

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ (UNIFESSPA)
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS (ICE)
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

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

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca Setorial Campus do Taurizinho

C289o Carneiro, Jean de Jesus Vieira
Óptica geométrica com metodologia de sala de aula invertida: uma sequência didática para aprendizagem significativa de espelhos planos e esféricos / Jean de Jesus Vieira Carneiro. — 2022.
109 f. : il. Color.

Orientador(a): Emerson Benedito Sousa Corrêa.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Marabá, 2022.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Óptica geométrica. 3. Videoteipes na educação. 4. Tecnologia educacional. I. Corrêa, Emerson Benedito Sousa, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: "ÓPTICA GEOMÉTRICA COM METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA: UM GUIA PRÁTICO PARA O ESTUDO DOS ESPELHOS PLANOS E ESFÉRICOS" para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 10:00 horas do dia **05 de agosto de 2022**, de forma remota, via Google Meet, link da defesa: <https://meet.google.com/yri-cfim-qaz>. A dissertação foi apresentada durante 50 minutos pelo mestrando: **Jean de Jesus Vieira Carneiro**, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Prof. Dr. Emerson Benedito Sousa Corrêa (Orientador/Presidente), Profa. Dra. Maria Liduína das Chagas (Membro Interno) e Profa. Dra. Suellen Cristina Queiroz Arruda (Membro Externo). Em seguida, o mestrando foi submetido à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela Aprovação da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do mestrando.

Prof. Dr. Emerson Benedito Sousa Corrêa
(Unifesspa - Orientador/Presidente)

Profa. Dra. Maria Liduína das Chagas
(Unifesspa - Membro Interno)

Profa. Dra. Suellen Cristina Queiroz Arruda
(UFPA - Membro Externo)

Jean de Jesus Vieira Carneiro (Mestrando)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, que me proporcionou saúde e disposição para completar esta etapa da minha formação acadêmica.

Aos meus professores pela atenção dada no decorrer deste curso.

À minha família, pelo apoio moral e psicológico para resistir às adversidades impostas ora profissionalmente ora no âmbito de minha vida pessoal.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil -CAPES - Código de Financiamento 001.

RESUMO

CARNEIRO, Jean de Jesus Vieira. **ÓPTICA GEOMÉTRICA COM METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA:** Uma sequência didática para aprendizagem significativa de espelhos planos e esféricos. 2022. 108 p. Dissertação (mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, Marabá, Pará, Brasil. 2022

O trabalho aqui apresentado trata de um suporte didático com metodologia de sala de aula invertida para se ministrar óptica geométrica, especificamente no que se refere ao estudo dos espelhos planos e esféricos. Como parte da metodologia aplicada foi elaborada uma sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O trabalho foi desenvolvido na turma M2MR03 da escola Albertina Barreiros de Itupiranga-Pa, em nove aulas de 135 minutos cada, onde constam atividades assíncronas ou síncronas como videoaulas, videoconferências e resolução de exercícios do livro didático ou elaborados na plataforma *Google* formulários, um detalhamento desta sequência didática pode ser visto no capítulo da metodologia desta dissertação. Para viabilizar a aplicação do planejamento didático foi criado no *WhatsApp* um grupo de estudos, bem como uma sala de aula virtual na plataforma *Google* sala de aula, ambientes virtuais onde professor e alunos interagiram buscando a otimização do processo de ensino-aprendizagem. É importante salientar que em função da pandemia covid-19 a metodologia de sala de aula invertida de que trata esta dissertação não foi possível ser executada em sua totalidade, uma vez que o protocolo sanitário exclui a realização de aulas presenciais, desta forma as atividades síncronas em sala de aula foram convertidas em videoconferências. Foi elaborado também um suporte teórico em óptica geométrica restrita ao estudo dos espelhos planos e esféricos onde constam listas de exercícios e questionários de avaliação do conhecimento. Com objetivo de comparar aprendizagem com metodologia de sala de aula invertida com a metodologia tradicional foi tomado como referência as atividades executadas em óptica geométrica com metodologia tradicional na turma M2TR02 da escola acima mencionada.

Palavras chaves: Sala de aula invertida; Aprendizagem significativa; Óptica geométrica.

ABSTRACT

CARNEIRO, Jean de Jesus Vieira. **GEOMETRIC OPTICS WITH REVERSED CLASSROOM METHODOLOGY**: A didactic sequence for meaningful learning of flat and spherical mirrors. 2022. 108 p. Dissertation (Professional Master's in Physics Teaching) - Federal University of the South and Southeast of Pará – UNIFESSPA, Marabá, Pará, Brazil. 2022

The work presented here deals with a didactic support with inverted classroom methodology to teach geometric optics, specifically with regard to the study of plane and spherical mirrors. As part of the applied methodology, a didactic sequence was developed based on the theory of meaningful learning by David Ausubel. The work was developed in the class M2MR03 of the Albertina Barreiros school in Itupiranga-Pa, in nine classes of 135 minutes each, which include asynchronous or synchronous activities such as video lectures, videoconferences and resolution of textbook exercises or elaborated on the Google forms platform, a detail of this didactic sequence can be seen in the methodology chapter of this dissertation. To enable the application of didactic planning, a study group was created on WhatsApp, as well as a virtual classroom on the Google classroom platform, virtual environments where teacher and students interacted seeking to optimize the teaching-learning process. It is important to point out that due to the covid-19 pandemic, the inverted classroom methodology that this dissertation deals with was not possible to be executed in its entirety, since the health protocol excludes the realization of face-to-face classes, in this way the synchronous activities in the classroom have been converted into videoconferences. A theoretical support in geometric optics was also elaborated, restricted to the study of plane and spherical mirrors, where there are lists of exercises and questionnaires for the evaluation of knowledge. In order to compare learning with inverted classroom methodology with the traditional methodology, the activities performed in geometric optics with traditional methodology in the M2TR02 class of the aforementioned school were taken as reference.

Keywords: Inverted classroom; Meaningful learning; Geometric optics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Mapa Conceitual de Aprendizagem Significativa.....	17
Figura 02 - Superfície da água refletindo a paisagem.....	18
Figura 03 - Formação de imagem em espelho plano.....	19
Figura 04 - Imagem enantiomorfa do triedro.....	19
Figura 05 - Reflexão em espelho côncavo.....	20
Figura 06 - Raio incidente paralelo ao eixo óptico.....	23
Figura 07 - Objeto antes do centro produz imagem real, reduzida e invertida.....	24
Figura 08 - Objeto entre o foco e o vértice dá imagem virtual, ampliada e direita.....	25
Figura 09 - Espelho convexo produz imagem virtual, direita e reduzida.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Cronograma de atividades.....	33
Tabela 02 - Demonstrativo da aprendizagem.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2.1 Sala de Aula Invertida	13
2.2 Aprendizagem Significativa	14
2.2.1 A Contribuição de Novak.....	15
3 TÓPICOS DE FÍSICA	18
3.1 Reflexão da Luz.....	18
3.1.1.1 Formação de Imagens em Espelhos Planos	19
3.1.2.1 Formação de Imagens em Espelhos Esféricos	20
3.1.2.2 Sistema Gaussiano	26
3.1.2.3 Exercícios Exemplos.....	26
3.1.2.4 Resolução dos exercícios.....	29
4 METODOLOGIA	32
CRONOGRAMA.....	33
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	34
5.1 Demonstrativo da Aprendizagem dos Alunos	44
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50
ANEXO – PRODUTO EDUCACIONAL	52

1. INTRODUÇÃO

Considerando o atual contexto educacional global, percebe-se que educadores e profissionais da área buscam metodologias capazes de equacionar o problema do fracasso escolar (UNICEF, 2021). Neste contexto de inquietação por parte de educadores, surge a metodologia da sala aula invertida, uma proposta de ensino híbrido que, aliada a uma sociedade conectada, tem se mostrado promissora, segundo alguns professores (ANDRADE; MONTEIRO, 2018). É importante destacar que “Há, inclusive, nos Estados Unidos, uma organização com mais de 25.000 educadores, a *Flipped Learning Network* (FLN), que divulga conceitos sobre a aprendizagem invertida para que Educadores possam implantá-la com sucesso” (SCHMIT, 2016).

O método da sala de aula invertida, do inglês *Flipped Classroom*, consiste na inversão do processo ensino-aprendizagem em relação ao método *tradicional*. Nessa modalidade o primeiro contato, de fato, com o conteúdo objeto de estudo se dará extraclasse, mediante videoaulas (disponibilizados 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

A inversão da sala de aula basicamente consiste em fazer em casa o que era feito em Aula, por exemplo, atividades relacionadas à transmissão dos conhecimentos; e, em aula, as atividades designadas a serem realizadas em casa, responsáveis pela assimilação do conhecimento, como resolver problemas e realizar trabalhos em grupo. (SCHENEIDERS, 2018).

Consequentemente, em uma abordagem de sala de aula invertida, as atividades de sala de aula devem ser precedidas das atividades extraclasse e dessa forma inverte-se a ordem do método tradicional no qual o professor expõe seu conteúdo presencial para em seguida propor atividades fora da sala de aula. Na sala de aula invertida, o professor antes das aulas presenciais propõe atividades preparatórias que incluem desde videoaulas até 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. (CAVERSAN, 2016)

Para o ensino de espelhos planos e esféricos no primeiro bimestre letivo de 2021, na turma M2MR03, da escola Albertina Barreiros de Itupiranga-Pa, foi elaborado um roteiro de aula em óptica geométrica através da abordagem sala de aula invertida. Para a elaboração da sequência didática deste trabalho foi tomado como suporte teórico a teoria da aprendizagem

significativa de David Ausubel, segundo a qual para que aconteça a aprendizagem significativa o aluno deve relacionar o material da instrução com elementos de sua carga cognitiva de forma não-arbitrária e substantiva. Elementos estes que o estudioso chamou de subsunçores. Tais elementos, ao interagirem com o material da instrução, ganham significados novos e ficam mais diferenciados, ao passo que o conhecimento a ser incorporado pela instrução ganhará significado para o aprendiz. Segundo Moreira (2010),

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2010).

No tocante ao desenvolvimento desta dissertação temos: no capítulo 02 de revisão bibliográfica foi visto o referencial teórico da sala de aula invertida bem como da aprendizagem significativa de Ausubel. No capítulo 03 por sua vez foi feito uma exposição dos princípios da óptica geométrica sobre espelhos planos e espelhos esféricos. O capítulo 04 discorrerá sobre a metodologia aplicada ao produto educacional associado a esta dissertação, oportunidade onde ficam expostos os passos da sequência didática do produto educacional, bem como seu cronograma. No capítulo 05 é visto os resultados deste trabalho, neste capítulo é feito um demonstrativo da aprendizagem em comparação com a aprendizagem em uma turma onde foi ministrado o mesmo conteúdo com metodologia tradicional. E, para finalizar, esta dissertação traz como anexo o produto educacional a ela associado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sala de aula invertida

A sala de aula invertida é uma modalidade de ensino híbrido pesquisada desde 1990 nas universidades americanas de Harvard e Yale. Em 2000, o pesquisador J. Wesley Baker apresentou o conceito de *Flipped Classroom* na 11ª Conferência Internacional de Ensino e Aprendizagem Universitária, na Flórida. No entanto, só por volta de meados de 2007, o conceito ganhou forma com os trabalhos dos professores norte-americanos de Química, Aaron Sams e Jonathan Bergmann. Para equacionar o problema de faltas de alunos que participavam de competições esportivas, esses professores resolveram gravar suas aulas e disponibilizá-las aos alunos ausentes, para que desta forma acompanhassem os estudos ali ministrados. Como efeito, estes alunos conseguiram acompanhar o conteúdo e até mesmo os presentes passaram a assistir às aulas como reforço para os exames.

Percebendo o efeito positivo das videoaulas, os professores resolvem gravar suas aulas e indicar aos alunos que as assistiam de véspera como tarefa de casa, ficando assim o tempo em sala reservado a experimentos, reforço, resolução de problemas e aprofundamento do conteúdo. De acordo com os professores estadunidenses, o modelo batizado de sala de aula invertida, mostrou-se mais proveitoso que as tradicionais exposições que precedem as atividades extraclasses. “A inversão da sala de aula estabelece um referencial que oferece aos estudantes uma educação personalizada, ajustada sob medida às suas necessidades individuais” (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 25)

Hoje, a metodologia sala de aula invertida vem sendo aplicada em algumas das mais bem conceituadas universidades do mundo: instituições como Harvard, Stanford, MIT e Duke University. O modelo de educação invertida tem migrado para países como Islândia, Irlanda, Turquia, Emirados Árabes, Espanha, Austrália, Noruega, Itália, Espanha e China. Na América Latina, temos exemplos de trabalhos com o método invertido de instrução na Argentina, México, Colômbia, Peru e Chile.

As vantagens do modelo sala de aula invertida são variadas, com destaque para maior aproveitamento do tempo em sala de aula, pois em vez de darem atenção somente à exposição tradicional de conteúdo, os alunos podem fazer experimentos, aprofundar o conhecimento, compartilhar conhecimentos, tirar dúvidas ou revisar o que já foi visto extraclasse. O método invertido de aulas tem como característica marcante uma maior autonomia dos aprendizes que podem acessar o conteúdo no seu tempo e no seu ritmo. A professora de Geografia Aline Nadal do Colégio Marista Medianeira, Erechim-RS relata um melhor aproveitamento deste método

em relação ao tradicional: “(...)eu percebo um envolvimento maior dos alunos com esta metodologia. Como eles já vêm para a aula sabendo do que se trata, têm a oportunidade de participar mais das discussões e das atividades. E isso acaba contribuindo para a sua aprendizagem.”

Na sala de aula invertida tem-se uma mudança na forma tradicional de ensinar. O conteúdo passa a ser estudado em casa e as atividades, realizadas em sala de aula. Com isso, o estudante deixa para trás aquela postura passiva de ouvinte e assume o papel de protagonista do seu aprendizado.(Silveira Junior, C. R. 2020. pgn 04).

O método tem a propriedade de ser motivador e promove, desta forma, um maior envolvimento da turma. Segundo uma pesquisa da Universidade British Columbia (USA) onde foi aplicado sala de aula invertida em uma turma de Física, a participação cresceu 40% e a frequência aumentou em (20%).

A professora Amanda Mussauer, da Rede de Ensino Elite, unidade Realengo-RJ, aplicou o método para uma turma de sétimo ano para falar de máquinas térmicas. A docente incumbiu os alunos a realizarem uma pesquisa sobre o período histórico e o surgimento das máquinas térmicas. Para a atividade, a professora dividiu a turma em quatro grupos, com os temas: trabalhadores, empresários, imprensa e sociedade ou governo. Os alunos do grupo trabalhadores voltaram com o discurso de que as máquinas provocariam a diminuição do número de empregos. Já os alunos do grupo empresários, defendiam a ideia de que a inovação aumentaria a produção e melhoraria a economia. Conforme comentou a professora:

(...) foi uma aula maravilhosa, os alunos adoraram e eu pude ver que eles realmente se dedicaram, comentaram sobre vídeos e textos que tinham visto na internet. Muitos me entregaram uma pesquisa impressa, mesmo sem eu pedir. Posso dizer que o que os alunos mais gostaram foi a autonomia de poderem andar, trocar e encenar em sala, além de usar a internet para pesquisar da forma que era mais conveniente para eles. (MUSSAUER, 2020)

2.2 Aprendizagem significativa

David Paul Ausubel foi um psicólogo, educador e pesquisador americano que trabalhou em áreas como a psicologia étnica e o campo da aprendizagem. Ele nasceu no Brooklyn, Nova York, em 1918, e passou a vida inteira nos Estados Unidos trabalhando em diferentes universidades e centros terapêuticos. De seus trabalhos, tem destaque na pedagogia a Teoria da aprendizagem significativa (TAS), a qual estabelece que aprendemos aquilo que tem significado para nós, ou seja, o que tem correspondência com o que já conhecemos.

Segundo a teoria TAS, a aprendizagem de um material sem relação com o ideário de quem aprende é mecânica, sem significado relevante em sua vida e acontece pela simples memorização, sendo, portanto sem estabilidade cognitiva e passiva de cair no esquecimento.

Por outro lado, a aprendizagem significativa que ocorre quando o conhecimento a ser aprendido estabelece relação não arbitrária e substantiva (não literal) com elementos relevantes da estrutura cognitiva do aluno, carrega consigo significados do mundo do aprendiz. Sendo, portanto, incorporada à estrutura cognitiva do educando, oferecendo desta forma maior estabilidade cognitiva (MOREIRA,1999).

Segundo Ausubel, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que o novo material seja potencialmente significativo e que o educando tenha predisposição de relacioná-lo com elementos relevantes de sua estrutura cognitiva, chamados pelo pesquisador de subsunçores. Um material de aprendizagem é considerado potencialmente significativo quando existe na estrutura cognitiva do aprendiz algum conhecimento relevante no contexto da instrução, relacionável consigo e, deste modo, dando-lhe significado.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2010, p.02). No entanto, nem sempre existirão esses subsunçores, neste caso a teoria indica o uso de organizadores prévios que são conteúdos introduzidos na ação educativa antes do material de aprendizagem de forma a servirem como âncoras de aprendizagem (subsunçores). O leitor deve estar se perguntando se este procedimento de introdução dos organizadores prévios não seria algo mecânico. Sim, mas segundo Ausubel, a aprendizagem significativa não exclui a mecânica. De fato, simplesmente há uma transformação natural quando novos conhecimentos são introduzidos ancorados em conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno. “Cabe, no entanto, destacar que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo” (MOREIRA,2010, p.12).

2.2.1 A Contribuição de Novak

Ausubel publicou seus primeiros estudos sobre a teoria da aprendizagem significativa em 1963 (*The Psychology off Meaningful Verbal Learning*), e a desenvolveu durante as décadas de 1960 e 1970. Mais tarde, no final da década de 1970, Ausubel recebeu a contribuição de Joseph Novak, que progressivamente incumbiu-se de refinar e divulgar a teoria. Com a contribuição de Novak, a teoria da aprendizagem significativa modificou o foco do ensino do modelo estímulo → resposta → reforço positivo para o modelo aprendizagem significativa →

mudança conceptual → construtivismo. (TEIXEIRA,1985). Nascido em 1932, Joseph Donald Novak, formou-se em Ciências e Matemática em 1952 na Universidade de Minnesota, concluiu seu Mestrado em Ciências da Educação em 1954, e concluiu sua graduação em Biologia e Ciências da Educação na mesma Universidade em 1958. Novak é coautor da segunda edição da obra de David Ausubel sobre aprendizagem significativa e durante muito tempo trabalhou no refinamento, testagem e divulgação da teoria da aprendizagem significativa. A contribuição de Novak para a TAS consiste em dar um caráter mais humanista, uma vez que o trabalho de Ausubel esteve em um plano mais cognitivista.

Para Novak, a educação é um conjunto de experiências (cognitivas, afetivas e psicomotoras) que contribuem para o engrandecimento do indivíduo. A premissa básica da teoria de Novak é que as pessoas pensam, sentem e agem. Assim, uma teoria educacional deve ajudar a explicar como se pode melhorar a forma como as pessoas fazem isso. Um evento educativo é uma ação para trocar significados e sentimentos entre aprendiz e professor, para Novak a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão, por sua vez o caráter afetivo é negativo e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz sente que não está aprendendo. O fator afetivo e aprendizagem significativa fecham um ciclo, pois, a predisposição em aprender é fator imprescindível para a efetivação da aprendizagem significativa e esta, por sua vez, gera um sentimento afetivo em relação à instrução.

Foi Novak quem propôs o uso de mapas conceituais no processo ensino-aprendizagem. Mapas conceituais são diagramas idealizados por Novak com a função de simplificar o material de ensino em conteúdo significativo para o aluno. Os mapas conceituais expressam relações entre conceitos mais abrangentes e outros menos inclusivos, e são utilizados para auxiliar a ordenação e a sequenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno.

A teoria de Novak estabelece os seguintes princípios norteadores: todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva ou negativamente. A aprendizagem significativa requer disposição para aprender, materiais potencialmente significativos e algum conhecimento relevante. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, facilitam a aprendizagem. O conhecimento humano é construído, portanto a aprendizagem significativa subjaz essa construção. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a

aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Significados são contextuais. Aprendizagem significativa não implica aquisição de significados “corretos”.

Abaixo temos um exemplo de mapa conceitual. Perceba a relação existente entre os seus componentes.

Figura 01: Mapa conceitual da aprendizagem significativa



Fonte: MCECI. Mapa conceitual aprendizagem colaborativa. (2012.)

3 TÓPICOS DE FÍSICA

Neste capítulo veremos alguns conceitos de óptica geométrica relativos à reflexão da luz e formação de imagens nos espelhos planos ou esféricos.

3.1 Reflexão da Luz

No nosso dia-a-dia temos aplicações da reflexão da luz em quase tudo que a humanidade produz, pois, para produzir (salvo em alguns casos especiais) os humanos precisam ver as coisas e o fenômeno da visão é baseado na reflexão da luz. Ou seja, para vermos um corpo que não tem luz própria é necessário que ele reflita de forma difusa a luz de um corpo luminoso. Além disso, temos vários instrumentos cujo funcionamento é baseado na reflexão da luz, é o caso dos espelhos, da fibra óptica, dos retroprojetores, enfim, as aplicações são as mais variadas possíveis. Na figura 01 abaixo temos a imagem virtual do morro formada por reflexão regular da luz na superfície de um lago.

Figura 02 - Superfície da água refletindo a paisagem



Fonte: maestrovirtuale.com/reflexão-da-luz-elementos

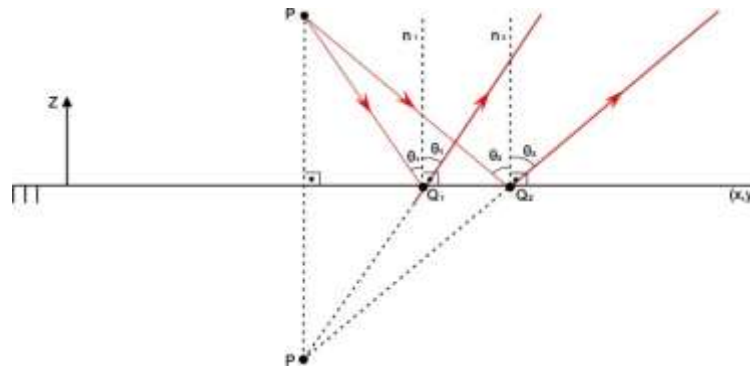
3.1.1 Espelhos Planos

Espelho plano é qualquer superfície plana, lisa e polida com alto poder de reflexão da luz, na figura acima temos o que podemos chamar de espelho d'água, logo, sempre que for possível ver a imagem de um corpo refletida em alguma superfície temos um espelho.

3.1.1.1 Formação de Imagens em Espelhos Planos

Considere a figura 02 ilustrando a reflexão da luz que tem origem no ponto P sendo refletida após tocar o espelho contido no plano coordenado xoy.

Figura 03 - Formação de imagem em espelho plano



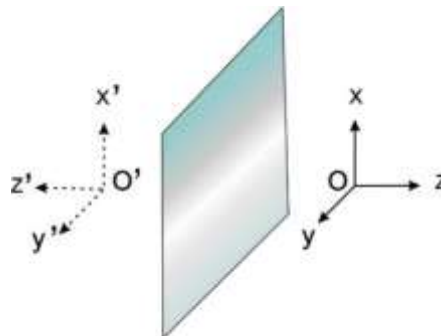
Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. (1998). **Curso de física básica.** 1998.

Na figura 02 podemos ver o par de raios luminosos incidentes $\overline{PQ_1}$ e $\overline{PQ_2}$ que são refletidos nas direções $\overline{P'Q_1}$ e $\overline{P'Q_2}$ respectivamente. O ponto $P'(x, y, -z)$ intersecção dos prolongamentos dos raios refletidos é a imagem virtual de $P(x, y, z)$ conjugada pelo espelho contido no plano xoy.

As retas n_1 e n_2 perpendiculares à superfície do espelho são chamadas de retas normais. De acordo com a lei da reflexão o ângulo entre o raio incidente e a normal (ângulo de incidência) é congruente ao ângulo entre a normal e o raio refletido (ângulo de reflexão), este fato fica evidenciado pelos ângulos θ_1 e θ_2 na figura 02.

A reflexão é uma transformação que preserva as distâncias, como podemos ver na figura 03 o triedro imagem $x'y'z'$ tem o mesmo tamanho do triedro objeto xyz . No entanto, a imagem é reversa em relação ao objeto.

Figura 04 - Imagem enantiomorfa do triedro



Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica.** (1998).

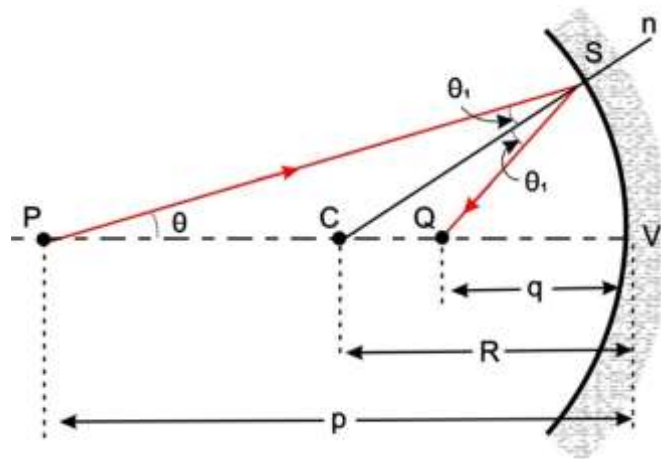
3.1.2 Espelhos Esféricos

Espelho esférico é qualquer calota esférica, lisa e polida com alto poder refletor, quando a reflexão se dá na parte interna temos espelho côncavo, se a luz for refletida na parte externa, tem-se um espelho convexo.

3.1.2.1 Formação de Imagens em Espelhos Esféricos

Na figura 04 a seguir, podemos ver o ponto Q imagem de P conjugada por um espelho esférico côncavo (perceba que a luz que emana de P é refletida na parte interna da calota).

Figura 05 - Reflexão em espelho côncavo



Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. (1998).

Na figura 04 temos:

A reta que contém os pontos C e V é o eixo principal, C é o centro de curvatura, V é vértice do espelho e o segmento \overline{CV} é o raio de curvatura de medida R do espelho.

Considerando o triângulo ΔPSC temos:

$$\frac{p - R}{\text{sen}\theta_1} = \frac{R}{\text{sen}\theta} \quad (3.1)$$

No triângulo ΔCSQ temos:

$$\frac{R - q}{\text{sen}\theta_1} = \frac{R}{\text{sen}(\theta + 2\theta_1)} \quad (3.2)$$

Onde:

A distância objeto é p , q é a distância imagem e θ_1 a medida dos ângulos de incidência e de reflexão.

Se isolarmos θ_1 em 3.1 e substituirmos em 3.2, teremos q dependendo de θ uma vez que p e R são fixo, isto nos garante mais que uma imagem conjugada para P pelo espelho, ou seja, teremos uma aberração esférica.

Para termos uma formação nítida de imagens, devemos considerar uma área do espelho de incidência de raios luminosos relativamente pequena, neste caso os raios incidentes são paraxiais em relação ao eixo principal do espelho, o que nos confere valores restritos de θ suficientemente pequenos tal que:

$$\text{sen}\theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \dots \cong \theta$$

$$\text{cos}\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \dots \cong 1$$

$$\text{tg}\theta = \theta + \frac{\theta^3}{3} + \dots \cong \theta$$

Este fato acarreta um θ_1 também pequeno tal que na equação (3.1) temos :

$$\frac{p-R}{R} \cong \frac{\theta_1}{\theta} \quad (3.3)$$

Na equação (3.2) temos:

$$\frac{R-q}{R} \cong \frac{\theta_1}{\theta + 2\theta_1}$$

$$\frac{R-q}{R} \cong \frac{\frac{\theta_1}{\theta}}{1 + 2\frac{\theta_1}{\theta}} \quad (3.4)$$

Substituindo (3.3) em (3.4) vem:

$$\frac{R-q}{R} = \frac{\frac{p-R}{R}}{1 + 2\left(\frac{p-R}{R}\right)}$$

$$1 - \frac{q}{R} = \frac{\frac{p}{R} - 1}{1 + 2\frac{p}{R} - 2}$$

$$\frac{q}{R} = 1 - \frac{\frac{p}{R} - 1}{2\frac{p}{R} - 1}$$

$$\frac{q}{R} = \frac{2\frac{p}{R} - 1 - \frac{p}{R} + 1}{\frac{2p - R}{R}}$$

$$\frac{q}{R} = \frac{p}{R} \times \frac{R}{2p - R}$$

$$\frac{q}{R} = \frac{p}{2p - R}$$

$$\frac{R}{q} = \frac{2p - R}{p}$$

$$\frac{R}{q} = 2 - \frac{R}{p}$$

$$\frac{R}{p} + \frac{R}{q} = 2$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R} \tag{3.5}$$

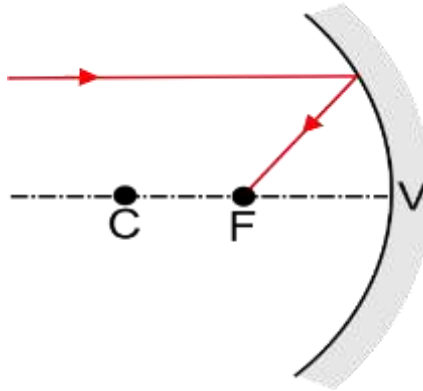
O que mostra que na aproximação paraxial q não depende de θ , ou seja, todos os raios paraxiais refletem em um mesmo ponto Q imagem de P . pela (3.5) é fácil perceber que se Q é imagem de P , P também será a imagem de Q conjugada pelo espelho, confirmando assim o princípio da reversibilidade dos raios luminosos.

Se fizermos $p \rightarrow \infty$ teremos $q \rightarrow f = \frac{R}{2}$ logo a equação (3.5) fica:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \tag{3.6}$$

A equação 3.6 é conhecida como equação dos pontos conjugados de Gauss, f chama-se distância focal e indica a distância do vértice ao ponto médio do raio de curvatura denominado de foco F do espelho. Veja a figura abaixo:

Figura 06 - Raio incidente paralelo ao eixo óptico



Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. (1998).

Um objeto no infinito produzirá imagem no foco, e um objeto no foco tem imagem no infinito.

Para imagens em movimento a equação de Gauss assume a forma diferencial deduzida abaixo:

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

$$d\left(\frac{1}{f}\right) = d\left(\frac{1}{p}\right) + d\left(\frac{1}{q}\right)$$

$$-f^{-2}df = -p^{-2}dp - q^{-2}dq$$

Multiplicando ambos os membros por $-\frac{1}{dt}$ temos:

$$\frac{df}{f^2 dt} = \frac{dp}{p^2 dt} + \frac{dq}{q^2 dt} \quad (3.7)$$

Onde:

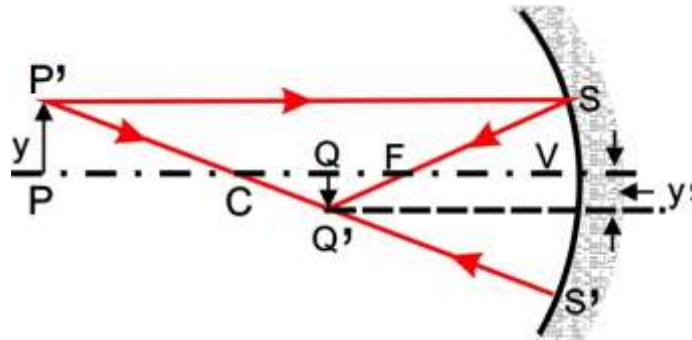
$\frac{dp}{dt}$ é a velocidade do objeto em relação ao vértice e $\frac{dq}{dt}$ é a velocidade da imagem em relação ao vértice.

Na aproximação paraxial $PS \cong PV$ o que acarreta que p é o raio de curvatura da frente de onda divergente que emerge de P ao tocar a superfície do espelho. $1/p$ chama-se curvatura

da frente de onda ou sua divergência. O espelho transforma essa onda divergente em uma que converge para Q e $1/q$ é sua convergência, $1/f$ chama-se poder de convergência do espelho.

Vamos agora determinar o tamanho da imagem dependendo da distância e do tamanho do objeto, veja a figura abaixo:

Figura 07 - Objeto antes do centro produz imagem real, reduzida e invertida



Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. (1998).

O raio $\overline{P'S}$ paralelo ao eixo óptico quando reflete toma a direção \overline{FS} passando no foco, de outro modo um raio que incide passando pelo foco reflete paralelo ao eixo de simetria do espelho. O raio $\overline{P'S'}$ que passa no centro tem a direção da normal, logo reflete sobre si mesmo, se o ponto de incidência na superfície do espelho for o vértice, os ângulos de incidência e de reflexão serão simétricos em relação ao eixo principal. A imagem $\overline{Q'Q'}$ é formada considerando a intersecção dos raios refletidos.

Considere os triângulos semelhantes $\Delta P'PC$ e $\Delta Q'QC$, temos:

$$\frac{PP'}{QQ'} = \frac{PC}{CQ}$$

Como a imagem é invertida a ordenada y' que dá o seu tamanho é negativa ou seja, $y' = -QQ'$. Daí temos:

$$\frac{y}{-y'} = \frac{p-R}{R-q}$$

Logo,

$$-\frac{y'}{y} = \frac{q}{p} \left(\frac{\frac{R}{q} - 1}{1 - \frac{R}{p}} \right)$$

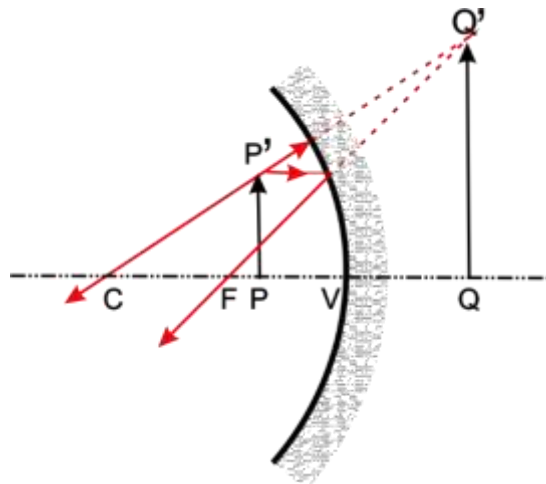
Ou seja,

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p} \quad (3.8)$$

A equação 3.8 é a equação do aumento linear. Como espelhos planos conjugam imagens de mesmo tamanho que o objeto e direitas segue que, para estes instrumentos ópticos $m = 1$ e portanto $q = -p$ o que confere imagem virtual, um espelho plano pode ser pensado como um espelho esférico quando o raio tende para o infinito.

Como podemos ver na fig. 3.3 um objeto além do centro conjuga uma imagem invertida e reduzida entre C e F, assim um objeto entre C e F produz imagem invertida ampliada antes do centro C. Por sua vez, um objeto entre F e V tem imagem virtual, ampliada e direita como vemos na figura abaixo.

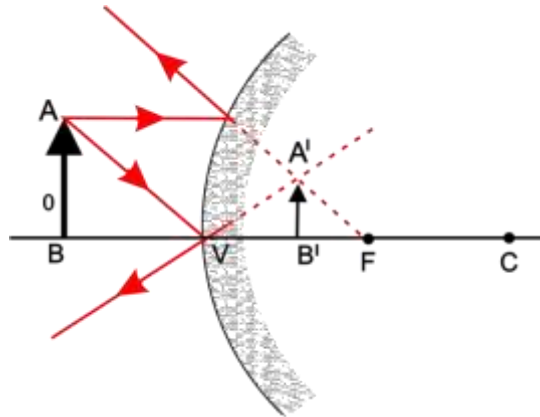
Figura 08 - Objeto entre foco e vértice dá imagem virtual, direita e ampliada



Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*. (1998).

O procedimento para a formação de imagens por espelhos convexos é análogo, abaixo temos uma ilustração desse fato.

Figura 09 - Espelho convexo produz imagem virtual, direita e reduzida



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/imagem-formada-um-espelho-esferico-convexo.htm>

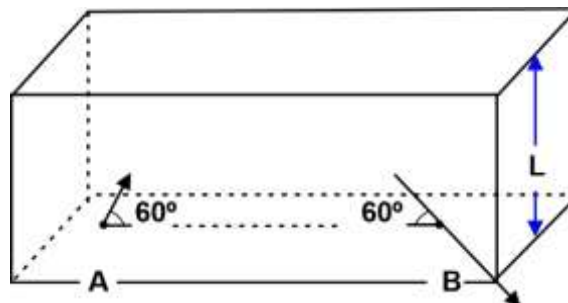
3.1.2.2 Sistema Gaussiano

Compreende as equações 3.6 e 3.7 juntamente com as convenções abaixo:

- $p > 0$ para objetos reais e $p < 0$ para objetos virtuais
- $q > 0$ para imagem real e $q < 0$ para imagem virtual
- $y' > 0$ para imagens direitas e $y' < 0$ para imagens invertidas
- $f > 0$ para espelhos côncavos e $f < 0$ para espelhos convexos.

3.1.2.3 Exercícios Exemplos

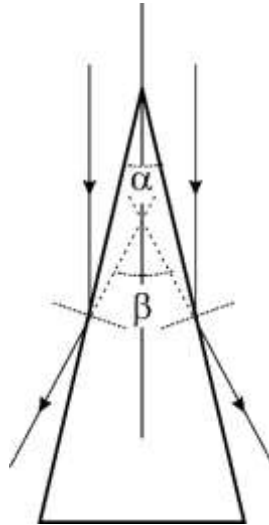
1. (FUVEST) Adote: velocidade da luz = 3×10^8 m / s Um feixe de luz entra no interior de uma caixa retangular de altura L , espelhada internamente, através de uma abertura A . O feixe, após sofrer 5 reflexões, sai da caixa por um orifício B depois de decorrido 10^{-8} s. Os ângulos formados pela direção do feixe e o segmento \overline{AB} estão indicados na figura adiante.



- Calcule o comprimento do segmento \overline{AB} .
- O que acontece com o número de reflexões e o tempo entre a entrada e a saída do feixe, se diminuirmos a altura da caixa L pela metade?

Extraído de: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/429/fisica_espelhos_planos_exercicios.pdf

2. (UFPE) Raios de luz paralelos incidem sobre um prisma de vidro, conforme indicado na figura. Sendo $\alpha = 27^\circ$, qual será o ângulo β entre os prolongamentos dos raios refletidos?



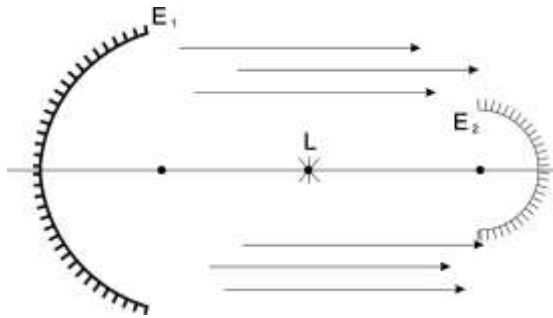
- a) 54° . b) 47° . c) 33° . d) 27° . e) 14° .

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/429/fisica_espelhos_planos_exercicios.pdf

3. Um homem em M.R.U com velocidade de módulo v_x na direção de um espelho que se afasta dele com velocidade constante de módulo v_y . As duas velocidades são medidas em relação ao solo. A velocidade da imagem do homem no espelho em relação ao próprio espelho é dada por:

- a) Zero.
 b) $v_y - v_x$.
 c) $v_y + v_x$.
 d) $2v_y - v_x$.
 e) $2v_y + v_x$.

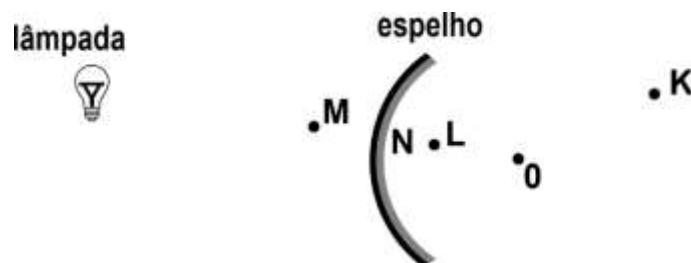
4. (FUVEST) Um holofote é constituído por dois espelhos esféricos côncavos E_1 e E_2 , de modo que a quase totalidade da luz proveniente da lâmpada L seja projetada pelo espelho maior E_1 , formando um feixe de raios quase paralelos. Neste arranjo os espelhos devem ser posicionados de forma que a lâmpada esteja aproximadamente:



- a) Nos focos dos espelhos E_1 e E_2 .
- b) No centro de curvatura de E_2 , e no vértice de E_1 .
- c) O foco de E_2 , e no centro de curvatura de E_1 .
- d) Nos centros de curvatura de E_1 e E_2 .
- e) No foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .

Fonte: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/428/fisica_espelhos_esfericos_exercicios.pdf

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: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/428/fisica_espelhos_esfericos_exercicios.pdf

6. Num galvanômetro sensível, a deflexão do fio de torção produzida pelo campo magnético da corrente é medida pela deflexão de um feixe de luz refletido por um pequeno espelho plano preso ao fio. Se o espelho gira de um ângulo θ , de quanto gira um feixe de luz refletido?

Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica. (1998).

7. Quantas imagens de uma fonte puntiforme situada entre dois espelhos que formam um ângulo de $\theta = 90^\circ$ são produzidas? e se $\theta = 120^\circ$? generalize para $\theta = \frac{2\pi}{n}$, com n inteiro.

Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica.** (1998).

8. Uma pessoa tem 1,75m de altura, e a distância de seus olhos ao solo é de 1,60m. Para que ela possa ver sua imagem completa em um espelho plano de porta de armário:

- Qual deve ser a altura mínima do espelho?
- A que distância do chão deve estar a borda inferior do espelho?

Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica.** (1998).

9. O diâmetro da lua é de aproximadamente $3,48 \times 10^3$ km e a distância terra-lua é $\cong 3,82 \times 10^5$ km. Se empregarmos um telescópio refletor esférico de 5m de diâmetro para observar a lua, qual será o diâmetro da imagem da lua vista pelo telescópio?

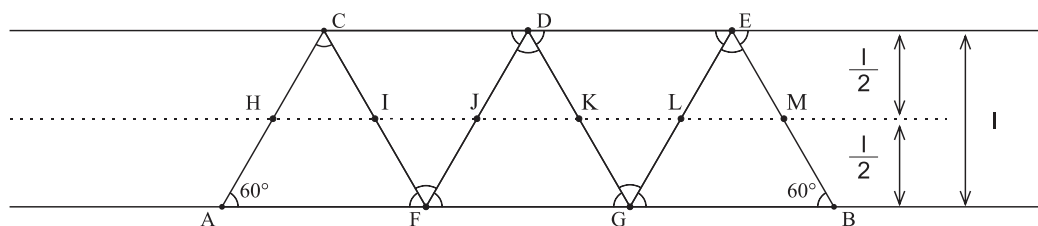
Fonte: NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica.** (1998).

3.1.2.4 - Resolução dos exercícios

Questão 01

a) Pode-se facilmente com recursos de geometria euclidiana concluir que os triângulos da figura abaixo são equiláteros.

b)

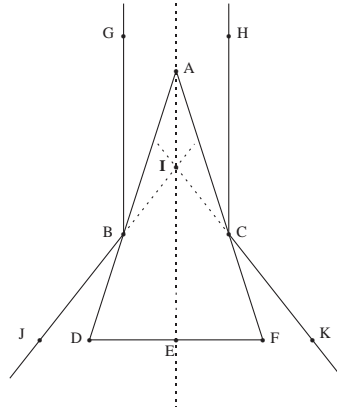


logo,

$$AB = 3 \times \frac{vt}{6} = 3 \times \frac{3 \times 10^8 \times 10^{-8}}{6} = 1,5 \text{ m.}$$

c) Serão 9 reflexões e o tempo não se altera.

Questão 02:



$\hat{\text{Ângulo}} \text{ J}\hat{\text{B}}\text{D} \equiv \text{A}\hat{\text{B}}\text{G}$ (lei da reflexão)

$\text{B}\hat{\text{A}}\text{I} \equiv \text{A}\hat{\text{B}}\text{G}$ (Alternos internos)

$\text{J}\hat{\text{B}}\text{D} \equiv \text{A}\hat{\text{B}}\text{I}$ (opv)

Assim,

$$\text{med}(\hat{\text{A}}\text{B}\text{I}) = \text{med}(\hat{\text{A}}\text{B}\text{G}) = \text{med}(\text{B}\hat{\text{A}}\text{I}) = \frac{\alpha}{2},$$

logo,

$$\text{med}(\hat{\text{G}}\text{B}\text{I}) = \alpha$$

mas,

$$\text{med}(\hat{\text{G}}\text{B}\text{I}) = \text{med}(\hat{\text{B}}\text{I}\text{E}) = \frac{\beta}{2} \text{ (alternos internos)}$$

portanto,

$$\frac{\beta}{2} = \alpha$$

daí temos:

$$\beta = 2\alpha = 2 \times 27 = 54^\circ.$$

Portanto, a alternativa correta está no item a.

Questão 03:

Como v_y é maior que v_x a velocidade do homem em relação ao espelho é negativa de módulo $v_y - v_x$ (velocidade relativa em sentidos contrários) e portanto vale $v_x - v_y$, logo sua imagem tem velocidade em relação ao espelho dada por $v_y - v_x$,

Logo, a alternativa correta está no item b

Questão 04:

No foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 , pois os raios que incidem em E_2 refletem sobre si mesmo e os raios que incidem em E_1 refletem paralelos.

Portanto a alternativa correta está no item e.

Questão 05:

L (Em espelhos convexos a imagem fica mais próxima do espelho do que o objeto). Daí a alternativa correta é o item b.

Questão 06:

2θ (Quando o espelho sofre uma rotação o raio refletido gira o dobro).

7) $N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$ (quantidade de imagens).

Ângulo entre os espelhos (α)	Número de imagens (N)
90°	3
120°	2
$\frac{2\pi}{n}$	$n - 1$

8)
$$\frac{2d}{d} = \frac{1,75}{1}$$

logo, $l = 0,875m$.

$$\frac{2d}{d} = \frac{1,6}{h}$$

logo, $h = 0,8m$.

9)
$$\frac{y'}{y} = \frac{-f}{p}$$

logo,
$$\frac{y'}{3,48 \times 10^6} = \frac{-1,25}{3,82 \times 10^8}$$

$$y' = \frac{3,48 \times 1,25}{382} = 1,14cm$$

4 METODOLOGIA

Como já foi mencionado, este trabalho foi pensado para aplicação da metodologia da sala de aula invertida no processo ensino-aprendizagem, metodologia por meio da qual se executam atividades presenciais e atividades fora da sala de aula. No entanto, em função do protocolo sanitário imposto durante a pandemia covid-19, houve necessidade de redimensionar a metodologia das aulas presenciais para videoconferência. Sendo assim, optamos por usar o aplicativo *Google meet*.

Na primeira aula foi feita uma palestra com *Google meet* sobre a metodologia sala de aula invertida, oportunidade em que foi exposta a dinâmica das atividades a serem desenvolvidas. Ainda neste primeiro contato, foram disponibilizados no grupo da turma previamente criado no *WhatsApp*, um questionário de conhecimentos prévios e o link de um questionário de sondagem do perfil social dos alunos. elaborado na plataforma *google* formulários.

Na segunda aula foi feita uma revisão de geometria plana através de postagem no *WhatsApp* de videoaulas elaboradas pelo professor. Ainda nesta aula foram passadas para a turma as videoaulas e listas de exercícios sobre espelhos planos, como suporte preparatório para a próxima aula e de acordo com o que preconiza a metodologia sala de aula invertida.

Já na aula três foi visto resolução de exercícios com espelhos planos através de vídeo aulas e videoconferência.

Na aula quatro foi realizada uma avaliação sobre espelhos planos com prova postada no *WhatsApp* e disponibilizado o material preparatório da próxima atividade com videoaulas e listas de exercícios sobre espelhos esféricos. É importante salientar que parte das listas de exercícios citadas acima foram elaboradas na plataforma *Google* formulários.

Na aula cinco foram postadas videoaulas com as resoluções dos exercícios propostos na aula quatro.

Na aula seis propusemos uma prova objetiva elaborada com os formulários *Google*. E na aula sete realizou-se uma revisão sobre espelhos planos e esféricos através de videoaulas e videoconferência.

Na aula oito, realizou-se uma prova sobre espelhos planos e espelhos esféricos em formulários *google*. E, por fim, na aula nove foi proporcionado aos alunos oportunidade de realizarem uma avaliação sobre a metodologia da sala de aula invertida executada.

CRONOGRAMA

Em função da pandemia covid-19, o cronograma foi elaborado de forma flexível, podendo sofrer alterações sempre que necessárias.

TABELA 01 – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

DATA	ATIVIDADES	TEMPO
16/02/2021	Aula 1 - Aula inaugural com palestra sobre a metodologia a ser desenvolvida.	135 minutos
23/02/2021	Aula 2 - Revisão de geometria plana.	135 minutos
02/03/2021	Aula 3 - Resolução de exercícios, reforço e aprofundamento sobre formação de imagens em espelhos planos.	135 minutos
09/03/2021	Aula 4 - Atividade de avaliação com espelhos planos.	135 minutos
16/03/2021	Aula 5 - Resolução de exercícios, reforço e aprofundamento sobre formação de imagens em espelhos esféricos.	135 minutos
23/03/2021	Aula 6 - Atividade de avaliação com espelhos esféricos	135 minutos
30/03/2021	Aula 7 - Revisão sobre espelhos planos e esféricos.	135 minutos
13/04/2021	Aula 8 - Prova sobre espelhos planos e espelhos esféricos.	135 minutos
20/04/2021	Aula 9 - Atividade de avaliação da metodologia sala de aula invertida com produção de relatórios por parte dos alunos.	135 minutos

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em função do protocolo de distanciamento social na pandemia de Covid-19, o nosso trabalho sofreu adaptações, uma vez que as aulas presenciais foram interrompidas, optamos por substituí-las por videoconferências, realizadas através do aplicativo *Google meet*.

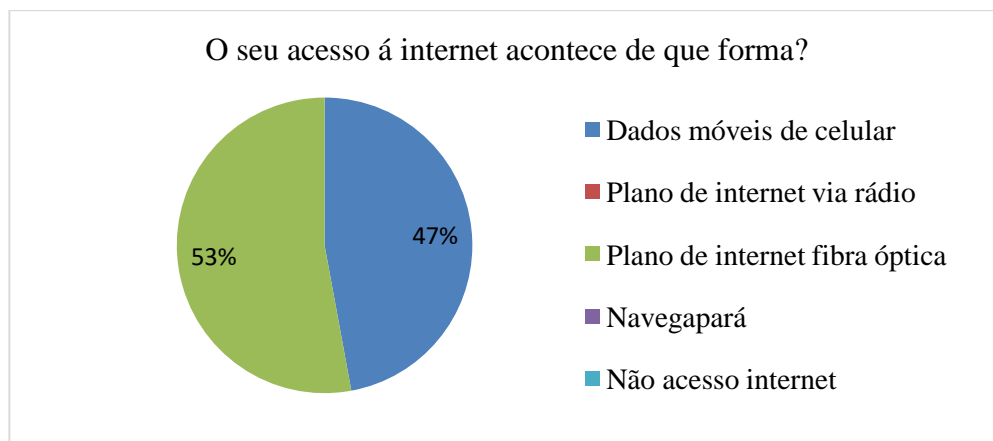
Para viabilizar a execução das atividades assíncronas, foram disponibilizadas no grupo da turma no *WhatsApp*, videoaulas, listas de exercícios ou avaliações elaboradas em formulários *Google*, além disso, foram propostas atividades de leitura e exercícios do livro didático.

Como prevê a metodologia sala de aula invertida, o material didático acima citado foi disponibilizado com antecedência mínima de 24 horas em relação ao momento síncrono.

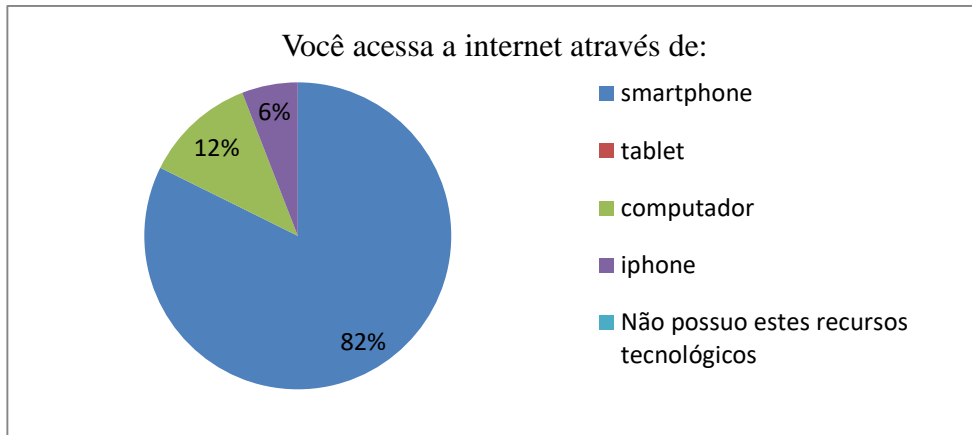
Nas atividades síncronas realizamos videoconferências para discutir sobre o que foi feito pelos alunos no momento assíncrono e fazer a resolução dos exercícios propostos. É importante salientar que as videoaulas, formulários *google* e gravações de videoconferências mencionados nesta dissertação encontram-se disponíveis na plataforma *Google* sala de aula no link <https://classroom.google.com/c/NTQyNzcyMDc2ODIa?cjc=sjjunrg>.

Abaixo pode ser visto alguns demonstrativos feitos em formulários *Google*.

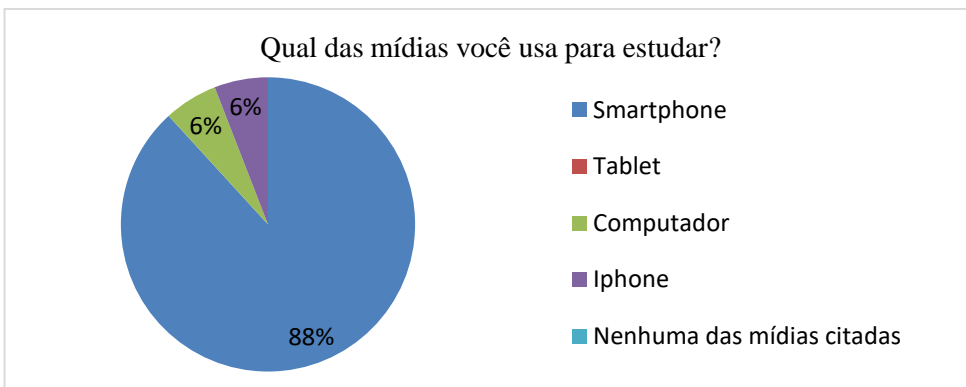
Questionário objetivo do perfil social disponível em: <https://forms.gle/5EPTg4BB1qsYwfy99>.



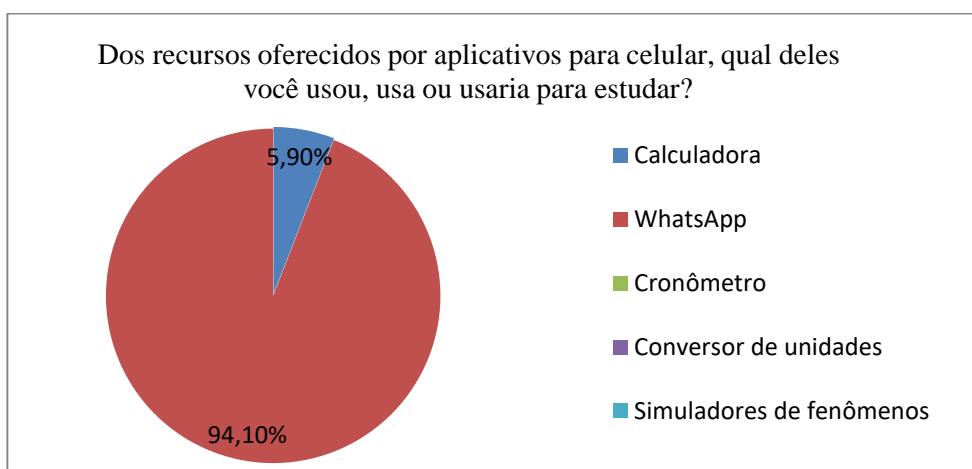
O gráfico acima ilustra uma situação apresentada durante o desenvolvimento deste trabalho, no qual boa parte dos alunos envolvidos relataram durante no decorrer do curso estarem com dificuldades de acompanhar as aulas, uma vez que acessavam internet via dados móveis e nem sempre tinham em seus dispositivos franquia de internet para fazer tal acesso.



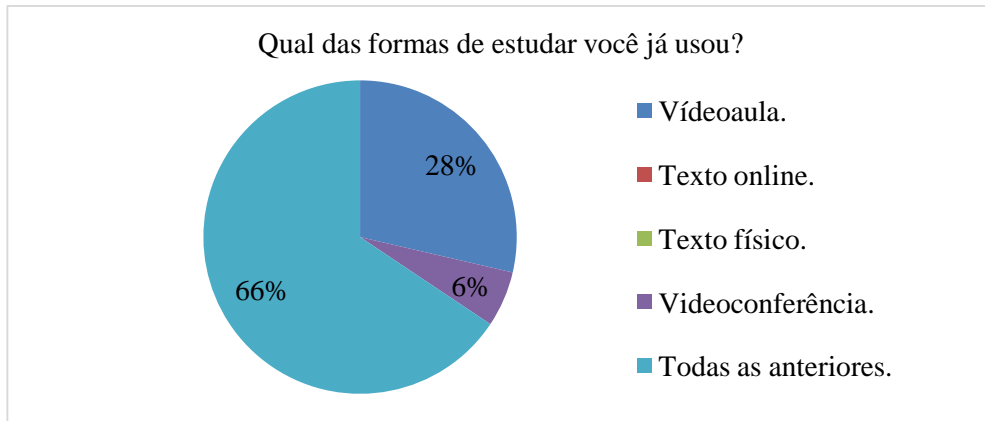
Este dado reforça a vantagem de se trabalhar a metodologia sala de aula invertida, uma vez que a pesquisa indicou que 80% das pessoas acessam internet via smartphone, um dispositivo que está quase sempre ao alcance de seu usuário possibilitando assim que o mesmo faça seu horário de estudo de maneira mais maleável.



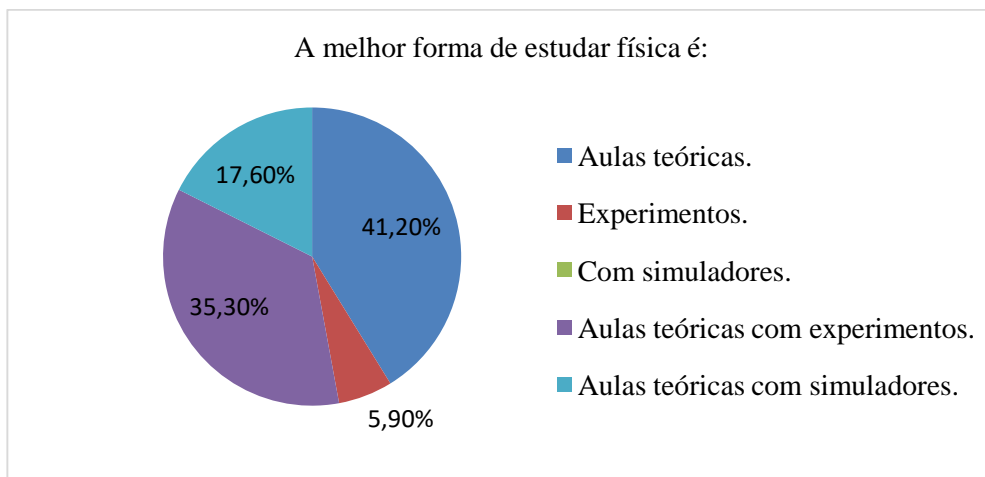
O dado deste gráfico corrobora com o que foi exposto no parágrafo anterior, o que retrata 88% dos alunos estudam com o smartphone.



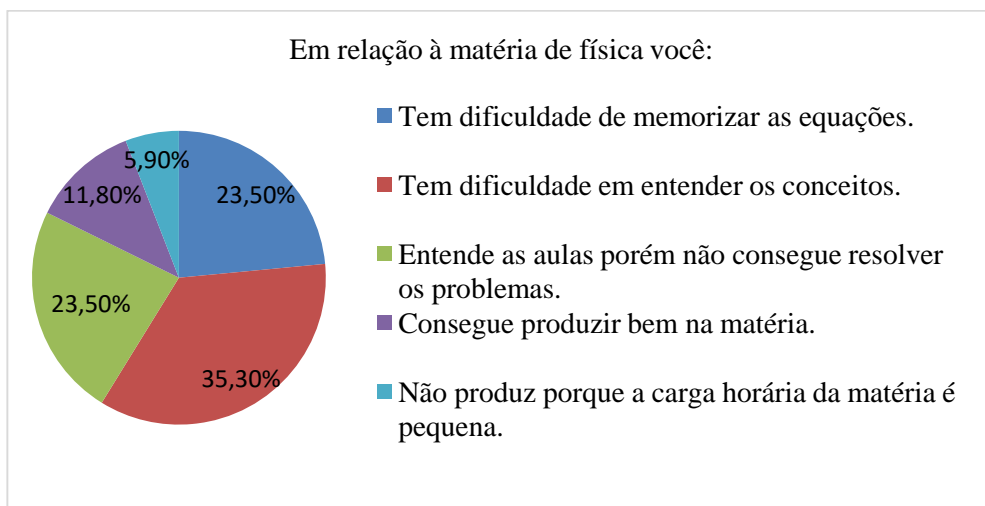
O dado aqui apresentado reforçou a opção de se trabalhar com a plataforma WhatsApp para viabilizar a relação entre professores e alunos neste momento de pandemia.



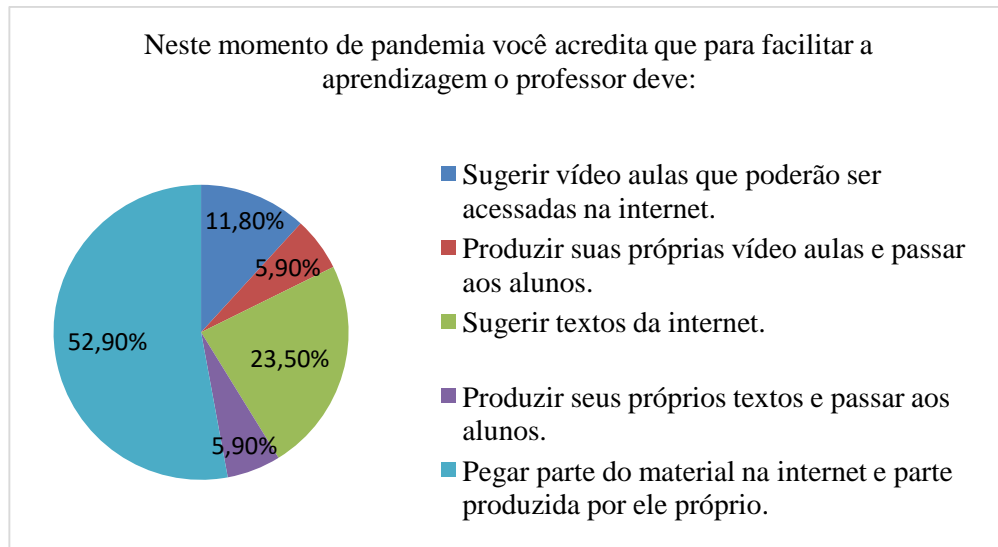
Este gráfico demonstra um alunado em contato com a tecnologia de informação e, portanto, justifica a aplicação de metodologias que fazem uso desses recursos midiáticos.



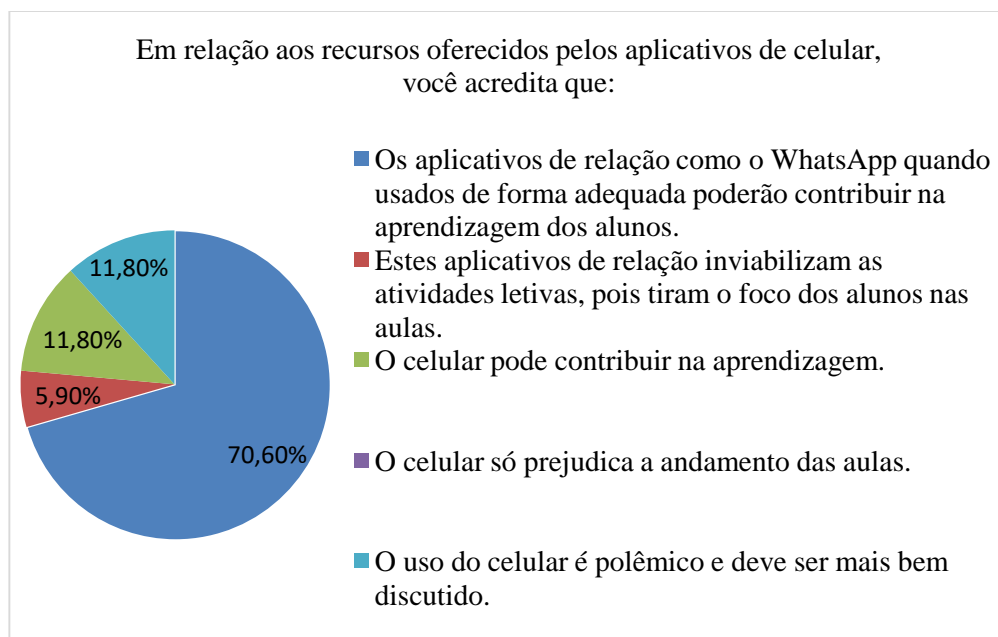
Este dado revela a necessidade de ser incentivado nas escolas o uso das metodologias ativas de ensino, como podemos ver 41% dos alunos preferem aulas teóricas contra 5,9% que preferem experimentos, e 0% responderam o uso de simuladores.



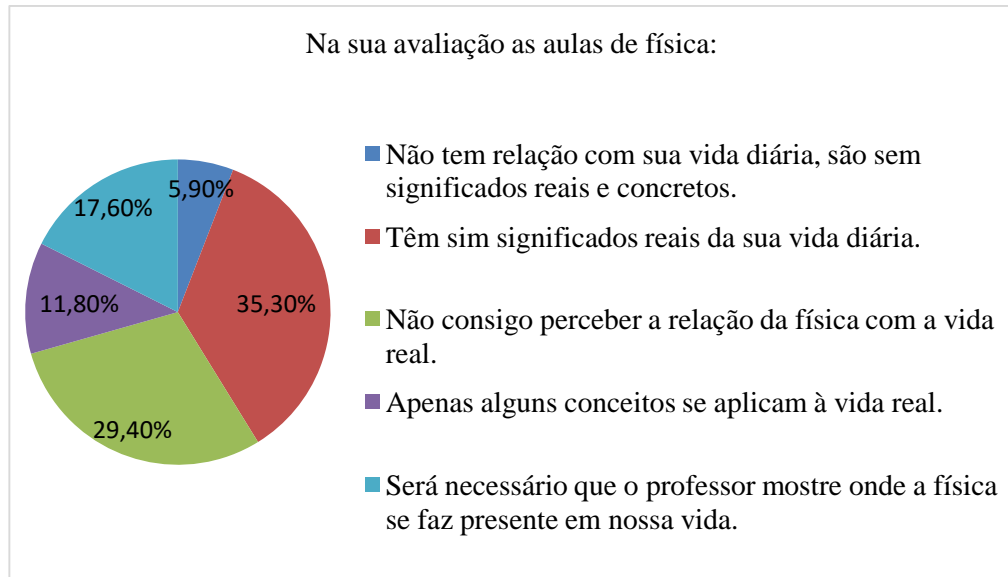
Este dado serviu para nortear a ação didática proposta na dissertação.



Como o gráfico traduz, a metodologia foi executada de acordo com o que foi proposto pela maioria, ou seja, parte do material digital e parte proposta pelo professor ministrante Jean de Jesus.



O gráfico mostra que realmente estamos vivendo uma sociedade conectada, o que reforça o uso das mídias nas metodologias letivas. Veja que 90% são a favor do uso do celular para atividades de cunho pedagógico, enquanto que nenhum entrevistado respondeu que o celular prejudica as aulas, ficando, portanto, em 0% neste item.



Este dado contribuiu para a ação didática que foi proposta, na medida em que mostra que os alunos têm em sua carga cognitiva significados relevantes na matéria de física.

O questionário que segue traz a avaliação feita pelos alunos quanto a metodologia em sala de aula invertida, aplicada neste trabalho.

QUESTIONÁRIO SUBJETIVO DE AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

Disponível em: <https://forms.gle/YLDh3nk2WRoycSp9A>.

I. 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? 15 respostas.

1. Bom.
2. Horrível, tinha vezes que o material era enviado de noite ou até mesmo em um final de semana, para mim, o material deve ser passado na aula apenas.
3. Dado às circunstâncias que passamos hoje em dia por causa do corona vírus, foi uma forma que encontraram de continuar e com as aulas mesmo que sejam online.
4. O procedimento e o propósito foram legais, o jeito que queria adiantar foi legal para os alunos estarem sabendo mais do assunto, só não foi legal está mandando vídeo de noite umas 10 Para 11 horas da noite muito ruim isso, mais fora a parte o método foi legal.
5. Acho que é sim algo bom porque podemos nos prepara com antecedência e não ficar tão perdidos assim no momento da aula
6. Isso é bom por que além de ganhar tempo já se aprende o conteúdo antes gerando mais conhecimento.
7. COMO UM BOM PROCEDIMENTO, ajuda a compreender o assunto com mais facilidade
8. Um procedimento excelente
9. Eu não muito pois muitos vídeos aula foram mal explicadas mais tirando isso é pensando nas que foram bem explicadas foi até bom.
10. É um método pelo qual o nome mesmo já diz, é um método invertido, a lição é feita em sala de aula, já a aula é dada em casa, assim podendo o aluno absorver o maior número de informações e depois dividir com seus colegas em sala de aula. Elas vieram para propor aulas menos expositivas, e mais produtiva e participativa.
11. Assim no mesmo tempo que a sala de aula invertida e bom ela também se torna ruim, porque muitos alunos têm vergonha de estar fazendo vídeo e tal. O lado bom e que eu particularmente aprendo melhor as coisas
12. Bom, na minha concepção é um procedimento maravilhosa, pois melhora ainda mais a aprendizagem de nós alunos
13. Sim, tudo muito bem organizado

14. Bom. Ele ajuda pela parte a divisão dos professores, não fica aquela bagunça toda, professor dando aula ao mesmo tempo no mesmo grupo.
15. Acho que seria ótimo até por que seria mais fácil de entender cada assunto passado para os alunos.

II. 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? (15 respostas)

1. É boa
1. 2.Não, porque já não basta encher a gente de atividades, ainda quer atrapalhar o nosso descanso? Não recomendo
2. 3.Sim, apesar de ser cansativo te online, nos ajuda muito a não acumular matéria e perder assuntos do ensino médio
3. Não precisa não! Do jeito que eles estão dando aula tá bom, tá dando tudo certo e o ensino tá sendo bom.
4. Sim, seria mais fácil começar a aula sem ter que explica o conceito nos adiantaríamos.
5. Sim, por que é bem mais prático e agrega ainda mais o aprendizado.
6. Sim, porque assim quando chegar no fim da aula quando começamos a tirar as dúvidas já vamos saber um pouco do assunto por ter assistido aos vídeos.
7. Não talvez muitos alunos não consigam entender
8. Não. Porque acho melhor o professor dar aula explicando tudo durante e depois passar a atividade. Obs.: não sei se é mesmo coisa da aula invertida
9. A metodologia deverá ser interligada aos objetivos, conteúdos e avaliação. Deverá também ser reflexo de análise da realidade de sala de aula, buscando assim cumprir o papel de mediador entre o pensar e agir.
10. Sim, para melhorar a as aulas e o aprendizado dos alunos
11. Sim, pois creio que assim seria melhor, pelo simples motivo de sair tudo bem explicado e com a visibilidade ótima
12. Não
13. Sim, pois ajuda muito a distinguir as matérias e as avaliações e não fica aquela bagunça toda.
14. Sim. Porque seria melhor para todos, e facilitaria mais a aprendizagem, até por que essas aulas que está tendo não consigo entender quase nada que passam.

III. Você foi capaz de identificar alguma falha na metodologia de sala invertida? Explique. (15 respostas)

1. Não
2. Não
3. Eu já respondi essa questão na primeira pergunta
4. Sim. Tem muitos professores que não se adaptaram direito a dar online e isso atrapalha o nosso aprendizado como aluno
5. Só o sistema de mandar vídeo ou link de noite ou ne um final de semana fora da data da aula.
6. Sim, o não aviso prévio, por exemplo, o dia e a hora que as atividades serão postadas.
7. Não teve falha, só um pouco da compreensão dos alunos.
8. Não. Até agora não.
9. Não, mas eu não gostei do tipo de ensino.
10. É um método no qual o nome mesmo já diz, é um método invertido, a lição é feita em sala de aula, já a aula é dada em casa, assim podendo o aluno absorver o maior número de informações e depois dividir com seus colegas em sala de aula. Elas vieram para propor aulas menos expositivas, e mais produtivas e participativas.
11. A qualidade dos vídeos estava péssima.
12. Sim, algumas vezes a qualidade do material, ou seja, ou vídeo e o áudio.
13. Não muito, só no ponto de alguns professores dar aula sem ser no seu horário e dar aula ao mesmo tempo.
14. Acho que não.
15. Não sei.

IV. O que você listaria como pontos positivos na metodologia? (15 respostas)

1. Nada
2. Vídeos
3. Um dos pontos principais que estamos em uma pandemia e as aulas online nos ajuda a manter os assuntos escolares em dia
4. O ensino antes da atividade! As videoaulas para sabermos do conteúdo! A resolução depois da atividade!
5. A antecipação do conceito é o maior aproveitamento da aula

6. Essa metodologia é bem mais simples gerando um impacto enorme no conhecimento do aluno, ainda mais num período como esse que vivemos.
7. Na metodologia de sala invertida, eu diria que ajuda bastante, diminuindo as chances de um aluno ficar sem entender o assunto.
8. Melhorar metodologia
9. Pontos negativos: o difícil acesso para estudantes que não têm internet em casa e/ou moram em localidades que não a sinal de qualidade. Muitos alunos não têm dispositivos para acessar as aulas, por muitas vezes usando dispositivos dos pais e/ou parentes.
10. Os vídeos e as videoconferências.
11. Bom, na minha concepção é só os vídeos e videoconferências, pois é bem melhor dos alunos aprender
12. Formas mais divertida de trabalhar
13. Evita gastar tempo com o deslocamento. -É mais confortável (já que você pode assistir a aula no seu próprio quarto). ... -Permite a consulta na internet para alguns tipos de dúvidas.
14. Você pode ir beber água ou ir no banheiro quando quiser. Os pontos positivos é que as aulas estão sendo ótimas e também estão sendo bem explicadas com os vídeos passados, vídeos recomendados pelo professor para ajudar a entender mais sobre o que está sendo passado para os alunos. Para mim, até agora as melhores aulas estão sendo de física, biologia, história e Química.
15. Enfim, o ponto positivo para mim é que o seu trabalho está sendo ótimo para a compreensão dos alunos.

V. O que você listaria como pontos negativos na metodologia? (15 respostas)

1. Exercícios
2. Tudo
3. É bem cansativo porque muitos professores só jogam assunto nas costas do aluno e isso é muito chato. Tem muitos alunos que só sabe fazer graça no meio da aula e isso atrapalha os outros que querem realmente aprender.
4. Mandar vídeo fora da aula! Mandar a atividade sem explicar nada!
5. Atividades acumulada e fora de ordem
6. Tiveram alunos que não gostaram para mim isso é um ponto negativo.

7. A falta de compreensão dos alunos
8. Não ter a metodologia
9. Como já disse na minha opinião foram as videoaulas mal explicadas.
10. Pontos positivos: maior possibilidade de pesquisa, maior conforto, disponibilidade de horário.
11. A qualidade dos vídeos que estavam muito ruins e que os professores faltassem menos.
12. Como já citado acima, a qualidade do vídeo e áudios e as vezes a má explicação.
13. A dificuldade de alguns alunos se soltarem na hora da aula
14. Metodologias que não motivam, são pouco atrativas e cansativas. Falta de equipamentos, softwares e internet de boa qualidade
15. Bom, o ponto negativo é que não acho legal quando passam atividade fora do horário, ou final de semana, até que seria bom a gente se adiantar de alguns temas sobre a aula mais antes de tudo o professor deveria falar o dia e o horário que ele iria mandar algo referido a aula, acho que assim seria melhor

VI. Produza um vídeo com no máximo cinco minutos relatando sua experiência com a metodologia de sala de aula invertida e poste no grupo da turma no WhatsApp.

5.1 Demonstrativo da Aprendizagem dos Alunos

Nesta secção será feito um demonstrativo que nos possibilita visualizar como se deu a aprendizagem da turma M2MR03, na qual foi aplicada a metodologia sala de aula invertida trabalhada no produto educacional associado a esta dissertação. Para tanto, foi feito um paralelo com o resultado da aprendizagem da turma M2TR02 onde foi aplicado a metodologia de ensino com aulas expositivas de forma tradicional.

Este demonstrativo expõe os mapas de notas das referidas turmas, as notas médias de cada bimestre e um comparativo das respectivas taxas de evasão obtidas ao final do ano letivo. De tal forma que nos possibilita fazer uma análise mais aproximada do tema em discussão com a realidade prática, uma vez que se parte de resultados concretos observados no decorrer do período e o alcance desses resultados demonstrados por meio das notas e, especialmente, quando colocados em comparação com outros alunos que não acederam à mesma metodologia de ensino.

Mapa de notas da turma M2MR03


 Governo do Estado do Pará
 Secretaria Estadual de Educação - 4ª Unidade Regional de Ensino - 4ª URE
 EEEFM PROFª ALBERTINA BARREIROS - INEP 15111741
MAPA DE NOTA ANO LETIVO 2021

Nº	NOME DO ALUNO	COMPONENTE CURRICULAR: <u>FÍSICA</u>												OBSERVAÇÃO			
		TURMA: M2MR03 2º ANO C MANHA															
		C.H:				C.H:				C.H:					C.H:		
1ª AVA	F	P	REC	2ª AVA	F	P	REC	3ª AVA	F	P	REC	4ª AVA	F	P	REC	MÉDIA	
1	ANA ELINE SILVA FERREIRA	5,0	6														
2	ANGELA VITORIA RAPOSO ALMEIDA	9,0	0		9,0	0			9,0				8,0				
3	AYLTON RHUAN CONCEICAO VALTER	5,0	3														
4	BEATRIZ SILVA RIBEIRO	5,0	6						8,0								
5	CARLA CRISTINA OLIVEIRA SOUSA	3,0	0		3,0	0			5,0				8,0				
6	CARLOS DA SILVA LIMA	5,0	3														
7	CARLOS HENRIQUE FEITOSA ALMEIDA	5,0	6														
8	CAROLAYNE SILVA SIQUEIRA	5,0	6														
9	CLARICE COSTA DA SILVA	7,5	6						6,0				8,0				
10	DANIEL DA SILVA OLIVEIRA	5,0	3		5,0	6											
11	ELICIANE SILVA DA CONCEICAO	7,0	0														
12	ELIZA DA SILVA SOUZA	9,0	0		9,0	0			6,0				8,0				
13	ERIELTON LUZ DA CRUZ	9,0	0		3,0	9			5,0								
14	FRANCIANE DOS SANTOS SILVA	7,5	0		6,0	9			7,0								
15	GILDEILSON NASCIMENTO DE FREITAS	8,0	0		7,0	3			6,0				8,0				
16	GRAZIELE DA LUZ SANTOS	10,0	0		8,0	3			7,0				8,0				
17	JOAO MANUEL DOS SANTOS SOUZA	9,0	0		8,0	0			5,0				9,0				
18	KAIO EDUARDO BARROS MONTEIRO	6,0	6		5,0	6			5,0								
19	KEVIN MATHEUS CAVALCANTE ARAUJO	8,0	0		8,0	6			7,0				5,0				
20	LARISSA DOS SANTOS SOUSA	7,5	0						5,0								
21	LAUANA FERREIRA DE ALMEIDA	8,0	0		4,0	6											
22	LUIZ GUSTAVO DE SOUZA CHAVES	8,0	0		9,0	0			5,0				5,0				
23	MARCOS EDUARDO FONTES DE OLIVEIRA	5,5	0						6,0								
24	MARIA ALINE DA SILVA SOUSA	9,0	0		8,0	3			6,0				8,0				
25	MESAQUE DE SOUSA SILVA	8,0	0		7,0	9			5,0								
26	MINCHAE UDSON PEREIRA CONCEICAO	5,0	6														
27	NILSON SOUSA DOS SANTOS	7,0	0		9,0	0			5,0				9,0				
28	RAIRLANE SOUZA DE GOIS	8,0	0		9,0	0			5,0				5,0				
29	RICARDO DOS SANTOS	5,0	6														
30	RONILSON DOS SANTOS LEMOS	8,5	0		2,0	6											
31	ROSINETE MEIRELES RAPOSO	8,5	0		8,5	3			7,0				7,0				
32	SAMILE BIENE DOS SANTOS FERREIRA	6,0	3														
33	SAMUEL MAYCK DA SILVA SANTOS	10,0	0		9,0	0			7,0								
34	SARA CHAVES	7,5	0		3,0	9			6,0				7,0				
35	SHINAYDER SILVA DOS SANTOS	9,0	0		8,5	7			6,0				5,0				
36	STEPHANY CRISTINE DE ARAUJO CARDOZO	5,0	0						7,0								
37	THIFFANE DE SIUZA MOTA	8,0	0		8,0	6			6,0				8,0				
38	<u>EXA DANIELE</u>																
39																	
40																	
41																	
	DEPENDÊNCIA																
1																	
2																	
3																	
4																	

JEAN DE JESUS
 ASSINATURA DO PROFESSOR (A)

ASSINATURA DO COORDENADOR (A)

Mapa de notas da turma M2TR02


 Governo do Estado de Pernambuco
 Secretaria Estadual de Educação - 4ª Unidade Regional de Ensino - 4ª URE
 EEEFM PROFª ALBERTINA BARREIROS - INEP 15111741
MAPA DE NOTA ANO LETIVO 2021

400K

Nº	NOME DO ALUNO	COMPRIMENTO CURRICULAR: <u>FÍSICA</u>												MÉDIA	OBSERVAÇÃO
		TURMA: M2TR02 - 2º ANO B						PROFESSOR							
		C.H.		C.H.		C.H.		C.H.		C.H.		C.H.			
3ª AVA	F	P	3ª AVA	F	P	REC	3ª AVA	F	P	3ª AVA	F	P	REC		
1	ALEX LOURENÇO ARAUJO	2,0	6												
2	ANTONIA VALERIA NASCIMENTO ROCHA	2,0	6		3,0	5		8,0			3,0				
3	ANTONIO GOMES DA SILVA FILHO	5,0	6		6,0	0					6,0				
4	ANTONIO RODRIGO SOUZA DA CONCEICAO	5,0	9												
5	BIANCA DA SILVA LIMA	5,0	9								7,0				
6	BRUNO NASCIMENTO DA COSTA	TRANSFERIDO													
7	CAMILA BATISTA DA SILVA	6,0	6		5,0	0		5,0							
8	CAROLINE SOUSA DA SILVA	5,0	6												
9	CLAISA ALMEIDA DOS SANTOS	2,0	3		5,0	9									
10	CLEONICE PEREIRA GOMES	5,0	4												
11	DANIELA MAGRIS SILVA	5,0	6												
12	DANIELE BATISTA NASCIMENTO	5,0	4		5,0	0		6,0			8,0				
13	DANIEL VILHENA BATISTA	5,0	3		4,0	6		7,0			9,0				
14	EDUARDO ARAUJO DA SILVA	2,0	6												
15	EMILENE SILVA DOS SANTOS	5,0	3		9,0	0									
16	ERICA ARAUJO DALUZ	5,0	6												
17	FRANCISCA ALINE TEIXEIRA DE SOUSA	6,0	6												
18	GESSYCA COSTA DOS SANTOS	5,0	9												
19	HONORATA DE ALMEIDA	TRANSFERIDA 11/03													
20	ITALO XAVIER DE SOUSA	8,0	0												
21	IVAN SOUSA GOMES	5,0	6												
22	JANETE SILVA SANTOS	5,0	9		7,0	0		5,0							
23	JAYNE LIMA CABRAL	5,0	6												
24	JEFFERSON SILVA SOUSA	5,0	6												
25	JOSE MATIAS SOUZA DE JESUS	2,0	7		5,0	3		5,0							
26	JOYCE VITORIA CUNHA DA SILVA SANTOS	TRANSFERIDA													
27	KAIAN DA CONCEICAO SILVA	5,0	6												
28	KELEN SILVA PEREIRA	8,0	0		2,0	3		8,0			9,0				
29	LEANDRO PEREIRA DE MELO	5,0	9												
30	LORRANE SILVA DOS SANTOS	5,0	9												
31	LUIZ HENRIQUE FONSECA CRUZ	5,0	3					2,0			6,0				
32	MARIA IZABELA CAMPELO PEREIRA	8,0	0		8,0	3		7,0			9,0				
33	MARIA LAJANA ARAUJO DE SOUZA	5,0	3		6,0	6		7,0			8,0				
34	MATUZALEM DA SILVA PINHEIRO	5,0	6												
35	MIKAEL TORRES LOPES	2,0	0					7,0							
36	PEDRO SILVA DE OLIVEIRA NETO	5,0	9		2,0	6									
37	QUEILA KAIANE DOS SANTOS CHAVES	5,0	6												
38	RAINARA SOUSA DOS SANTOS	6,0	6		5,0	0									
39	SILVIO CONCEICAO DE SOUZA	5,0	6												
40	TELMA DE SOUSA	8,0	0		4,0	6		8,0			9,0				
41	WALETHE KENNEDY MACEDO SILVA	5,0	3		6,0	0					6,0				
42	WANDA MEURI CIPRIANO GOMES	5,0	9												
43	WANDERSON DA SILVA	5,0	9												
44	WILLIAN PEREIRA SILVA	5,0	6		6,0	0									
45	WUANDA PEREIRA DE SOUSA	2,0	6		2,0	0		5,0			2,0				
	DEPENDENCIA														

52 ANO DE JESUS V. CARNEIRO

ASSINATURA DO PROFESSOR (A) _____ Nº DE AULAS PREVISTAS: _____

ASSINATURA DO COORDENADOR (A) _____ Nº DE AULAS MINISTRADAS: _____

TABELA 02 – DEMONSTRATIVO DA APRENDIZAGEM

TURMA	TAXA DE EVASÃO	NOTA MÉDIA 1º BIMESTRE	NOTA MÉDIA 2º BIMESTRE	NOTA MÉDIA 3º BIMESTRE	NOTA MÉDIA 4º BIMESTRE
M2MR03	57%	7,6	6,9	5,9	6,7
M2TR02	73%	5,1	6,2	6,5	7,8

No tocante à aprendizagem, de acordo com os dados expostos nos mapas de resultados finais de avaliação bimestral, observou-se uma significativa mudança de comportamento na relação dos educandos com o material da instrução, ficando desta forma evidente que a turma estava motivada com a nova metodologia, apresentando um nível elevado de engajamento na realização das atividades propostas. Em comparação com outras turmas onde foi aplicada metodologia tradicional, percebeu-se maior participação dos alunos no decorrer das aulas.

Acerca da taxa de evasão escolar, podemos observar na tabela 02 acima, uma redução de 16% em relação à turma M2TR02 na qual foi trabalhada com a metodologia tradicional. Ainda na mesma tabela acima mencionada, temos um demonstrativo das médias das notas das atividades de avaliação da turma por bimestre, onde fica evidente que inicialmente houve um bom desempenho da turma M2MR03 vindo a ter uma ligeira queda no 2º semestre do ano 2021.

CONCLUSÃO

O trabalho que fora proposto nesta dissertação desenvolveu-se em uma turma de segundo ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Albertina Barreiros localizada no município de Itupiranga-Pa. Conforme foi mencionado neste trabalho, a metodologia de sala de aula invertida aplicada nesta pesquisa teve de sofrer adaptações em função do protocolo sanitário da pandemia da Covid-19. Sendo assim, as aulas presenciais, que estabelece a metodologia, foram convertidas para videoconferências em que foi usado o aplicativo *google meet*.

A sequência didática pensada para o trabalho foi realizada em nove aulas de 135 minutos cada, onde foram realizadas videoconferências e postagens de videoaulas, ou listas de exercícios no grupo de relacionamento da turma no *WhatsApp*. Vale ressaltar que para a elaboração de atividades com questionários foi utilizada a plataforma *google* formulários.

Para a realização das atividades assíncronas foi disponibilizado no *WhatsApp* o material contendo videoaulas e listas de exercícios com antecedência mínima de 24 horas em relação ao momento síncrono, foi usada ainda a plataforma *google* sala de aula na qual foi criada uma sala de aula virtual onde foi postado todo o material usado na sequência didática.

A avaliação do rendimento da turma considerou a participação, o comprometimento com a realização das atividades propostas, o relacionamento com a comunidade escolar em geral e as produções nas atividades de resolução de exercícios.

A metodologia foi bem aceita pelos alunos envolvidos, salvo algumas exceções. Na avaliação da metodologia da sala de aula invertida feita pela turma foi identificado na fala dos alunos que o método proporciona uma aprendizagem de maior qualidade. Seus relatos revelaram que eles foram para o momento síncrono com um relevante conhecimento prévio adquirido mediante o material instrucional disponibilizado às vésperas deste momento. Outro aspecto bastante positivo da metodologia, também percebido na avaliação dos estudantes, foi a possibilidade de relacionar esta metodologia com o momento vivido pela humanidade em função da pandemia do corona vírus. Segundo os próprios alunos as aulas remotas ficaram mais dinâmicas e motivadoras com a aplicação da metodologia de sala de aula invertida.

No que se refere ao uso dos formulários *google* considera-se este recurso como sendo de grande relevância na proposição de exercícios, pois possibilitou economia de tempo que, por sua vez, pode ser usado na realização de outras atividades que integraram o processo ensino-aprendizagem em questão. Já em relação à plataforma *Google* sala de aula, tem-se que a sala de aula virtual se tornou um ambiente de apoio, possibilitando à turma o acesso ao material

didático trabalhado em aulas anteriores. Por outro lado, resulta em mais um ambiente de interação, haja vista que possibilita aos alunos fazerem suas próprias postagens, solucionar dúvidas e auxiliar uns aos outros. Por fim, verificou-se que este conjunto de recursos e atividades inovadoras promovem um ambiente de aprendizagem motivador capaz de oportunizar a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, Jonathan.; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**, tradução Afonso Celso da Cunha Serra. - 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br>. Acesso em: 10/02/2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert.; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física-óptica e Física Moderna**. 8 ed. Rio de Janeiro. Editora LTC.2009.

IMAGEM FORMADA EM UM ESPELHO ESFÉRICO CONVEXO. In: PREPARA ENEM. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/imagem-formada-um-espeelho-esferico-convexo.htm>. Acesso em:12/08/2020.

MOREIRA, Marcos Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Palestra apresentada na Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo. Editora EPU. 1999.

PIETROCOLA, Maurício.; POGIBIN, Alexander.; ANDRADE, Renata C. de Oliveira; ROMERO, Talita R. Luz. **Física em contextos**, vol. 2 São Paulo Editora do Brasil 2016.

REFRAÇÃO DA LUZ: elementos, leis e experimentos. In: MAESTRO VIRTUALE. Disponível em: <https://maestrovirtuale.com/refracao-da-luz-elementos-leis-e-experimentos/>. Acesso em: 10/08/2020.

SCHENEIDERS, Luís Antônio. **O método da sala de aula invertida**. Lajeado: Editora da Univates, 2018. Disponível em:<https://www.univates.br/editoraunivates/media/publicações/256/pdf>. Acesso em: 19/08/2020.

SCHMITZ, Elieser 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, 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/Semana4.Artigo.NIED.UNICAMP.Aplica%C3%A7%C3%A3o+da+sala+de+aula+invertida/56075d12-29d2-81b0-e420-d2428ae231cf>

SILVEIRA JUNIOR, Carlos R. da. **Sala de aula invertida: por onde começar ?** Disponível em: <https://ifg.edu.br>. Acesso em: 15/02/2021.

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.

MCECI. **Mapa conceitual aprendizagem colaborativa**. 2012. Disponível no site: [https://pt.wikiversity.org/wiki/Ficheiro:Mapa Conceitual Aprendizagem Significativa.png](https://pt.wikiversity.org/wiki/Ficheiro:Mapa_Conceitual_Aprendizagem_Significativa.png). Acesso em 28/02/2022.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: óptica, relatividade e física quântica**. São Paulo. Editora Blucher. 1998. Disponível em: https://docs.google.com/file/d/0B_rM9Z9Bc3ihcEpieEVZUFZmOEK/view?resourcekey=0-3STdJEjFczjtjDi1W64KgzA, Acesso em 27/02/2022.

EXERCÍCIOS DE FÍSICA ÓPTICA: **espelhos esféricos**. *In*: PROJETO MEDICINA. Disponível em: <https://projeto medicina.com.br/material-de-estudo/espelhos-esfericos/>. Acesso em: 19/08/2020.

EXERCÍCIOS DE FÍSICA ÓPTICA: **Espelhos Planos**. *In*: PROJETO MEDICINA. Disponível em: <https://projeto medicina.com.br/material-de-estudo/espelhos-planos/>. Acesso em: 19/08/2020.

ANEXO – PRODUTO EDUCACIONAL



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

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

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	57
2	APLICAÇÃO DO MÉTODO	59
	2.1 Sequência Didática	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
3	A LUZ E OS FENÔMENOS LUMINOSOS	67
	3.1 Propagação Retilínea da Luz	67
	3.2 Reversibilidade da Luz	68
	3.3 Independência dos Raios de Luz	68
	3.4 Reflexão da Luz	69
	3.5 Leis Da Reflexão	71
4	ESPELHOS PLANOS	72
	4.1 Formação de Imagens por Espelhos Planos	72
	4.2 Campo Visual	73
	4.3 Movimentos de Translação e Rotação	73
	4.4 Associação de Espelhos Planos	74
5	EXERCÍCIOS	75
	5.1 Resolução dos Exercícios Pares	77
6	ESPELHOS ESFÉRICOS	79
	6.1 Formação de Imagens em Espelhos Esféricos	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 Equações De Gauss e do Aumento Linear Transversal	84
7	EXERCÍCIOS	85
	7.1 Resolução Dos Exercícios Pares	87
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	91
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SÓCIO COGNITIVO	94
	APÊNDICE C - LISTA DE EXERCÍCIOS 01	97
	APÊNDICE D - LISTA DE EXERCÍCIOS 02	100
	APÊNDICE E - AVALIAÇÃO ESPELHO PLANO	105
	APÊNDICE F – AVALIAÇÃO ESPELHO ESFÉRICO	107
	APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES	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 extraclases, 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. 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 ;

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 .

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 ;

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

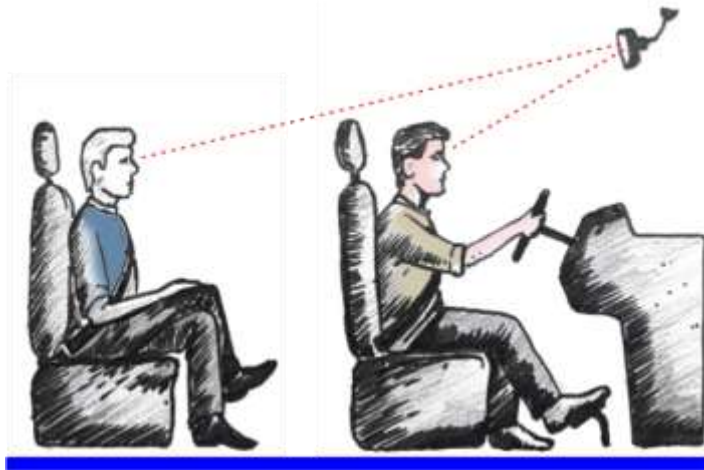


Fonte: <https://planetabiologia.com/principios-basicos-da-optica-geometrica/>

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



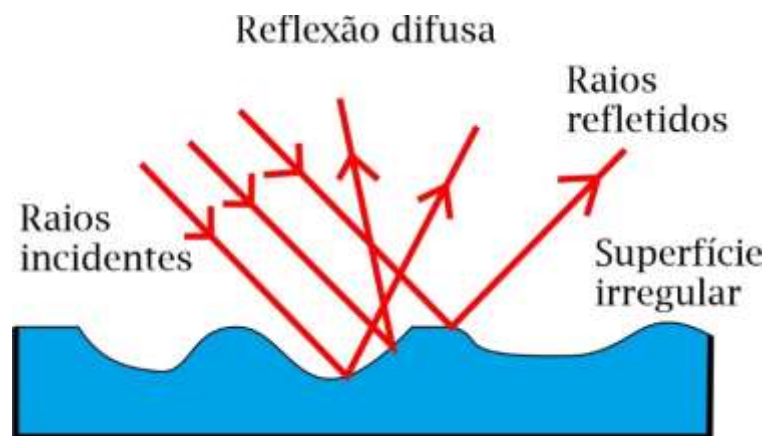
Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/principios-otica-geometrica.htm>

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:

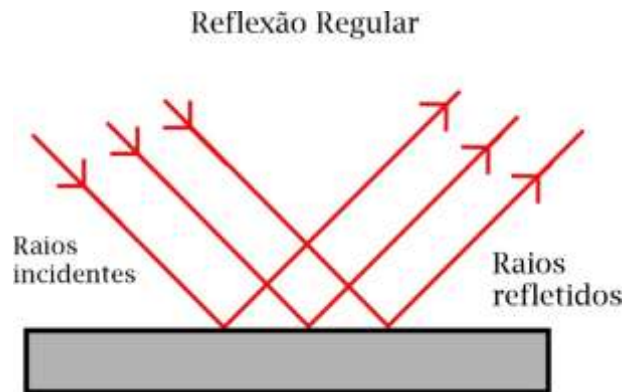
Figura 04 - Ilustração de raios luminosos sendo refletidos em direções aleatórias



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:

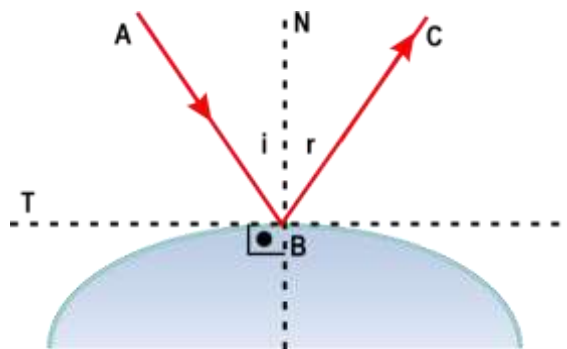
Figura 05 - Raios de luz seguem uma mesma direção após a reflexão



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

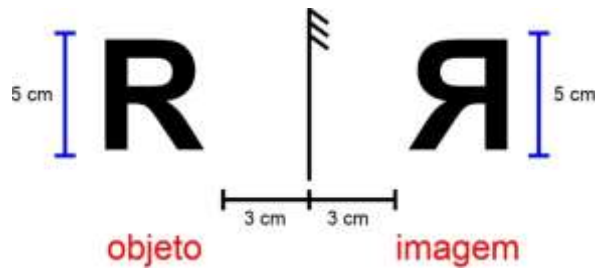
A primeira lei da reflexão estabelece que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície no ponto de incidência, são coplanares. Por sua vez, a segunda lei diz que o ângulo entre a normal e o raio incidente (ângulo de incidência) e o ângulo entre a normal e o raio refletido (ângulo de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



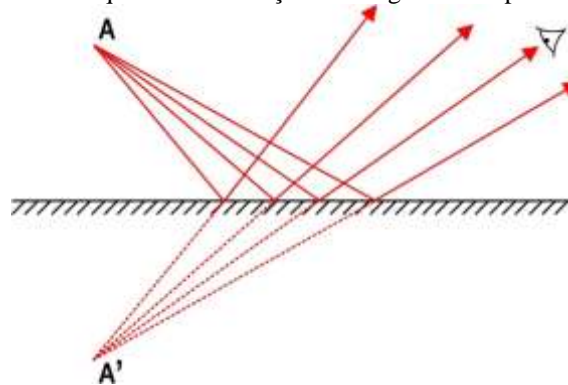
Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/espelhos-planos/>

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



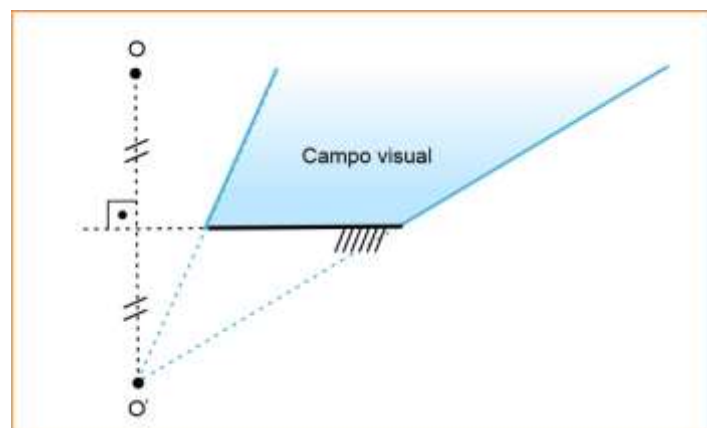
Fonte: <https://www.infoescola.com/optica/espelho-plano/>.

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

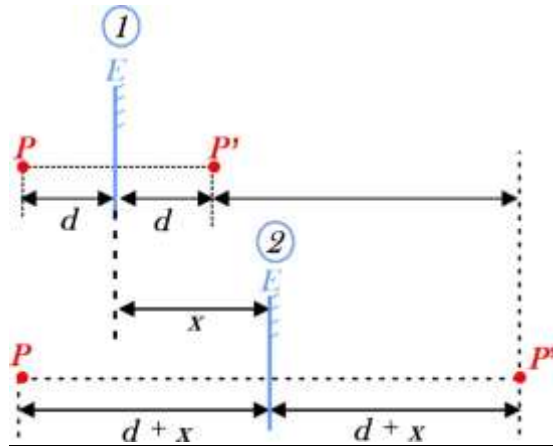


Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_27.html

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:

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

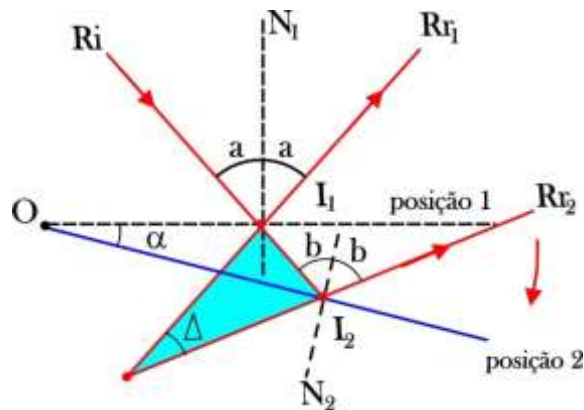
Logo,

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

$$D = 2x$$

Agora queremos mostrar que quando um raio de luz incide em um espelho que gira de um ângulo α 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:

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

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

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

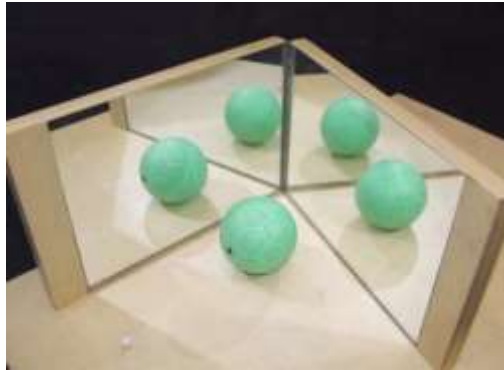
Como $\alpha = b - a$, temos:

$$\Delta = 2\alpha$$

4.4 Associação de Espelhos Planos

A disposição de dois espelhos planos determinando um ângulo α 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 α entre os espelhos pela relação:

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

Obs.:

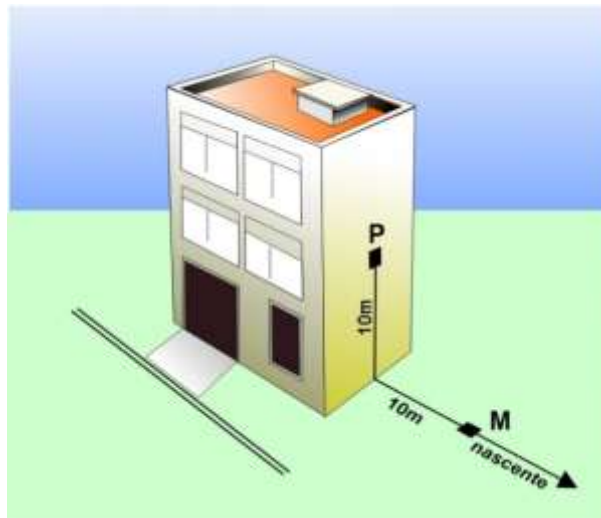
A relação acima é válida quando:

$\frac{360^\circ}{\alpha}$ 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°) à 6,0h da manhã. Às 12,0 horas, ele se encontrava no zênite (90°). 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>.

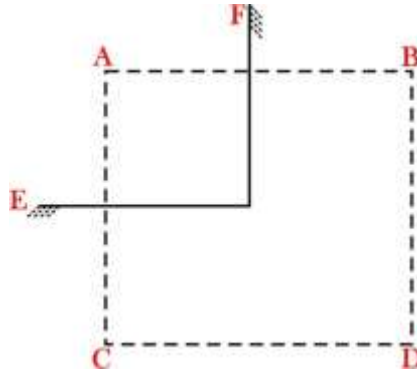
2. Um raio de luz incide em um espelho plano. Gira-se o espelho de um ângulo α em torno de um eixo perpendicular ao plano de incidência. O ângulo formado pelos raios refletidos após a rotação é de $40,0^\circ$. Determine o valor do ângulo α .

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

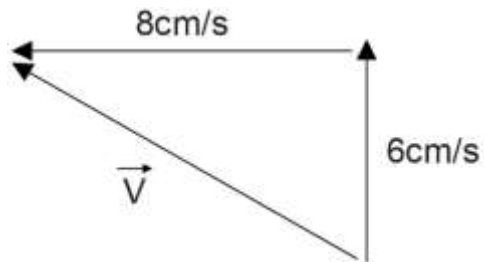
2. Quando o espelho gira de um ângulo, o raio refletido gira o dobro, logo:

$$40,0 = 2\alpha$$

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

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.

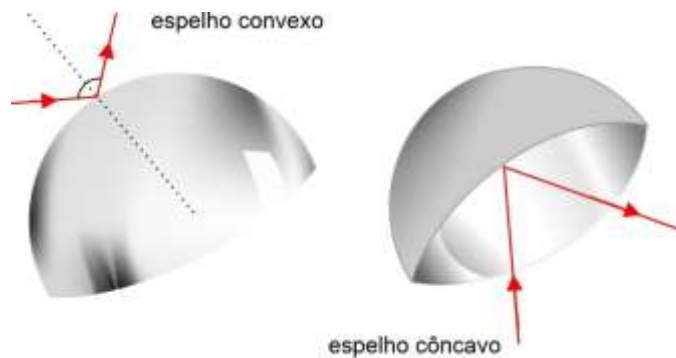
Figura 14 - Plano seccionando esfera



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.

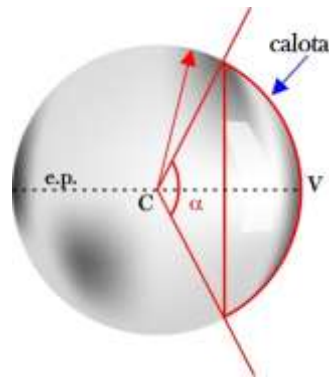
Figura 15 - Reflexão da luz em calota esférica



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/espelhoesferico.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 α , 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

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

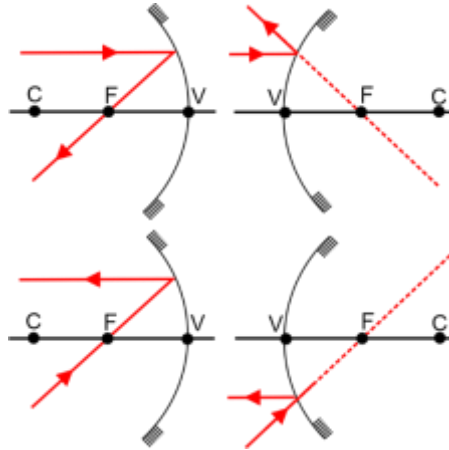
Onde R é o raio de curvatura e f chamada de distância focal, define a metade da distância entre C e V.

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.

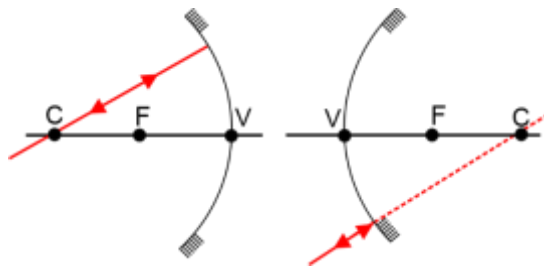
Figura 17 - Raios incidentes paralelos ao eixo óptico e incidentes na direção do foco



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

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

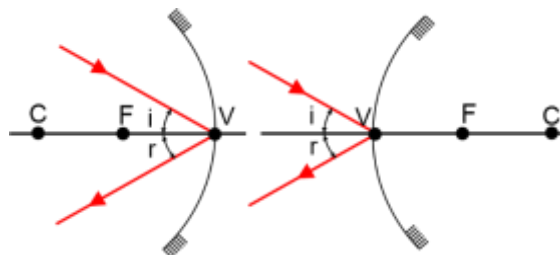
Figura 18 - Raio que incide na direção do centro de curvatura



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



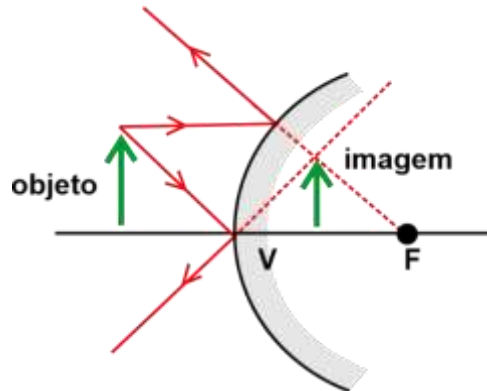
Fonte: <https://www.infoescola.com/optica/espelhos-esfericos/>

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>

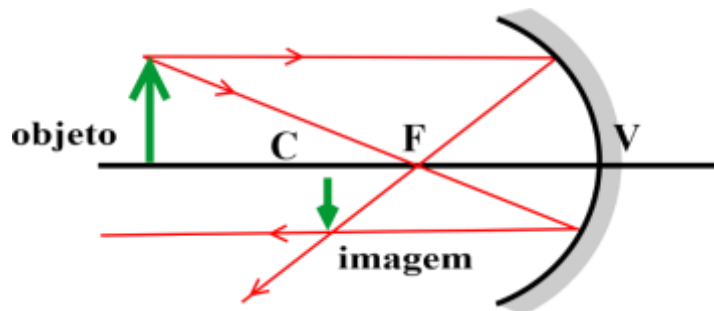
6.1.2 Espelhos Côncavos

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

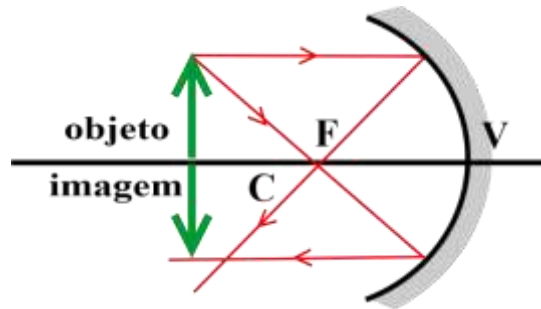


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

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

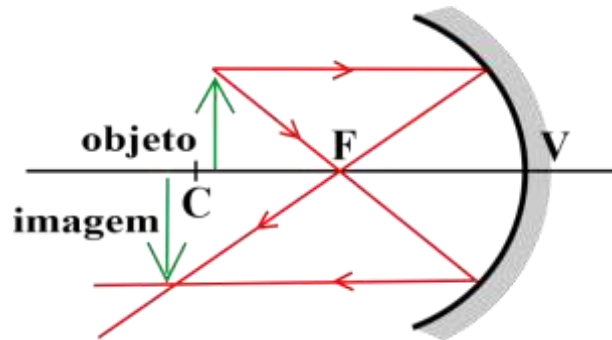


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

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

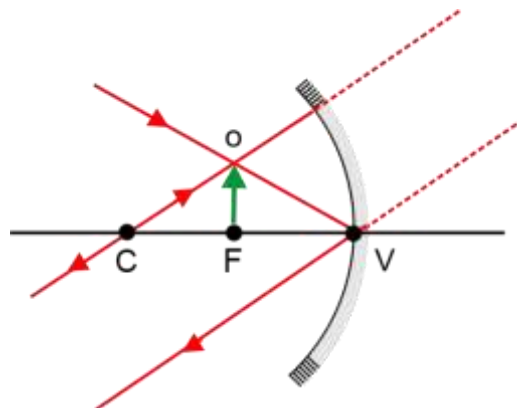


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

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

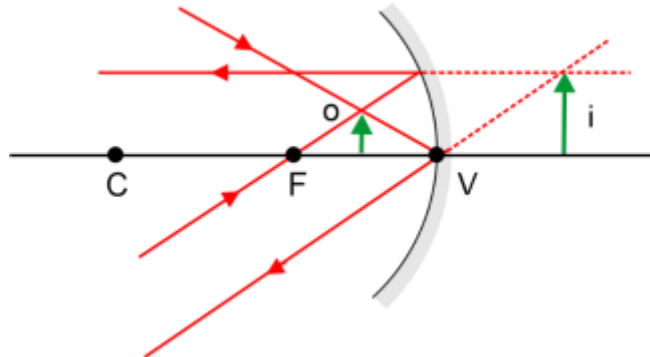


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.htm>

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

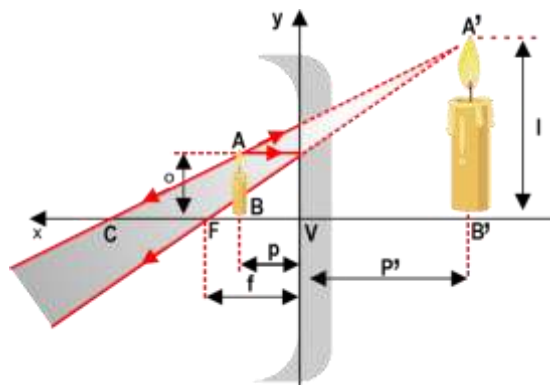


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-espelhos-esfericos.html>

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 $R=2,0\text{m}$.
- b) Côncavo com $R=2,0\text{m}$.
- c) Côncavo com $R=1,0\text{m}$.
- d) Côncavo com $R=40,0\text{cm}$.
- e) Côncavo com $R=0,8\text{m}$.

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:

$$f > 50$$

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

$$R > 100,0\text{cm}$$

Alternativa b.

6. Dados:

$$R = 3,6\text{m}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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. 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. 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. 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. 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.

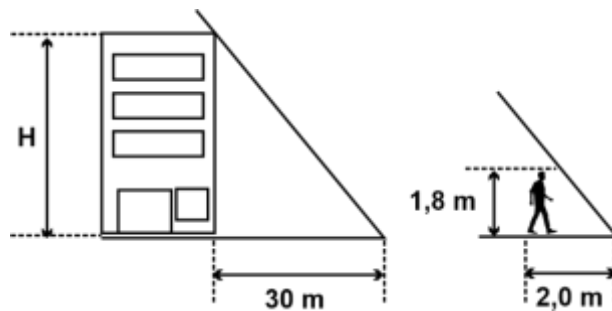
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

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

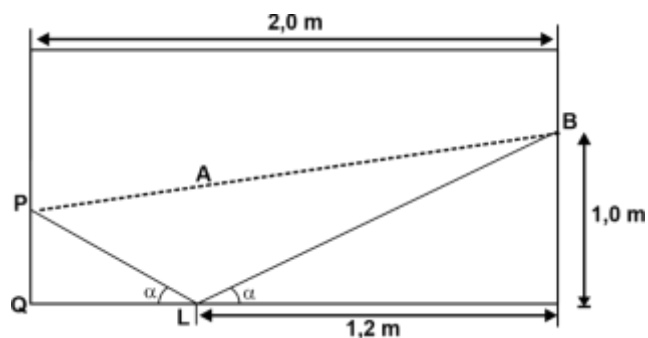


Um prédio projeta no solo uma sombra de 30,0m de extensão no mesmo instante em que uma pessoa de 1,8m projeta uma sombra de 2,0m. Pode-se afirmar que a altura do prédio vale

- 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.

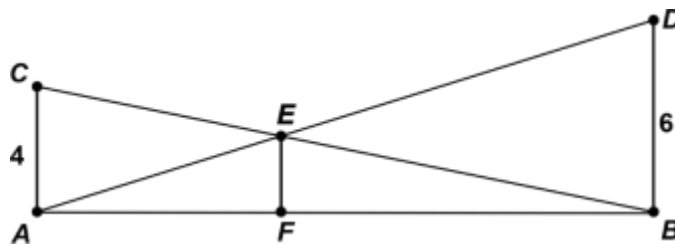
Fonte: <https://www.todamateria.com.br/semelhanca-de-triangelos-exercicios/>

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-triangelos-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° . 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° . O ângulo de incidência é:

- a) 36° .
- b) 90° .
- c) 50° .
- d) 30° .
- e) NDA .

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

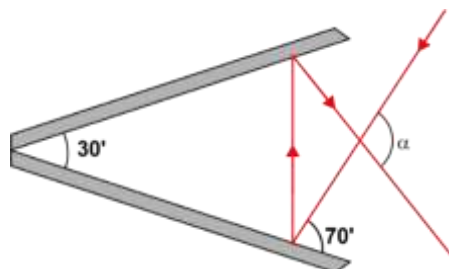
UNESP

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.

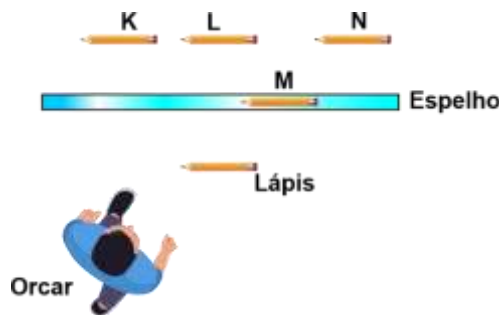


Nessa figura, dois espelhos planos estão dispostos de modo a formar um ângulo de 30° entre eles. Um raio luminoso incide sobre um dos espelhos, formando um ângulo de 70° com a sua superfície. Esse raio, depois de se refletir nos dois espelhos, cruza o raio incidente formando um ângulo α de:

- a) 90° . b) 100° . c) 110° . d) 120° . e) 140° .

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)

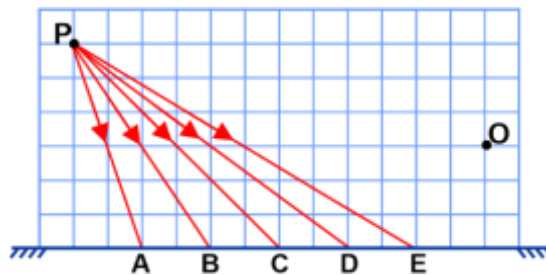
Extraído de: <https://brainly.com.br/tarefa/9430402>

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 α , 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.

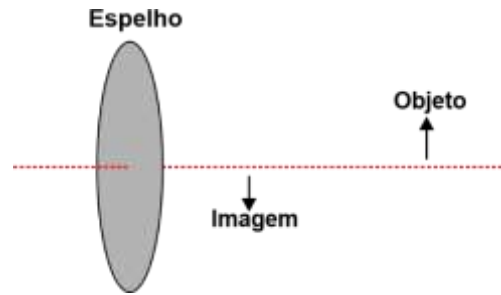
- a) O espelho é convexo e o objeto está a uma distância maior que o raio do espelho.
- b) O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o foco e o vértice do espelho.
- c) O espelho é côncavo e o objeto está posicionado a uma distância maior que o raio do espelho.
- d) O espelho é côncavo e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

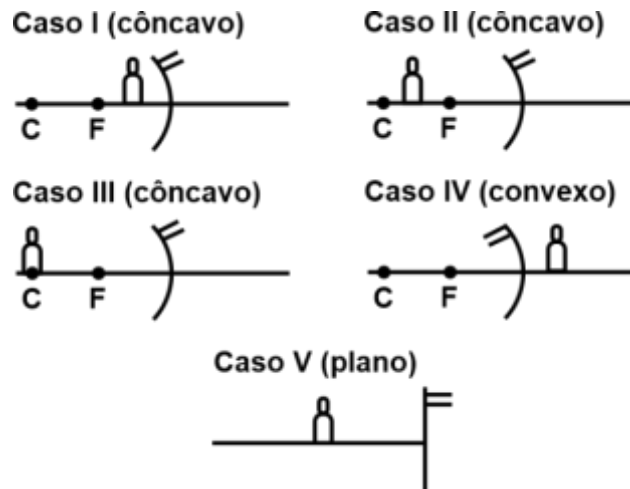
6. (Mackenzie) Um objeto real, colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico, tem imagem como mostra a figura a seguir. Pelas características da imagem, podemos afirmar que o espelho é:



- 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.

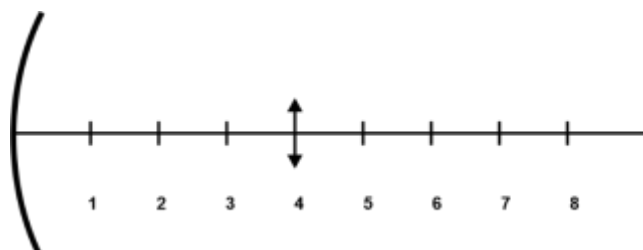


A imagem da vela formada pelo espelho será virtual em:

- 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.

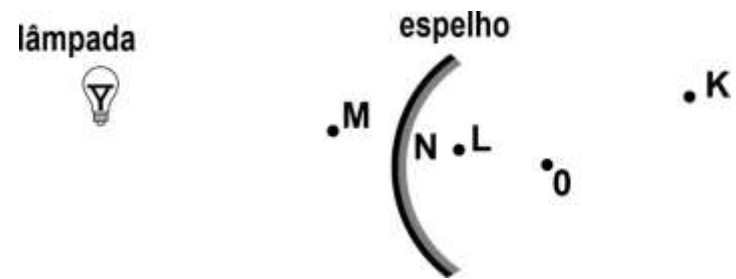
Fonte: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/03/espelhos-esfericos.html>

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

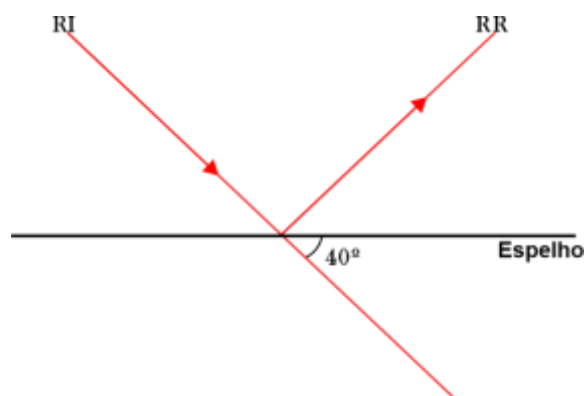
1. Um homem aproxima-se de um espelho plano à velocidade de 2,0 m/s. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a velocidade relativa entre o homem e sua imagem, em m/s.

- a) 3,0 m/s.
- b) 0.
- c) 6,0 m/s.
- d) 2,0 m/s.
- e) 4,0 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 m/s².
- b) 20,0 m/s².
- c) 10 m/s².
- d) 5,0 m/s².
- 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.

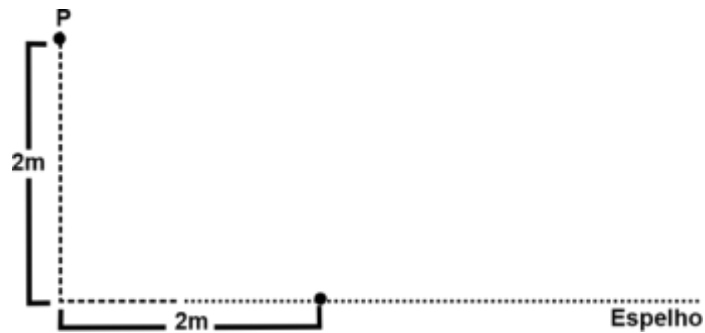


Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-reflexao-espelho-plano>

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.

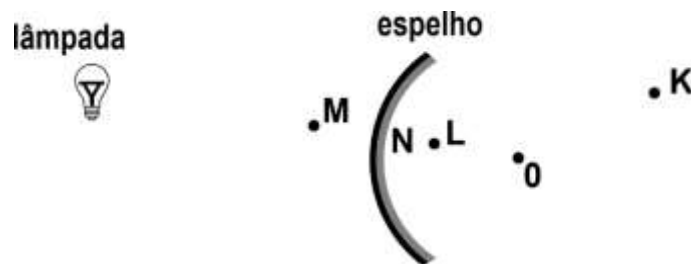
e) () Objeto e imagem nunca serão o mesmo tamanho em um espelho côncavo.

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.