física em contextos**, vol. 2 São Paulo: Editora do Brasil, 2016.
- PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA. *In*: PREPARA ENEM. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/principios-otica-geometrica.htm>. Acesso em: 18/10/2020.
- ÓPTICA, REFLEXÃO DA LUZ. *In*: SÓ FÍSICA. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhosferico.php>. Acesso em: 25/09/2020.
- BRASIL ESCOLA. **O que é reflexão da Luz ?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>. Acesso em: 15/10/2020.
- PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA. *In*: PLANETA BIOLOGIA. Disponível em: <https://planetabiologia.com/principios-basicos-da-optica-geometrica/>. Acesso em: 9 fev. 2021.
- TOFFOLI, Leopoldo. ESPELHOS PLANOS. *In*: INFOESCOLA Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/espelhos-planos/>. Acesso em: 10/10/2020.
- SCHENEIDERS, Luíz Antonio. **O método da sala de aula invertida**, Lajeado: Editora da Univates, 2018. Disponível em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/256/pdf\\_256.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/256/pdf_256.pdf). Acesso em: 19/08/2020.
- SCHMITZ, Eliezer X. da Silva. **Sala de aula invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem** Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede CE/UFSM/2016. Disponível em: [https://nte.ufsm.br/images/PDF\\_Capacitacao/2016/RECURSO\\_EDUCACIONAL/Material\\_Didatico\\_Instrucional\\_Sala\\_de\\_Aula\\_Invertida.pdf](https://nte.ufsm.br/images/PDF_Capacitacao/2016/RECURSO_EDUCACIONAL/Material_Didatico_Instrucional_Sala_de_Aula_Invertida.pdf). Acesso em: 07/08/2020.

SILVA, Maria I. Oliveira da; PESCE, Lucila; NETTO, Antônio Valério. **Aplicação de sala de aula invertida para o aprendizado de língua portuguesa no ensino médio de escola pública.** Tecnologias, Sociedade e Conhecimento, Campinas, vol. 5, n. 1, dez. 2018. Disponível em <http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/14102218/Se-mana4.Artigo.NIED.UNICAMP.Aplica%C3%A7%C3%A3o+da+sala+de+aula+invertida/56075d12-29d2-81b0-e420-d2428ae231cf>

TEIXEIRA, Hélio. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.** Disponível em: <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel/>. Acesso em: 20/12/2020.

ZANON, Denise Púglia; ALTHAUS, Maísa T. Margraf; CANÇADO, Naiana Melo; SANCHEZ, Paula K. Vargas. **Sala de aula invertida: possibilidades e limites na docência universitária.** XII congresso nacional de educação, PUC-PR 26 a 29/10/2015.

AFINAL COMO SE FAZ UM MAPA CONCEITUAL? *In:* TICEF-UFJF. Disponível em: <http://grupo3-mapasconceituais.blogspot.com/>. Acesso em: 20/11/2020.

ESELHO PLANO: Campo visual. *In:* OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. Disponível em: [http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-on-das\\_27.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-on-das_27.html). Acesso em: 12/10/2020.

ESELHOS PLANOS. *In:* SEGUNDO A FÍSICA. Disponível em: <http://segundo-a-fisica.blogspot.com/2013/10/espelhos-planos.html>. Acesso em: 12/10/2020.

ESELHOS PLANOS: Exercícios. *In:* COLA DA WEB. Disponível em: <https://www.colada-web.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/espelhos-planos>. Acesso em: 15/10/2020.

ESTUDO ANALÍTICO DOS ESELHOS ESFÉRICOS. *In:* DESCOMPLICA. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/estudo-analitico-dos-espelhos-esfericos-e-mais-facil-do-que-parece/4Hl/>. Acesso em: 15/09/2020.

EXERCÍCIOS DE ÓPTICA FÍSICA: Exercícios óptica Geométrica. *In:* FÓRMULAS DE FÍSICA. Disponível em: <https://formulasdefisica.org/index.php/2016/09/27/exercicios-de-optica/>. Acesso em: 13/12/2020.

FORMAÇÃO DE IMAGENS EM ESELHOS ESFÉRICOS. *In:* MUNDO EDUCAÇÃO. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>. Acesso em: 25/09/2020.

FORMAÇÃO DE IMAGENS EM ESELHOS PLANOS. *In:* BRAINLY. Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/19111287>. Acesso em: 15/10/2020.

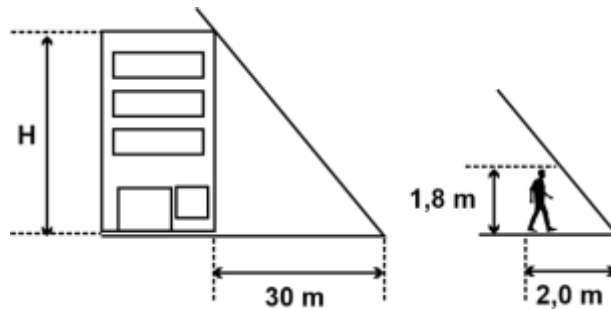
## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1. Determine o valor de  $x$  em cada caso:

a)  $\frac{3}{4} = \frac{8}{x+1}$

b)  $\frac{3}{4x} = \frac{8}{x-1}$

2. Observe a figura abaixo

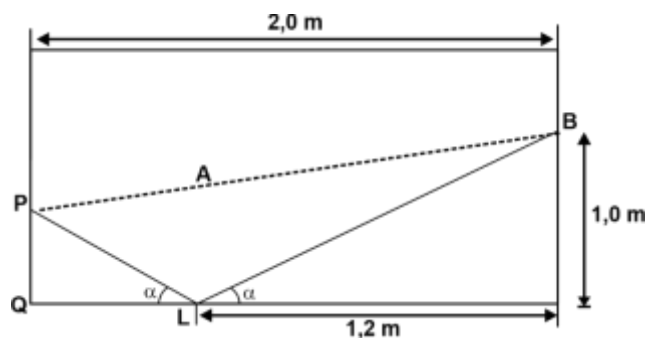


Um prédio projeta no solo uma sombra de 30,0m de extensão no mesmo instante em que uma pessoa de 1,8m projeta uma sombra de 2,0m. Pode-se afirmar que a altura do prédio vale

- a) 27,0m.
- b) 30,0m.
- c) 33,0m.
- d) 36,0m.
- e) 40,0m.

**Fonte:** <https://www.todamateria.com.br/semelhanca-de-triangulos-exercicios/>

3. A ilustração a seguir representa uma mesa de sinuca retangular, de largura e comprimento iguais a 1,5m e 2,0m, respectivamente. Um jogador deve lançar a bola branca do ponto B e acertar a preta no ponto P, sem acertar em nenhuma outra, antes. Como a amarela está no ponto A, esse jogador lançará a bola branca até o ponto L, de modo que a mesma possa rebater e colidir com a preta.



Se o ângulo da trajetória de incidência da bola na lateral da mesa e o ângulo de rebatimento são iguais, como mostra a figura, então a distância de P a Q, em cm, é aproximadamente:

- a) 67,0.
- b) 70,0.
- c) 74,0.
- d) 81,0.

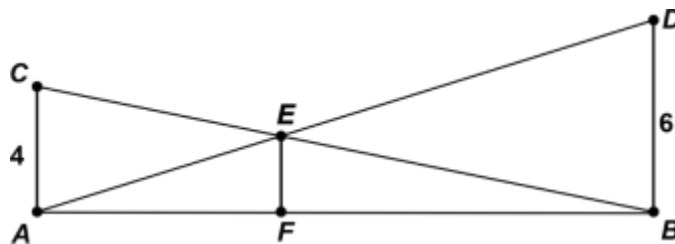
Fonte: <https://www.todamateria.com.br/semelhanca-de-triangulos-exercicios/>

4. Em um triângulo ABC, os pontos D e E pertencem, respectivamente, aos lados  $\overline{AB}$  e  $\overline{AC}$  e são tais que  $\overline{DE} \parallel \overline{BC}$ . Se F é um ponto de  $\overline{AB}$  tal que  $\overline{EF} \parallel \overline{CD}$  e as medidas de  $\overline{AF}$  e  $\overline{FD}$  são, respectivamente, 4 e 6, a medida do segmento  $\overline{DB}$  é:

- a) 15.
- b) 10.
- c) 20.
- d) 16.
- e) 36.

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/semelhanca-de-triangulos-exercicios/>

5. O dono de um sítio pretende colocar uma haste de sustentação para melhor firmar dois postes de comprimentos iguais a 6,0m e 4,0m. A figura representa a situação real na qual os postes são descritos pelos segmentos  $\overline{AC}$  e  $\overline{BD}$  e a haste é representada pelo segmento  $\overline{EF}$ , todos perpendiculares ao solo, que é indicado pelo segmento de reta  $\overline{AB}$ . Os segmentos  $\overline{AD}$  e  $\overline{BC}$  representam cabos de aço que serão instalados.



Qual deve ser o valor do comprimento da haste  $\overline{EF}$  ?

- a) 1,0m.
- b) 2,0m.



c) 2,4m.

d) 3,0m.

**Fonte:** <https://www.todamateria.com.br/semelhanca-de-triangulos-exercicios/>

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SÓCIO COGNITIVO**

1. O seu acesso à internet acontece através de que forma?
  - a) Dados móveis de celular.
  - b) Plano de internet via rádio.
  - c) Plano de internet fibra óptica.
  - d) Navegador.
  - e) Não acesso internet.
  
2. Você acessa internet através de:
  - a) *smartphone*.
  - b) *tablet*.
  - c) computador.
  - d) *iphone*.
  - e) Não possui estes recursos tecnológicos.
  
3. Qual das mídias você usa para estudar.
  - a) *smartphone*.
  - b) *tablet*.
  - c) computador.
  - d) *iphone*.
  - e) Nenhuma das mídias citadas.
  
4. Dos recursos oferecidos por aplicativos para celular, qual deles você usou, usa ou usaria para estudar?
  - a) Calculadora.
  - b) WhatsApp.
  - c) Cronômetro.
  - d) Conversor de unidades
  - e) Simuladores de fenômenos
  
5. Qual das formas de estudar você já usou?
  - a) Vídeo aula
  - b) Texto online

- c) Texto físico
  - d) Videoconferência
  - e) Todas as anteriores.
6. A melhor forma de estudar física é:
- a) Aulas teóricas
  - b) Experimentos
  - c) Com simuladores
  - d) Aulas teóricas com experimentos
  - e) Aulas teóricas com simuladores
7. Em relação à matéria de física você:
- a) Tem dificuldade de memorizar as equações
  - b) Tem dificuldade em entender os conceitos
  - c) Entende as aulas, porém não consegue resolver os problemas
  - d) Consegue produzir bem na matéria
  - e) Não produz bem porque a carga horária da matéria é pequena
8. Neste momento de pandemia você acredita que para facilitar a aprendizagem o professor deve:
- a) Sugerir vídeo aulas que poderão ser acessadas na internet
  - b) Produzir suas próprias vídeo aulas e passar aos alunos
  - c) Sugerir textos da internet
  - d) Produzir seus próprios textos e passar aos alunos
  - e) Pegar parte do material na internet e parte produzida por ele próprio
9. Em relação aos recursos oferecidos pelos aplicativos de celular, você acredita que:
- a) Os aplicativos de relação como o *WhatsApp* quando usados de forma adequada poderão contribuir na aprendizagem dos alunos
  - b) Estes aplicativos de relação inviabilizam as atividades letivas, pois tiram o foco dos alunos nas aulas
  - c) O celular pode contribuir na aprendizagem
  - d) O celular só prejudica o desenvolvimento das aulas
  - e) O uso do celular é polêmico e deve ser mais bem discutido

10. Na sua avaliação as aulas de física:

- a) Não tem relação com sua vida diária, são sem significados reais e concretos
- b) Têm sim significados reais da sua vida diária
- c) Não consigo perceber a relação da física com a vida real
- d) Apenas alguns conceitos se aplicam à vida real
- e) Será necessário que o professor mostre onde a física se faz presente em nossa vida.

**APÊNDICE C - LISTA DE EXERCÍCIOS 01 (ESPELHOS PLANOS)**

1. Dois espelhos planos são alinhados de modo que o ângulo que se forma entre eles é de  $90^\circ$ . O número de imagens formadas pela associação desses espelhos é igual a:

- a) 4.
- b) 3.
- c) 2.
- d) 5.
- e) 7.

2. Um observador, a 1,5m de um espelho plano, vê a imagem de um objeto que está a 6,0m do espelho. Quando o observador se aproxima 0,5m do espelho, a quantos metros do espelho estará a imagem do objeto?

3. O ângulo entre o raio refletido e o raio incidente é  $72^\circ$ . O ângulo de incidência é:

- a)  $36^\circ$ .
- b)  $90^\circ$ .
- c)  $50^\circ$ .
- d)  $30^\circ$ .
- e) NDA .

4. (UNESP) Um estudante veste uma camiseta em cujo peito se lê a inscrição seguinte:

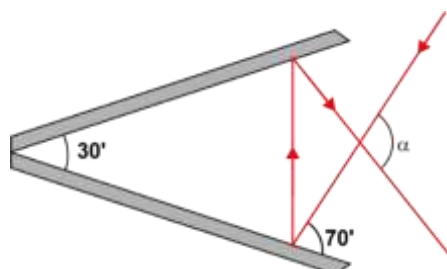
UNESP

a) Reescreva essa inscrição, na forma que sua imagem aparece para o estudante, quando ele se encontra frente a um espelho plano.

b) Suponha que a inscrição esteja a 70,0cm do espelho e que cada letra da camiseta tenha 10,0cm de altura. Qual a distância entre a inscrição e sua imagem? Qual a altura de cada letra da imagem?

**Fonte:** <https://psicod.org/manual-do-professor-v9.html?page=280>

5. (UFMG) Observe a figura.

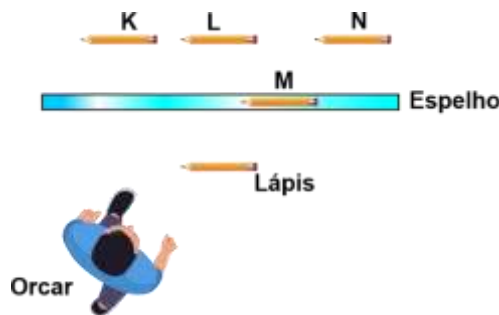


Nessa figura, dois espelhos planos estão dispostos de modo a formar um ângulo de  $30^\circ$  entre eles. Um raio luminoso incide sobre um dos espelhos, formando um ângulo de  $70^\circ$  com a sua superfície. Esse raio, depois de se refletir nos dois espelhos, cruza o raio incidente formando um ângulo  $\alpha$  de:

- a)  $90^\circ$ .            b)  $100^\circ$ .            c)  $110^\circ$ .            d)  $120^\circ$ .            e)  $140^\circ$ .

Fonte: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/optica/optica-geometrica/reflexao-da-luz-e-espelhos-planos/>

6. (UFMG) Oscar está na frente de um espelho plano, observando um lápis, como representado na figura.



Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que Oscar verá a imagem desse lápis na posição indicada pela letra:

- a) K.            b) L.            c) M.            d) N.

Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/9430402>

7. A pessoa, olhando para a parede AB, que contém o espelho, vê o símbolo desenhado a seguir, que representa a logomarca do médico.



Para que tal fato ocorra, o médico teve de afixar sobre a parede CD um cartaz com esse símbolo desenhado na seguinte forma:

- A)            C)
- B)            D)

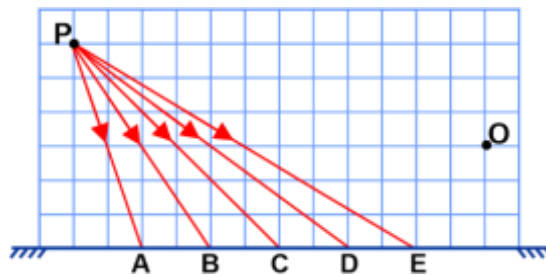
Extraído de: <https://brainly.com.br/tarefa/9430402>

8. Quanto a um espelho plano, pode-se dizer que ele forma:

- a) Sempre imagens virtuais.
- b) Sempre imagens reais.
- c) Imagens reais de objetos reais.
- d) Imagens virtuais de objetos virtuais.
- e) Imagens reais de objetos virtuais e vice-versa.

9. Um objeto vertical AB, de altura  $AB = 50,0\text{cm}$ , encontra-se diante de um espelho plano vertical E. Sabe-se que a imagem do ponto B se encontra a  $30,0\text{cm}$  do espelho. Um raio de luz, partindo do ponto B, encontra o espelho num ponto C, segundo um ângulo de incidência  $\alpha$ , e reflete-se passando pelo ponto A. Qual o valor de  $\cos\alpha$ ?

10. (UEL-PR) Um observador O vê a imagem de um objeto P refletida num espelho plano horizontal a figura mostra um feixe de raios luminosos que partem de P. O raio que atinge o observador O é:



- A) PAO.
- B) PBO.
- C) PCO.
- D) PDO.
- E) PEO.

Fonte: <http://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/02/reflexao-da-luz-e-espelhos-planos.html?m=0>

**APÊNDICE D - LISTA DE EXERCÍCIOS 02 (ESPELHOS ESFÉRICOS)**

1. Um comerciante deseja instalar um espelho esférico que lhe forneça um grande campo visual de seu comércio a fim de monitorá-lo mais eficientemente. O tipo de espelho mais indicado para tal fim é:

- a) Um espelho plano.
- b) Um espelho esférico côncavo.
- c) Um espelho esférico convexo.
- d) Um espelho parabólico.

2. Um estudante de Física dispõe-se de uma grande quantidade de espelhos esféricos distintos. Durante uma aula prática, o seu professor pediu para que ele construísse um dispositivo capaz de captar a luz do Sol a fim de aquecer uma pequena panela. Esse aluno deve escolher um espelho:

- a) Convexo.
- b) Côncavo.
- c) Esférico.
- d) Parabólico.
- e) Plano.

3. (PUC-SP) Considere dois espelhos esféricos, um côncavo e outro convexo, que obedecem às condições de nitidez de Gauss. Esses espelhos possuem, em módulo, a mesma distância focal. De um objeto situado a uma distância  $P_1$  da superfície refletora do espelho convexo, é conjugada uma imagem cujo aumento linear transversal é igual a  $3/4$ .

Determine o módulo da relação  $P_2/P_1$ . para que, quando esse mesmo objeto estiver distante  $P_2$  da superfície refletora do espelho côncavo, seja obtido o mesmo aumento linear em módulo.

- a) 1.
- b) 3.
- c) 4.
- d) 7.

**Fonte:** <https://pir2.forumeiros.com/t163183-espelhos-esfericos-puc-sp>

4. (UFF) A figura mostra um objeto e sua imagem produzida por um espelho esférico.





Escolha a opção que identifica corretamente o tipo do espelho que produziu a imagem e a posição do objeto em relação a esse espelho.

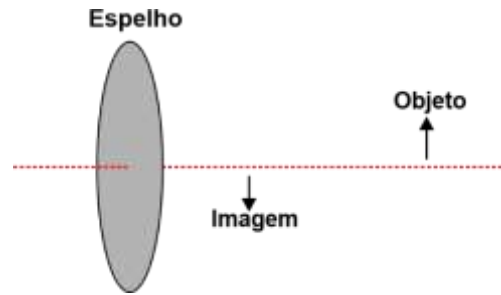
- a) O espelho é convexo e o objeto está a uma distância maior que o raio do espelho.
- b) O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o foco e o vértice do espelho.
- c) O espelho é côncavo e o objeto está posicionado a uma distância maior que o raio do espelho.
- d) O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o centro e o foco do espelho.
- e) O espelho é convexo e o objeto está posicionado a uma distância menor que o raio do espelho.

**Fonte:** <https://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/exercicios/>

5. Um espelho esférico côncavo conjuga uma imagem real de um objeto que é colocado a 20,0cm de seu vértice. Sabendo que a distância focal desse espelho é de 10,0cm, determine a distância dessa imagem formada até o objeto.

- a) 10,0cm.
- b) 30,0cm.
- c) 40,0cm.
- d) 20,0cm.
- e) 0

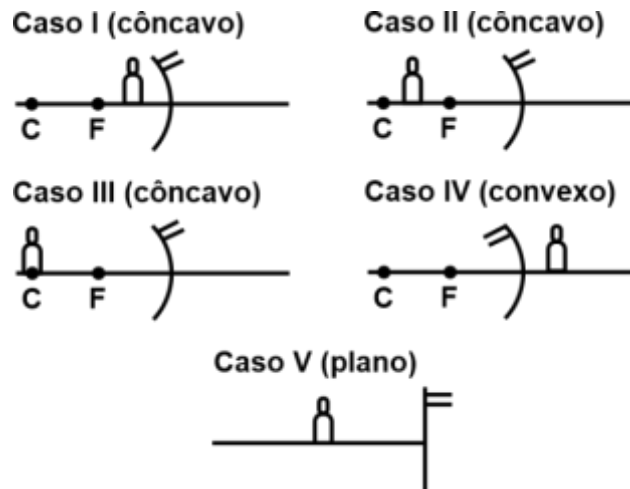
6. (Mackenzie) Um objeto real, colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico, tem imagem como mostra a figura a seguir. Pelas características da imagem, podemos afirmar que o espelho é:



- a) Convexo e sua imagem é virtual.
- b) Convexo e sua imagem é real.
- c) Côncavo e a distância do objeto ao espelho é menor que o raio de curvatura do espelho, mas maior que sua distância focal.
- d) Côncavo e a distância do objeto ao espelho é maior que seu raio de curvatura.
- e) Côncavo e a distância do objeto ao espelho é menor que a distância focal do espelho.

Fonte: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

7. (PUC-PR) Considere as figuras que representam uma vela colocada em frente a vários tipos de espelhos.

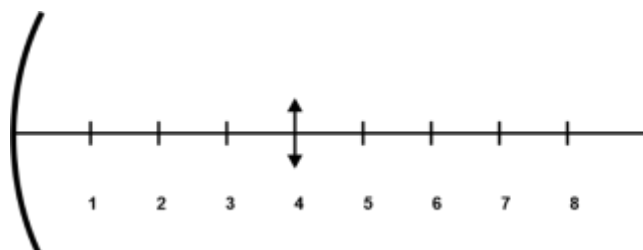


A imagem da vela formada pelo espelho será virtual em:

- a) I, IV e V.
- b) II e III.
- c) I e II.
- d) somente V.
- e) somente IV e V.

Fonte: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

8. (PUC-RS) A figura a seguir mostra um espelho côncavo e diversas posições sobre o seu eixo principal. Um objeto e sua imagem, produzida por este espelho, são representados pelas flechas na posição 4.



O foco do espelho está no ponto identificado pelo número

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 8.

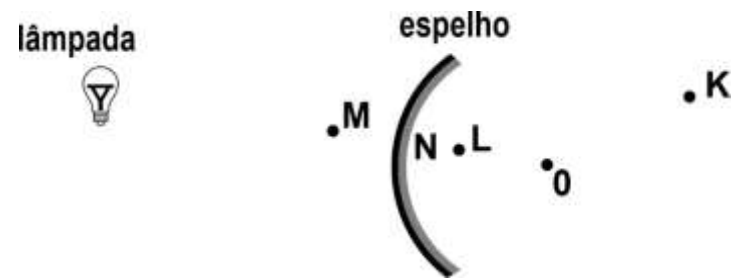
**Fonte:** <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

9. (UPE) Um objeto foi colocado sobre o eixo principal de um espelho côncavo de raio de curvatura igual a 6,0cm. A partir disso, é possível observar que uma imagem real foi formada a 12,0cm de distância do vértice do espelho. Dessa forma, é correto afirmar que o objeto encontra-se a uma distância do vértice do espelho igual a:

- a) 2,0cm.
- b) 4,0cm.
- c) 5,0cm
- d) 6,0cm.
- e) 8,0cm.

**Fonte:** <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

10. (UFMG) Uma pequena lâmpada está na frente de um espelho esférico, convexo, como mostrado na figura. O centro de curvatura do espelho está no ponto O. Nesse caso, o ponto em que, mais provavelmente, a imagem da lâmpada será formada é o:



- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) N.

**Fonte:** <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

### APÊNDICE E - SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO ESPELHO PLANO

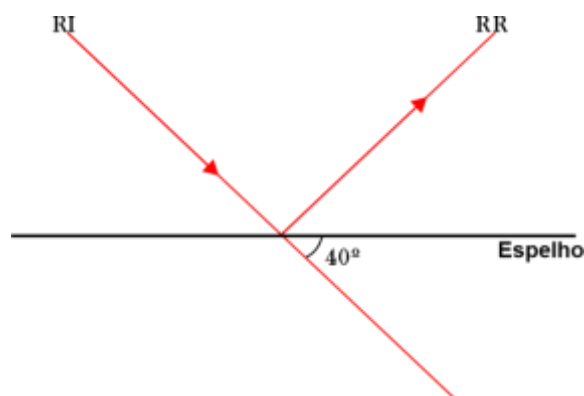
1. Um homem aproxima-se de um espelho plano à velocidade de  $2,0 \text{ m/s}$ . Assinale a alternativa que apresenta corretamente a velocidade relativa entre o homem e sua imagem, em  $\text{m/s}$ .

- a)  $3,0 \text{ m/s}$ .
- b)  $0$ .
- c)  $6,0 \text{ m/s}$ .
- d)  $2,0 \text{ m/s}$ .
- e)  $4,0 \text{ m/s}$ .

2. Um corpo cai verticalmente sobre um espelho plano horizontal, que está com sua face polida voltada para cima. O módulo de aceleração da partícula em relação à sua imagem no espelho vale, aproximadamente:

- a)  $30,0 \text{ m/s}^2$ .
- b)  $20,0 \text{ m/s}^2$ .
- c)  $10 \text{ m/s}^2$ .
- d)  $5,0 \text{ m/s}^2$ .
- e) zero

3. Um raio de luz incide sobre um espelho plano. De acordo com as condições dadas na figura, determine o valor do ângulo de incidência.

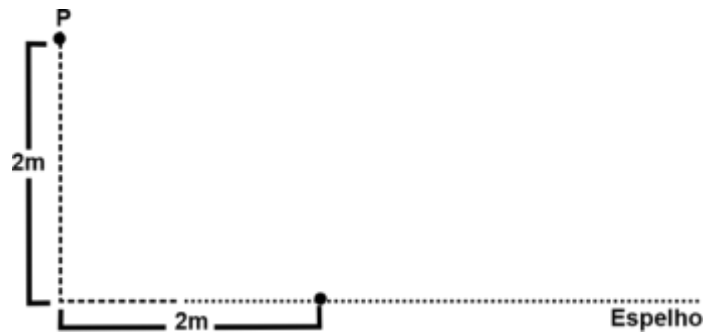


Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-reflexao-espelho-plano>

4. (Mackenzie) Um objeto extenso de altura  $h$  está fixo e disposto frontalmente diante de uma superfície refletora de um espelho plano, a uma distância de 120,0cm. Aproximando-se o espelho do objeto em uma distância de 20,0cm, a imagem conjugada, nessa condição, encontra-se distante do objeto em:

- a) 100,0cm.
- b) 120,0cm.
- c) 200,0cm.
- d) 240,0cm.
- e) 300,0cm.

5. Um raio de luz incide no ponto I um espelho plano e, após a reflexão, passa pelo ponto P. Determine o ângulo de incidência:



Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-reflexao-espelho-plano.htm>

## APÊNDICE F - SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO ESPELHO ESFÉRICO

1. Julgue as afirmações feitas acerca da formação de imagens por espelhos esféricos côncavos e convexos:

I - Espelhos côncavos podem conjugar imagens reais e virtuais.

II - Todo espelho convexo conjuga imagens virtuais.

III - Quando um objeto é colocado diante de um espelho côncavo, a uma distância maior que o seu centro de curvatura, a imagem formada é real, invertida e reduzida.

IV - Quando algum objeto é posicionado à frente de um espelho côncavo, exatamente em seu foco, os raios de luz refletidos pelo espelho não se cruzam.

São verdadeiras:

a) I e II.

b) I, II e III.

c) II e III.

d) I, II e IV.

e) Todas as alternativas.

2. Um espelho esférico côncavo conjuga uma imagem real de um objeto que é colocado a 20,0cm de seu vértice. Sabendo que a distância focal desse espelho é de 10,0cm, determine a distância dessa imagem formada até o objeto.

a) 10,0cm.

b) 30,0cm.

c) 40,0cm.

d) 20,0cm.

e) 0

3. Marque V (verdadeira) ou F (falsa) para as alternativas abaixo:

a) ( ) A imagem de um objeto em um espelho convexo, aumenta de tamanho, e é virtual.

b) ( ) A imagem obtida por um espelho côncavo pode ser sempre projetada.

c) ( ) O tamanho da imagem no espelho plano é igual ao do tamanho do objeto.

d) ( ) Para um espelho esférico convexo, a imagem é sempre menor que o tamanho do objeto, e o campo visual aumenta.

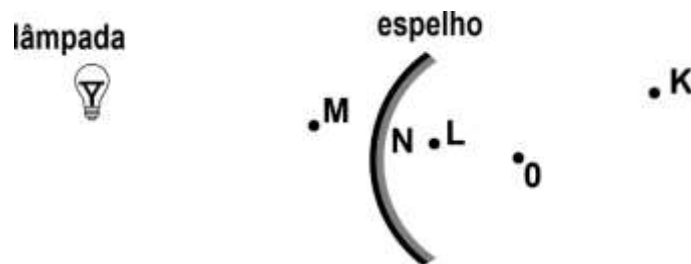
e) ( ) Objeto e imagem nunca serão o mesmo tamanho em um espelho côncavo.

4. (UPE) Um objeto foi colocado sobre o eixo principal de um espelho côncavo de raio de curvatura igual a 6,0cm. A partir disso, é possível observar que uma imagem real foi formada a 12,0cm de distância do vértice do espelho. Dessa forma, é correto afirmar que o objeto encontra-se a uma distância do vértice do espelho igual a:

- a) 2,0cm.
- b) 4,0cm.
- c) 5,0cm.
- d) 6,0cm.
- e) 8,0cm.

Fonte: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

5. (UFMG) Uma pequena lâmpada está na frente de um espelho esférico, convexo, como mostrado na figura. O centro de curvatura do espelho está no ponto O. Nesse caso, o ponto em que, mais provavelmente, a imagem da lâmpada será formada é o:



- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) N.

Fonte: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>



## APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

1. Quanto à metodologia de aula virtual aplicada em física você julga:
  - a) Insuficiente, pois não consegui assisti as videoaulas por falta de acesso à internet.
  - b) Insuficiente, pois não consegui entender o que foi passado nas videoaulas.
  - c) Regular, pois entendi um pouco do que foi ministrado nas videoaulas.
  - d) Bom, pois as videoaulas complementaram o que li nos livros.
  - e) Excelente, pois as videoaulas foram decisivas para o meu sucesso na matéria de física.
  
2. Quanto à forma de avaliação com os formulários do *google* postados no WhatsApp você avalia:
  - a) Inadequado, pois não consegui acessar por falta de acesso à internet.
  - b) Ruim, eu prefiro os cadernos de atividades.
  - c) Muito boa iniciativa, uma vez que posso fazer minhas atividades sem sair de casa.
  - d) Não gostei porque não consegui entender a dinâmica das atividades.
  - e) Muito bom, pois enquanto estudantes necessitamos ter contato com as mais variadas formas de ensino.
  
3. Dentre as metodologias abaixo você prefere:
  - a) Aulas presenciais.
  - b) Aulas virtuais.
  - c) Ensino híbrido com aulas de instrução inicial presenciais e resolução de exercícios virtuais.
  - d) Ensino híbrido com instrução virtual e resolução de exercícios presenciais.
  - e) Aulas à distância sem recursos digitais.
  
4. O que você acha que poderia melhorar na metodologia aplicada?
  - a) Aumentar a duração das videoaulas
  - b) Diminuir a duração das videoaulas
  - c) Aumentar a quantidade de videoaulas
  - d) Diminuir a quantidade de videoaulas
  - e) Melhorar a resolução das videoaulas

5. O que você sugere que melhore nas atividades de avaliação
  - a) Aumentar a quantidade de exercícios
  - b) Diminuir a quantidade de exercícios
  - c) Colocar questões discursivas
  - d) Baixar o nível de complexidade dos problemas
  - e) Não fazer avaliação com recursos digitais
  
6. Como você pôde observar na metodologia aplicada (sala de aula invertida) o material da instrução foi disponibilizado para os alunos nas vésperas das aulas propriamente dita, como você avalia este procedimento?
  
7. Você sugere que os professores das demais matérias da escola Albertina Barreiros usem a metodologia sala de aula invertida para ministrar suas matérias? Por quê?
  
8. Você foi capaz de identificar alguma falha na metodologia de sala invertida? Explique.
  
9. O que você listaria como pontos positivos na metodologia?
  
10. O que você listaria como pontos negativos na metodologia?
  
11. Produza um vídeo com no máximo cinco minutos relatando sua experiência com a metodologia de sala de aula invertida. Insira no *youtube* e escreva nesta questão o *link* do vídeo.