

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas – PPGECE
Curso Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas

**PRODUTO EDUCACIONAL: ROTEIRO DE APLICAÇÃO DE SALA DE AULA
INVERTIDA COM EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**

Prof. Me. Carolina Krupp Consul Confortin

Orientador: Prof. Dr^a Rosângela Menegotto Costa

]

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA
2019

Ficha catalográfica

C748p Confortin, Carolina Krupp Consul.

Produto educacional: roteiro de aplicação de sala de aula invertida com experimentação no ensino de óptica geométrica [Recurso Eletrônico] / Carolina Krupp Consul Confortin. – Santo Antônio da Patrulha, RS: [FURG], 2019.
50 f. : il. color.

Produto Educacional da Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, sob a orientação da Dra. Rosângela Menegotto Costa.

Disponível em: <https://proece.furg.br/>

1. Sala de Aula Invertida 2. Óptica Geométrica 3. Atividades Experimentais 4. Tecnologias Digitais I. Costa, Rosângela Menegotto II. Título.

CDU 373.3:535.31

Catlogação na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Slides do primeiro envio de material.....	12
Figura 2	Slides do segundo envio de material.....	26
Figura 3	Disposição das classes escolares para formação da ilha de experimentação.....	35
Figura 4	Primeira ilha de experimentação.....	36
Figura 5	Tiras de papelão para as laterais dos espelho infinito.....	37
Figura 6	Suporte para o espelho infinito.....	38
Figura 7	Furos para encaixe das luzes de Natal.....	38
Figura 8	Colocação das luzes de Natal.....	38
Figura 9	Suporte e laterais do espelho infinito.....	39
Figura 10	Encaixe do espelho.....	39
Figura 11	Espelho infinito.....	40
Figura 12	Terceira ilha de experimentação.....	41
Figura 13	Demonstração do experimento referente à terceira ilha de experimentação.....	42
Figura 14	Marcações na cartolina para experimento da quarta ilha de experimentação.....	43
Figura 15	Atividade experimental sobre associação de espelhos planos	43
Figura 16	Experimento com a rede de difração.....	44
Figura 17	Esquema para representar a distância entre objeto e imagem	45
Figura 18	Verificação experimental da questão número 6.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Conceitos trabalhados na SAI de óptica geométrica com experimentação.....	8
Tabela 2	Etapas e atividades desenvolvidas na SAI de óptica com experimentação.....	11

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	8
3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	10
3.1 Primeiro material didático enviado.....	10
3.2 Apresentação do trabalho.....	21
3.3 Primeira roda de conversa.....	22
3.4 Primeiro questionário respondido pelos alunos.....	23
3.5 Segundo material didático enviado	26
3.6 Segunda roda de conversa.....	31
3.7 Segundo questionário contendo atividades Experimentais.....	31
3.7.1 Ilhas de experimentação.....	35
3.7.2.Outras possíveis atividades experimentais.....	44
3.8 Percepções dos alunos.....	46
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

O dinamismo do mundo atual, a conectividade e as tecnologias digitais estão influenciando na maneira dos jovens aprenderem e buscarem informações e conhecimento. A forma com que o professor apresenta o conteúdo aos alunos está sofrendo alterações. Hoje, caso o aluno não compreenda um conteúdo, ele assiste a vídeo-aulas; o “copiar do quadro” está sendo substituído pela “foto do quadro”. O que se faz na sala de aula presencial pode ser modificado para que os alunos se identifiquem com a escola e sejam estimulados aos estudos. Percebendo essas e outras características presentes nas salas de aula da professora pesquisadora, buscou-se uma maneira de atrair os alunos para as aulas de física e significar seu aprendizado por intermédio da Sala de Aula Invertida (SAI).

Aprender exige envolver-se, pesquisar, ir atrás, produzir novas sínteses, é fruto de descobertas. O modelo de passar conteúdo e cobrar sua devolução é insuficiente. Com tanta informação disponível, o importante para o educador é encontrar a ponte motivadora para que o aluno desperte e saia do estado passivo, de telespectador. Aprender hoje é buscar, comparar, pesquisar, produzir, comunicar. (MORAN, 2013 p. 34)

A SAI é uma ferramenta educacional, parte das metodologias ativas de aprendizagem, onde há inversão das tarefas escolares. Dois professores do interior dos Estados Unidos, Bergmann e Sams, enfrentavam dificuldades com seus alunos faltosos e passaram a enviar vídeos e materiais para os alunos antes do encontro presencial. Perceberam que ao enviar o material didático aos alunos antes da aula presencial ganhava-se um tempo substancial na sala de aula. Além disso, seus alunos passaram a atuar ativamente no processo de aprendizagem. A aplicação da SAI apresentada neste produto educacional baseia-se nas referências dos professores Bergmann e Sams (2016). Este trabalho se apoia, também, nas ideias de José Manoel Moran (2013) e de Alberto Gaspar (2014). José Manoel Moran, além de dissertar sobre a SAI e metodologias ativas, versa sobre as tecnologias digitais e sua inserção na educação. Alberto Gaspar defende que as atividades experimentais no ensino da Física auxiliam no aprendizado através da motivação e da visualização dos fenômenos físicos.

A SAI consiste na inversão da sala aula; o que usualmente é realizado na sala de aula, como exposição do conteúdo, é feito em casa, e o que é normalmente feito em casa, como por exemplo, lista de exercícios, na SAI é feito em sala de aula.

Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda previamente, e a aula trona-se o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. O professor trabalha as dificuldades dos alunos, em vez de fazer apresentações sobre o conteúdo da disciplina. (VALENTE, 2018, p.29)

Ao utilizar-se a SAI como ferramenta pedagógica, permite-se que o aluno esteja no centro do processo de aprendizagem, além de responsabilizá-lo por parte dele. A aplicação da SAI ocasiona otimização do tempo em sala de aula e, com isso, possibilita a realização de atividades significativas para o aprendiz. Como o material é enviado aos alunos antes do encontro presencial, ao chegarem na sala de aula os alunos já o estudaram, observaram exemplos e responderam aos exercícios. Logo, o tempo na presença do professor pode ser utilizado, por exemplo, para sanar dúvidas, responder a questionários individualmente ou em grupos, realizar rodas de conversa e atividades experimentais. Esses exemplos de atividades proporcionam o aprofundamento do conteúdo estudado.

A SAI oportuniza a interação entre alunos e professores, dos alunos entre si e entre os alunos e o conteúdo estudado. Por intermédio das atividades propostas os alunos interagem entre si nos momentos de discussão, por exemplo, nas rodas de conversa e na resolução dos questionários. Os alunos ajudam uns aos outros. Através das trocas ocorridas em sala de aula os alunos sentem-se estimulados a participarem das atividades. Como há tempo de individualizar o aprendizado, é possível sentar com os alunos mais tímidos e ouvir suas dúvidas e questionamentos.

Como o papel do professor mudou de expositor de conteúdo para orientador da aprendizagem, passamos grande parte do tempo conversando com os alunos. Respondemos a perguntas, trabalhamos com pequenos grupos e orientamos individualmente a aprendizagem de cada aluno (BERGMANN; SAMS, 2016 p. 24)

O produto educacional aqui apresentado é o resultado da pesquisa realizada pela professora pesquisadora no decorrer do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas – PPGECE da Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Esta aplicação da SAI foi originalmente realizada em duas turmas de segundo ano da Escola Estadual Comendador Albino Souza Cruz na cidade de Rolante, RS. O envio do material foi feito por uma rede social e continha conceitos de óptica, exemplos, exercícios, orientações para trabalho e pesquisa. Ao chegar no momento presencial os alunos já haviam estudado o conteúdo previamente e, por exemplo, feito suas anotações de dúvidas. Os encontros presenciais foram destinados a realização de listas de exercícios em grupos, apresentação de trabalho, rodas de conversa e realização de atividades experimentais.

Durante as aulas os alunos utilizaram o celular para consultar o material, realizar pesquisas na internet e, também, fotografar as atividades experimentais. As atividades experimentais possibilitam ao aluno verificar, contextualizar, refletir e concluir sobre os fenômenos estudados. Por meio das atividades experimentais os alunos exercitam a criticidade sobre o que está sendo estudado. Os alunos interagem entre si na busca de uma resposta para os seus questionamentos. Podem modificar variáveis e parâmetros dos experimentos e refletir sobre as alterações ocorridas. Os experimentos possibilitam ao aluno enxergar na prática os fenômenos físicos estudados.

Uma boa escola precisa de professores mediadores, motivados, criativos, experimentadores, presenciais e virtuais. De mestres menos “falantes”, mais orientadores. De menos aulas informativas, e mais atividades de pesquisa e experimentação. (MORAN, 2013 p.26)

A aplicação da SAI que originou esse produto educacional alia as potencialidades da SAI, como otimização do tempo, interação e participação ativa dos alunos, com atividades experimentais e a utilização de celulares. Este roteiro apresenta um passo a passo da aplicação da SAI, mostra o material enviado aos alunos, os questionários aplicados. Além disso, o roteiro traz uma descrição minuciosa dos experimentos. O roteiro aqui apresentado sofreu pequenas alterações em relação à aplicação original. A partir da análise dos resultados obtidos e das observações realizadas pela professora pesquisadora durante e após a aplicação da SAI, verificou-se que alguns aspectos poderiam ser aperfeiçoados, o que resultou no roteiro aqui apresentado. O produto educacional destina-se especialmente a professores de Física do Ensino Médio e pode ser adaptado para o Ensino Fundamental.

2. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A tabela 1 apresenta os conteúdos trabalhados durante a aplicação da SAI. O material foi enviado aos alunos em dois momentos: primeiro envio e segundo envio. O objetivo do envio fracionado é não sobrecarregar o aluno. Dessa forma, acredita-se que o aluno dispõe de tempo para estudar o conteúdo e organizar-se com as atividades solicitadas.

Tabela 1 – Conceitos trabalhados na SAI de óptica com experimentação.

1º Material Enviado	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos iniciais de óptica geométrica: luz, raio de luz, fontes de luz primária e secundária, meios translúcidos, opacos e transparentes. • Espectro de luz visível. • Conceito de anos-luz. • Princípio da óptica geométrica: independência dos raios luminosos, propagação retilínea da luz, reversibilidade dos raios de luz. • Conceito de sombra relacionada com eclipses solares e lunares e as fases da Lua.
2º Material Enviado	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão da luz. • Refração da luz. • Espelhos planos. • Associação de espelhos planos.

Fonte: Elaborado pela autora

A partir do ganho de tempo ocasionado pela SAI pode-se aplicar, em 200 minutos hora/sala de aula, duas rodas de conversas, dois questionários em grupos e atividades experimentais.

O produto educacional é composto dos *slides*¹ enviados aos alunos, descrição das atividades, questionários aplicados no momento presencial e um vídeo produzido pela professora autora da dissertação. O produto educacional apresenta, também, as atividades experimentais que foram realizadas. As atividades experimentais são de baixo custo e podem ser adaptadas considerando a realidade encontrada em cada escola.

¹ *Slide* é um substantivo da língua inglesa que dá nome ao dispositivo que projeta quadros inanimados em cinemas. No *Microsoft PowerPoint*, por exemplo, um dos *softwares* mais utilizados para fazer slides e apresentações (*slideshows*), cada página do PowerPoint é considerada um *slide* e, a passagem ("deslizamento") entre cada *slide* (slides), constrói o processo de um *slideshow*.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A aplicação da SAI foi dividida em 4 etapas com 8 atividades. O material didático foi enviado por um grupo de *WhatsApp*² criado especialmente para a disciplina de física. O aluno recebe o material, armazena em seu celular e pode acessá-lo no momento que achar oportuno. Em casa o aluno lê o material, faz suas anotações, resolve os exercícios e responde as questões norteadoras presentes no material. No momento presencial, os primeiros minutos são destinados a sanar dúvidas provenientes do estudo, corrigir os exercícios e debater sobre as questões norteadoras de pesquisa. As questões norteadoras são questões enviadas aos alunos no material didático para que os mesmos pesquisem e, no momento da aula presencial, sejam debatidas as respostas. O tempo destinado a essa atividade inicial é de aproximadamente 20 minutos. A seguir, os alunos sentam-se em grupos e, com acesso ao material armazenado em seus celulares e pesquisas registradas nos cadernos, respondem a um primeiro questionário. O segundo questionário respondido pelos alunos possui atividades experimentais referentes ao ensino da óptica geométrica objetivando consolidar o aprendizado e proporcionar ao aluno que verifique e experimente, na prática, a teoria estudada. As etapas e atividades de aplicação da SAI de óptica com experimentação estão apresentadas na tabela 2.

3.1 – Primeiro material didático enviado

O envio do primeiro material didático foi realizado uma semana antes do encontro presencial por um grupo de *WhatsApp* criado pela professora para a disciplina de física. É importante que todos os alunos tenham acesso ao grupo. O material consiste em uma apresentação de *Power Point*³, com 20 *slides*, salva em *PDF*⁴. O primeiro conteúdo enviado está mostrado na tabela 1 (1º Material Enviado) e os *slides* enviados estão mostrados na figura 1. Os *slides* continham:

² *WhatsApp* é um software utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, imagens e áudios.

³ Microsoft *PowerPoint* é um programa utilizado para criação/edição e exibição de apresentações gráficas.

⁴ Formato de arquivo desenvolvido pela *Adobe Systems*. Não pode ser editado, só disponível para visualização e impressão.

- Explicações sobre os conceitos de óptica geométrica;
- Exemplos;
- 4 exercícios;
- 5 questões norteadoras de pesquisa;
- Instruções para a apresentação de um trabalho.

Tabela 2 – Etapas e atividades desenvolvidas na SAI de óptica com experimentação.

	Atividade	Descrição
1º etapa – envio do 1º material didático	1º atividade 1º envio do material didático. Enviado uma semana antes do encontro presencial.	Envio do <i>Power Point</i> contendo explicação dos conceitos de óptica geométrica. No material foram enviadas cinco questões norteadoras de pesquisa, 4 exercícios e as instruções para o trabalho sobre os eclipses e fases da Lua.
2º etapa – 1º encontro presencial Tempo: aproximadamente 100 minutos	2º atividade Apresentação do trabalho Tempo: 20 min	Apresentação do trabalho sobre as fases da Lua e eclipses, explicando a relação desses fenômenos com a óptica geométrica.
	3º atividade Roda de conversa Tempo: 15 min	A roda de conversa em torno das questões norteadora e da correção dos exercícios que estavam no final da apresentação de slides.
	4º atividade Resolução do 1º questionário Tempo: 55 min	Resolução em grupos do 1º questionário contendo questões referentes ao material enviado.
3º etapa – envio do 2º material	5º atividade 2º envio do material didático. Enviado uma semana antes do encontro presencial.	Envio de <i>Power Point</i> contendo explicações sobre refração e reflexão da luz e espelhos planos, 2 exercícios e um vídeo de autoria da professora.
4º etapa – 2º encontro presencial Tempo: aproximadamente 100 minutos	6º atividade Roda de Conversa Tempo: 10 minutos	Roda de conversa sobre o material enviado e a correção dos exercícios contidos na apresentação de <i>Power Point</i> .
	7º atividade Atividades experimentais Tempo: 90 minutos	Resolução em grupos do 2º questionário contendo questões respondidas através de atividades experimentais.
	8º atividade Percepção dos alunos Tempo: 10 minutos	Ao final da aplicação da SAI foi solicitado que os alunos descrevessem os pontos positivos e negativos sobre os estudos de óptica.

Fonte: Elaborado pela autora

Os exercícios e as questões norteadoras devem ser respondidos nos cadernos antes do encontro presencial. Os *slides* foram preparados pela professora pesquisadora a partir de pesquisas em livros didáticos e internet.

Após o envio do material é importante verificar se todos os alunos conseguiram visualizar o conteúdo e se colocar à disposição para esclarecer dúvidas que ocorram durante a semana.

Figura 1 – Slides do primeiro envio de material.



ÓPTICA

1º Aula

Prof. Carolina Krupp Confortin

Fonte: Google Imagens

1

Óptica Geométrica

A óptica geométrica estuda os fenômenos que ocorrem devido à propagação retilínea da luz.

Todos os objetos que vemos enviam luz aos nossos olhos.

A luz pode ser descrita como uma onda eletromagnética que se propaga tanto nos meios materiais como no vácuo.

No vácuo a velocidade da luz é de aproximadamente 3×10^8 m/s (300.000.000 m/s).

O espectro da luz visível são as cores que nossos olhos são capazes de enxergar.

A luz emitida pode ser monocromática (luz composta de uma só cor) ou policromática (quando a luz resulta da composição de cores diferentes).

2

Espectro de Luz visível

Cores do Espectro Visível		
Cor	Comprimento de onda	Frequência (*)
VERMELHA	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
LARANJA	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
AMARELA	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
VERDE	500-565 nm	~ 600-530 THz
CIANO	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
AZUL	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
VIOLETA	380-440 nm	790-680 THz

Obs.: (*) THz = trilhões de Hertz

Fonte: Google imagens

nm = 10^{-9} m ou 0,000000001m

1. Assista ao vídeo Faça suas anotações em seu caderno !!!

<https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uR>

3

- Os objetos brancos não absorvem nenhuma cor eles refletem todas as cores. O branco resulta de uma mistura de todas as cores.
- Os objetos pretos absorvem todas as cores, não refletem nenhuma. O preto é a ausência de cor.



Fonte: Google imagens



Fonte: Google imagens

4

Raios de Luz



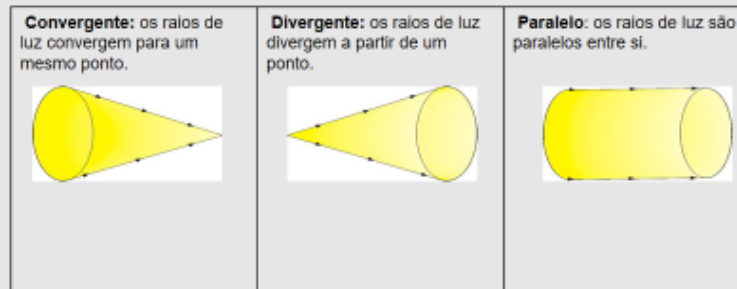
Fonte: Google Imagens

Raios de luz são linhas orientadas que representam a direção e o sentido da propagação da luz emitida por uma fonte.

Um conjunto de infinitos raios de luz recebe o nome de feixe de luz.

5

- O feixe de luz pode ser:



Fonte: Google Imagens

6

Exemplos

CONVERGENTE	DIVERGENTE	PARALELO
		

Fonte: Google imagens

7

Fontes de luz primária

Fontes primárias de luz são aquelas que emitem luz própria. Por exemplo o sol e a chama de uma vela.



Fonte: Google imagens

8

Fontes de luz secundária



Fonte: Google Imagens

Fonte de luz secundária é aquela que não possui luz própria. Ela reenvia a luz que recebe de uma fonte primária. Exemplo: Lua e sofá.

9

- Fontes pontuais são as fontes de luz que apresentam dimensões desprezíveis (pequenas) em relação às distâncias que as separam dos corpos. Ex: uma estrela distante da Terra, como por exemplo, a estrela Ícaro.

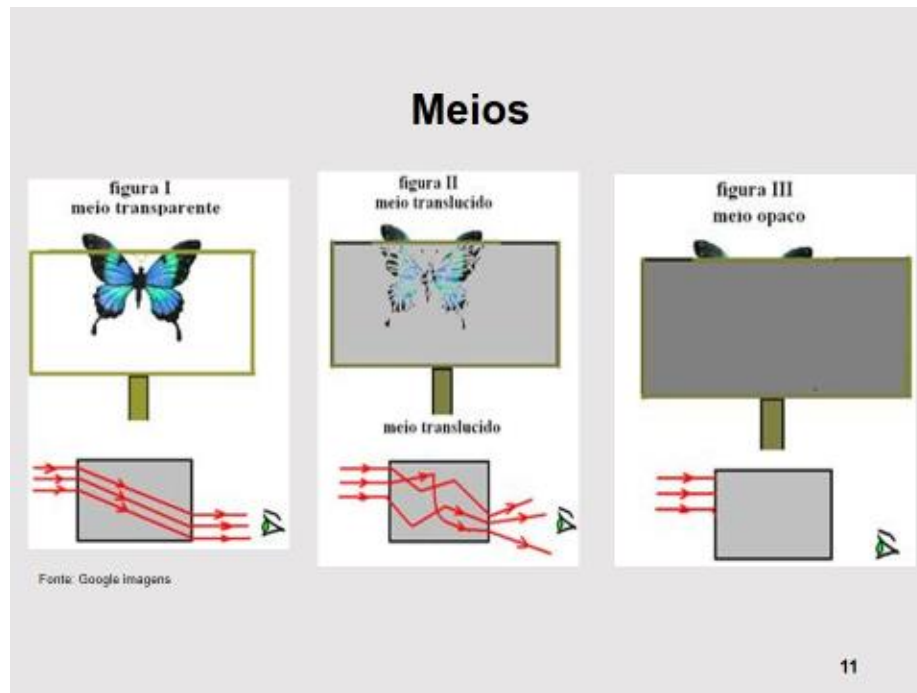


Fonte: Google Imagens

- Fontes extensas são as fontes de luz cujas dimensões são relevantes (consideráveis) quando comparadas com as distâncias que as separam dos corpos iluminados. Ex: Lâmpada fluorescente iluminando um escritório.



10



2. Exemplifique:

- a) Fontes primárias e secundárias.
- b) Fonte de luz pontual e extensa.
- c) Raios de luz convergente, divergente e paralelos.
- d) Meios opacos, translúcidos e transparentes.

• OBS: Procure exemplos diferentes dos apresentados nos slides.

Ano – luz

Ano – luz é a distância que a luz percorre no vácuo em um ano terrestre.

Ano – luz é uma medida de distância e não de tempo.

Para calcular 1 ano – luz multiplicamos a velocidade da luz pela quantidade de segundos existente em um ano.

$$v = \frac{D}{t}, \text{ logo : } 300.000 \text{ km/s} = \frac{D}{31\,536\,000 \text{ s}}$$

Isolando a variável temos que a distância de 1 ano – luz é de aproximadamente 9. 460. 800.000.000 km.

13

Princípios da óptica geométrica

- Princípio da propagação retilínea da luz

A luz se propaga em linha reta em um meio homogêneo.



Fonte: Google Imagens

14

- Princípio da independência dos raios de luminosos

As trajetórias dos raios de luz são independentes, ou seja, um raio de luz não interfere na trajetória de outros raios de luz.



Fonte: Google imagens

15

- Reversibilidade dos raios de luz



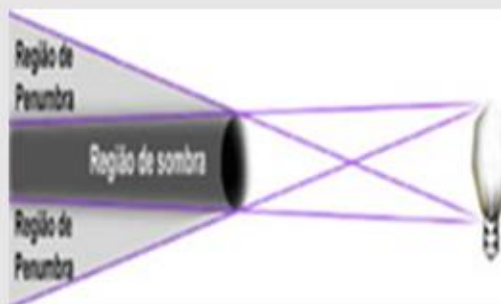
Fonte: Google imagens

A trajetória de um raio de luz não se modifica quando o sentido da sua propagação é invertido.

16

SOMBRAS

3. O que você entende como sombra? Descreva o que são sombra e penumbra.



Fonte: Google imagens

17

Eclipses

4. Acesse o link e realize as atividades abaixo.

<https://www.youtube.com/watch?v=2eunZV1cq94>

a) Desenhe em seu caderno um esboço dos eclipses lunares e solares.

b) Formem grupos de até 4 integrantes para representar e explicar os eclipse do Sol e da Lua e as fases da Lua.

OBS: A apresentação do trabalho ocorrerá no primeiro momento da próxima aula presencial.

18

FASES DA LUA

Fases da Lua no hemisfério sul
em novembro de 2018



Fases da Lua no hemisfério norte
em novembro de 2018



Fonte: Google imagens

Observe a forma com que a Lua se apresenta no hemisfério sul e norte. O que você percebe?
No endereço abaixo podes acessar as fases da Lua e trocar a data e hemisférios.
https://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml

19

Para Pesquisar e Responder em seu caderno

- As fases da Lua são iguais no hemisfério norte e no hemisfério sul?
- Quando foi o último eclipse solar e lunar que pudemos observar no hemisfério sul?
- Pesquise sobre o disco de Newton e a relação de Newton com a óptica.
- Como o arco íris é formado?
- Sabemos que a velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente 300 000 km/s. Quanto tempo é necessário para que a luz chegue à Terra se ela partir do Sol? Considere a distância $1,5 \times 10^8$ km.

20

Fonte: Elaborado pela autora

3.2 Apresentação do trabalho

A apresentação do trabalho sobre os eclipses e fases da Lua ocorre no início do primeiro encontro presencial. A instrução dada aos alunos no *slide* 18, mostrado na figura 1, pede a eles que esbocem em seus cadernos as representações dos

eclipses solares e lunares e as fases da Lua e elaborem uma maneira de representá-los e explicá-los. O trabalho deve ser apresentado em grupo de até 3 integrantes. Importante encorajar os alunos a utilizarem a criatividade para as apresentações.

Antes da apresentação do trabalho, a professora deve olhar os cadernos dos alunos com as representações e explicações dos fenômenos e verificar se as mesmas estão corretas. Os alunos, então, vão à frente do quadro e apresentam seus trabalhos. Após a apresentação abre-se para perguntas e considerações dos colegas e da professora. As apresentações devem ser curtas, aproximadamente 5 minutos para cada grupo. Ao formularem uma maneira de representar e explicar sobre os fenômenos os alunos estão refletindo sobre ele. Através dos registros e apresentação os alunos estabelecem a relação entre as sombras e os eclipses e fases da Lua.

3.3 Primeira roda de conversa

Após as apresentações de trabalho, os alunos retornam aos seus lugares e inicia-se a roda de conversa. No primeiro momento da roda de conversa a professora deve perguntar aos alunos se há alguma dúvida referente ao material enviado. Se existirem dúvidas, estas devem ser trabalhadas e explicadas a todos. Logo após, a professora lê o enunciado dos exercícios enviados nos *slides* 3, 12 e 17 (figura 1). De maneira organizada, os alunos que desejam responder às questões, se manifestam e expõem ao grande grupo suas respostas. Durante a correção devem-se ouvir as diferentes respostas dadas pelos alunos, listá-las e discuti-las com os demais alunos.

Em seguida são debatidas as respostas das questões norteadoras de pesquisa presentes no *slide* 20 (figura 1). As quatro primeiras questões abordam conceitos que foram apresentados no material didático. A professora lê o enunciado e os alunos respondem. Uma mesma questão pode ser respondida por mais de um aluno, sendo assim, constrói-se a resposta coletivamente. Para responder a última questão norteadora, em algumas turmas, é preciso fazer uma pequena retomada dos conceitos de cinemática e corrigir a questão detalhadamente no quadro. O tempo estimado para essa atividade é de cerca de 15 minutos.

3.4 Primeiro questionário respondido pelos alunos

Após a apresentação de trabalho e a roda de conversa os alunos reúnem-se em grupos de até 4 integrantes. Com consulta ao material didático enviado pelo grupo e armazenado em seus celulares e aos apontamentos e pesquisas registradas nos cadernos, os alunos respondem a um questionário. O questionário está mostrado a seguir e consiste de 15 questões, sendo 10 questões de múltiplas escolhas, 3 questões dissertativas e 2 questões de cálculos. O tempo estimado para essa atividade é de aproximadamente 55 minutos.

Durante a atividade a professora deve circular pela sala, atender aos grupos, responder a dúvidas e questionamentos individuais e coletivos. A finalidade da resolução do questionário é, além de consolidar e exercitar os conceitos estudados, estimular interação e o pensamento crítico do aluno.

PRIMEIRO QUESTIONÁRIO

1. (QUESTÃO AUTORAL) Quais as diferenças observadas entre o eclipse solar e o lunar?

2. (UNICAMP) O efeito das fases da Lua pode ser atribuído essencialmente à:
 - a) Reflexão da luz do Sol na Lua.
 - b) Refração da luz do Sol na Lua.
 - c) Reflexão da luz do Sol na Terra.
 - d) Refração da luz do Sol na Terra.
 - e) Sombra da Terra sobre a Lua.

3. (BRASIL ESCOLA) Entre as alternativas a seguir, escolha aquela que contém apenas fontes primárias de luz.
 - a) Fósforo, Sol, Lua
 - b) Lua, Júpiter, Sol
 - c) Vela acesa, Sol, Lua
 - d) Estrelas, fósforo aceso, Sol
 - e) Estrelas, pilha de lanterna e Sol

4. (BRASIL ESCOLA) As afirmações a seguir tratam de conceitos básicos de Óptica Geométrica. Indique as afirmações incorretas.

a) Raios de luz são setas orientadas que representam a luz e são classificados como paralelos, convergentes e divergentes.

b) São denominados feixes de luz um conjunto de raios finitos de luz.

c) Fontes secundárias de luz são aquelas que não produzem luz própria. A cadeira é um exemplo de fonte secundária.

d) A Óptica Geométrica estuda os fenômenos com base em experimentos e não analisa a natureza física da luz, mas a interpreta como setas orientadas denominadas de raios de luz.

e) Fontes de luz primárias são aquelas que emitem luz própria como a Lua.

5. (UNITAU) Dois raios de luz, que se propagam em um meio homogêneo e transparente, interceptam-se em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que:

a) os raios luminosos cancelam-se.

b) mudam a direção de propagação.

c) continuam propagando-se na mesma direção e sentido que antes.

d) propagam-se em trajetórias curvas.

e) retornam em sentidos opostos.

6. (QUESTÃO AUTORAL) O que você entende por fontes de luz? Como elas são classificadas?

7. (FÍSICA – VOLUME ÚNICO. ED. MODERNA) Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente $3 \cdot 10^5$ km/s, calcule o valor de 1 ano-luz em quilômetros.

8. (FÍSICA - VOLUME ÚNICO. ED. MODERNA) LIVRO MODERNA O diâmetro da nossa galáxia, a Via Láctea, é de aproximadamente 100.000 anos – luz. Qual é o diâmetro da Via Láctea em quilômetros? Compare este diâmetro com a distância da Terra ao Sol, 150×10^6 km.

9. (UEL – PR - Adaptada) Considere as seguintes afirmativas e classifique-as em verdadeira ou falsa.

I. A água pura é um meio translúcido

II. O vidro fosco é um meio opaco.

III. O ar de uma sala é um meio transparente.

10. (QUESTÃO AUTORAL) Em quantas cores a luz branca pode ser vista ao ser decomposta?

11. (UFES) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

a) amarelo.

b) azul.

c) preto.

d) violeta.

e) vermelho

12. (UFRN) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilhar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilhar será iluminada agora com luz monocromática verde, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo:

- a) verde, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.
- d) vermelho, pois a cor do vestido independe da radiação incidente.

13. (UFCE) “Quando dois ou mais raios de luz vindos de fontes diferentes se cruzam, seguem suas trajetórias de forma independente, como se os outros não existissem.” Este texto caracteriza:

- a) O princípio da reversibilidade dos raios luminosos;
- b) O princípio da propagação retilínea da luz;
- c) A refração da luz;
- d) O princípio da independência dos raios luminosos;
- e) A polarização da luz.

14. (UNITAU-SP) Um observador A, olhando num espelho plano, vê outro observador B. Se B olhar no mesmo espelho, ele verá o observador A. Este fato é explicado pelo princípio da:

- a) propagação retilínea da luz
- b) independência dos raios luminosos
- c) reversibilidade dos raios luminosos
- d) da reflexão
- e) refração

15. (CESGRANRIO) Às 18,0h, uma pessoa olha para o céu e observa que metade da Lua está iluminada pelo Sol. Não se tratando de um eclipse da Lua, então é correto afirmar que a fase da Lua, nesse momento:

- a) só pode ser quarto crescente
- b) só pode ser quarto minguante
- c) só pode ser Lua Cheia
- d) só pode ser Lua Nova
- e) pode ser quarto crescente ou quarto minguante

3.5 Segundo de material didático enviado

O segundo material consiste em uma apresentação de *Power Point*, salva em *PDF*, contendo 13 *slides* e deve ser enviado aos alunos uma semana antes do segundo encontro presencial. O material foi produzido pela professora pesquisadora e refere-se ao conteúdo apresentado na tabela 1 (2º Material Enviado). Foi encaminhado, também, um vídeo explicativo preparado pela professora sobre a refração e reflexão da luz. Para a elaboração do vídeo utilizaram-se o simulador *Phet Colorado*⁵ e um programa gratuito de captura de tela, *Apowersoft Limitede*⁶. O material foi enviado uma semana antes do encontro presencial e é composto de:

- Explicações;
- Exemplos;
- Dois exercícios para serem respondidos antes do encontro presencial;
- Um vídeo.

A figura 2 mostra o segundo material enviado aos alunos pelo mesmo grupo de *WhatsApp*. Deve-se alertar aos alunos que o material é composto de um vídeo explicativo e solicitar que confirmem o recebimento e a visualização do material e do vídeo.

Figura 2 – *Slides* do segundo envio de material.



⁵ *Phet* cria simulações interativas de ciências e matemática gratuitamente. Elaborado pela Universidade do Colorado Boulder no ano de 2002 disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

⁶ Gravador de tela gratuito disponível em https://www.apowersoft.com.br/gravador-de-tela-gratis_.

REFLEXÃO DA LUZ

A reflexão da luz é um fenômeno óptico. Ela ocorre quando um feixe de luz incide (atinge, chega) em uma superfície refletora e retorna ao seu meio de origem.

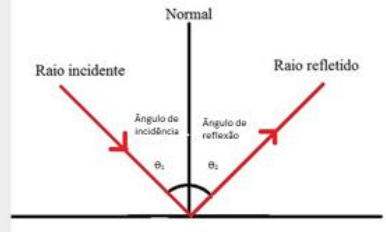
A superfície de separação entre dois meios é chamada de interface.

Normal é a reta traçada perpendicularmente à interface entre dois meios. A normal, portanto, forma um ângulo de 90° com a superfície refletora ou interface.

O ÂNGULO DE INCIDÊNCIA É SEMPRE IGUAL AO ÂNGULO DE REFLEXÃO.

OS ÂNGULOS SÃO SEMPRE MEDIDOS EM RELAÇÃO À RETA NORMAL.

Superfície refletora ou Interface



Fonte: Imagem autorai

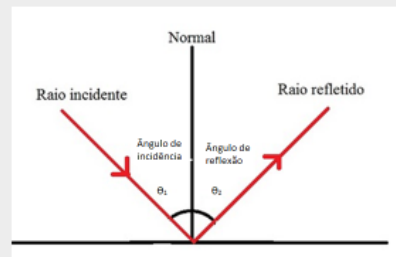
2

LEIS DA REFLEXÃO

1° Lei da reflexão: O raio incidente, a reta normal e o raio refletido estão contidos no mesmo plano.

2° Lei da reflexão: O ângulo incidente tem a mesma medida do ângulo de reflexão.

$$\theta_1 = \theta_2$$



3

REFLEXÃO REGULAR OU ESPECULAR

Ocorre quando a superfície refletora é perfeitamente lisa e plana, como no espelho mostrado na figura ao lado.



Fonte: Google imagens



Fonte: Elaborado pela autora

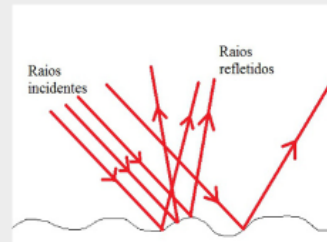
4

REFLEXÃO DIFUSA

Ocorre quando a superfície refletora é irregular. O feixe de luz incide na superfície e retorna em todas as direções.

Como os raios de luz são refletidos de forma irregular podem ser percebidos por diversos observadores em vários pontos diferentes.

É por causa da reflexão difusa que podemos enxergar os objetos como uma mochila, por exemplo.



Fonte: Google imagens

5

1. Pesquise sobre a fibra óptica e a reflexão interna total da luz. Escreva no seu caderno, de forma sucinta, os principais apontamentos da sua pesquisa.



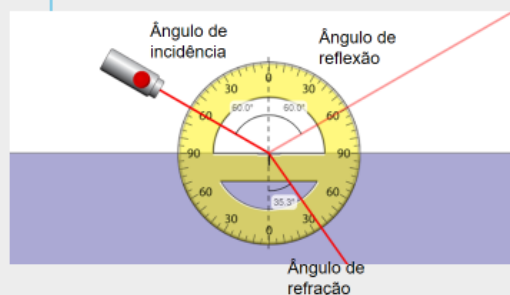
Fonte: Google imagens



Fonte: Google imagens

6

REFRAÇÃO DA LUZ



Fonte: Elaborado pela autora

A refração ocorre quando um raio de luz passa de um meio para outro. Neste caso há mudança no ângulo do raio refratado em relação ao ângulo de incidência.

IMPORTANTE:

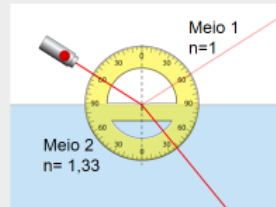
- O ÂNGULO DE INCIDÊNCIA É SEMPRE IGUAL AO ÂNGULO DE REFLEXÃO.
- OS ÂNGULOS SÃO SEMPRE MEDIDOS EM RELAÇÃO À RETA NORMAL.

7

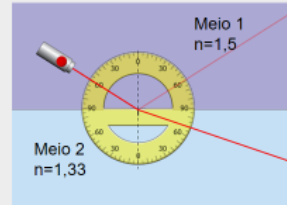
Chamamos de índice de refração de um meio (n) a relação entre a velocidade da luz no vácuo "c" e a velocidade da luz nesse meio "v".

$$n = \frac{c}{v}$$

Quando o índice de refração do meio 1 é menor que o do meio 2 o raio refratado se aproxima da reta normal. O ângulo de refração é menor do que o de incidência.

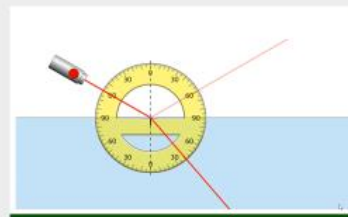


Quando o índice de refração do meio 1 é maior que o do meio 2 o raio refratado se afasta da reta normal. O ângulo de refração é maior do que o de incidência.



8

ASSISTA O VÍDEO E ANOTE SUAS DÚVIDAS...



Disponível em : <https://youtu.be/PTR9QKyLQo8>

9

ESPELHOS PLANOS



Fonte: Arquivo autora

10

ESPELHOS PLANOS

- ❖ Os espelhos planos produzem sempre o mesmo tipo de imagem.
- ❖ A imagem formada por eles será sempre virtual.
- ❖ Direita (imagem com a mesma orientação do objeto).
- ❖ A imagem possui o mesmo tamanho que o objeto.
- ❖ Enantiomorfa : Imagem oposta ao objeto, o lado esquerdo da imagem representa o lado direito do objeto. Observe a mão erguida da criança na foto ao lado.



Fonte: Arquivo autora

11

A distância entre a imagem e o espelho é igual a distância entre o objeto e o espelho.

A distância d_1 entre a menina e o espelho é igual a distância d_2 entre a sua imagem e o espelho, $d_1 = d_2$.



Fonte: Arquivo autora

12

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

Para determinar o número de imagens formadas na associação de espelhos planos, utilizamos:

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

Onde:

N = número de imagens formado

α = ângulo formado entre os espelhos

Observe o exemplo ao lado, o objeto forma 8 imagens e o ângulo entre os espelhos é de 40° .

$$\begin{aligned} N &= \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \dots \rightarrow 8 = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \\ 8\alpha &= 360^\circ - \alpha \dots \rightarrow 9\alpha = 360^\circ \\ \alpha &= \frac{360^\circ}{9} \dots \rightarrow \alpha = 40^\circ \end{aligned}$$



Fonte: Google imagens

13

EXEMPLO E EXERCÍCIOS



Fonte: Arquivo autora

2. Calcule o ângulo formado entre os espelhos mostrados na figura ao lado.
3. Considere uma pessoa se movendo na frente do espelho. A velocidade da imagem será igual a da pessoa?

14

Fonte: Elaborado pela autora

3.6 Segunda roda de conversa

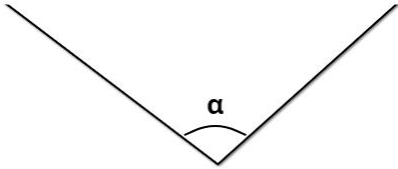
A primeira atividade do segundo encontro presencial é a segunda roda de conversa. No início da aula a professora deve questionar sobre possíveis dúvidas provenientes do material didático e respondê-las. Em seguida, a professora corrige os exercícios enviados nos *slides* 5 e 13, mostrados na figura 2. Para as questões dissertativas, 1 e 2, a professora lê a pergunta e o aluno que quiser respondê-la se manifesta. Deve-se ouvir mais de um aluno para construção coletiva da resposta. A questão número 3 de cálculo, presente no *slide* 13, deve ser corrigida no quadro detalhadamente pela professora.

3.7 Segundo questionário contendo atividades experimentais

Após a roda de conversa, a sala deve ser organizada para as atividades experimentais. São formadas 4 ilhas de experimentação com as classes dos alunos conforme detalhado na sessão 3.7.1. Após a organização da sala, é entregue aos alunos um questionário contendo atividades experimentais para ser respondido em grupos de, no máximo, 3 integrantes com consulta aos materiais enviados e às anotações dos cadernos. É entregue um questionário por grupo de alunos.

O questionário apresenta três questões (8, 9 e 15) que devem ser respondidas com a utilização das ilhas de experimentação. Quatro questões (1, 4, 6 e 7) podem ser resolvidas com o auxílio de uma rede de difração e dois espelhos planos

10.(MUNDO EDUCAÇÃO) Dois espelhos são alinhados de forma que as direções normais de cada uma de suas superfícies formam um ângulo α entre si, como mostra a figura abaixo:



Assinale a alternativa correta relacionada à situação descrita. Justifique sua escolha.

- a) o número de imagens formadas não depende do ângulo α .
- b) o número de imagens formadas é diretamente proporcional ao ângulo α .
- c) o número de imagens formadas é inversamente proporcional ao ângulo α .
- d) o número de imagens formadas só depende do campo visual de cada espelho.

11.(MUNDO EDUCAÇÃO) Analise as proposições a seguir sobre a reflexão da luz:

I – O fenômeno da reflexão ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio original;

II – Quando ocorre reflexão difusa, a imagem formada é bastante nítida;

III – Na reflexão regular, os raios de luz propagam-se de forma paralela uns aos outros;

IV – Quando a luz é refletida por uma superfície, o ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência da luz.

Estão corretas:

- a) I, II e III apenas
- b) I, III e IV apenas
- c) I, II e IV apenas
- d) II, III e IV apenas
- e) todas afirmativas estão corretas

12. (PUC – SP) O ângulo de incidência, em um espelho plano, é de 30° . Qual o valor do ângulo formado entre o raio refletido e a superfície?

13. (MUNDO EDUCAÇÃO) O ângulo entre um raio de luz que incide em uma superfície e o raio de luz refletido por ela é igual a 80° . Qual é o ângulo entre o raio incidente e a reta normal? E qual é o ângulo entre o raio refletido e a superfície?

14. (BRASIL ESCOLA) Observe a figura e calcule:



- a) o ângulo de incidência
- b) o ângulo de reflexão

c) o ângulo formado pelos raios incidente e refletido

15.(QUESTÃO AUTORAL) Explique o efeito de “caminho infinito” ocorrido no espelho infinito.

3.7.1 As ilhas de experimentação

Para formar uma ilha de experimentação juntam-se duas classes comuns de sala de aula com dimensões aproximadas de 60 cm de comprimento, 48 cm de largura e 71,5 cm de altura, dispostas conforme mostra a figura 3. Os grupos devem alternar-se na realização das atividades. Enquanto um grupo utiliza-se de uma ilha o outro pode, por exemplo, resolver as questões dissertativas. As questões respondidas através das ilhas de experimentação pedem aos alunos que tirem fotos dos experimentos e as enviem para a professora poder efetuar a correção. Essas fotos são enviadas pelo grupo de *WhatsApp* da turma ou individualmente para a professora. As ilhas de experimentação estão detalhadas a seguir.

Figura 3 – Disposição das classes escolares para formação da ilha de experimentação (vista de cima).



Fonte: Arquivo pessoal

- Primeira ilha de experimentação: reflexão e refração da luz I

A primeira ilha de experimentação tem como objetivo trabalhar a relação entre os ângulos de incidência, de reflexão e de refração da luz. A ilha deve ser utilizada para a resolução da questão 9 (itens a e b). Para a montagem da ilha são necessários os seguintes materiais:

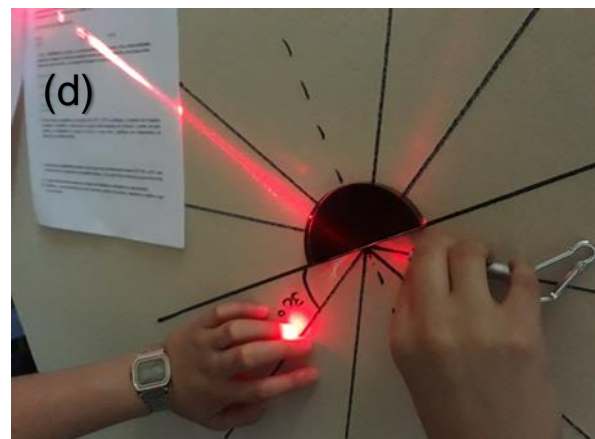
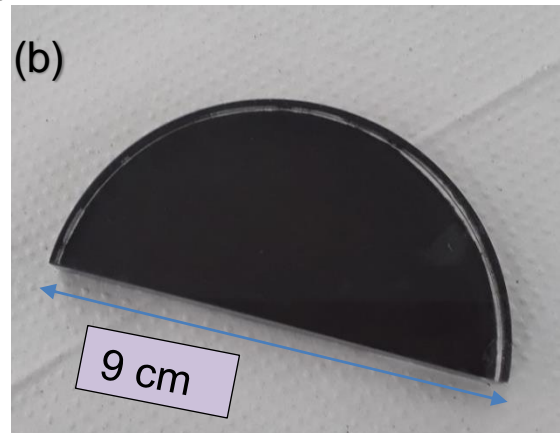
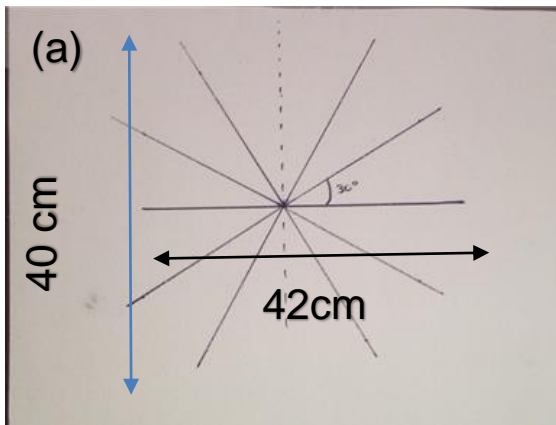
- Cartolina com dimensões de 63 cm x 80,5 cm;

- Transferidor;
- Caneta para quadro branco;
- Perfil semicircular de acrílico;
- Laser.

Fazem-se, na cartolina, marcações de ângulos com intervalos de 30° conforme mostra o quadro (a) da figura 4. O perfil semicircular de acrílico está mostrado no quadro (b) da figura 4. Encontra-se o perfil semicircular de acrílico para vender na internet em forma de kit, com perfis de outros formatos, no valor de aproximadamente R\$ 90,00. Buscou-se uma forma de substituir o perfil que está apresentada na terceira ilha de experimentação. O modelo de laser usado está apresentado no quadro (c) da figura 4 e é encontrado em livrarias com custo de aproximadamente R\$ 10,00. O quadro (d) da figura 4 mostra a primeira ilha de experimentação pronta para ser utilizada pelos alunos.

Figura 4 – Primeira ilha de experimentação.

(a) Cartolina contendo a representação dos ângulos. (b) perfil semicircular de acrílico, (c) laser utilizado no experimento e (d) ilha pronta para a experimentação.



Fonte – Arquivo autora

Os alunos devem incidir o laser para ângulos de 30° , 60° e 90° sobre a parte plana do perfil semicircular de acrílico e analisar a relação entre os ângulos de incidência e os ângulos dos raios refletidos e refratados para resolverem a questão proposta. Os alunos devem fotografar o experimento e enviar a foto para a professora através do *WhastApp*.

- Segunda ilha de experimentação: espelho infinito

A segunda ilha de experimentação objetiva trabalhar a reflexão da luz. Para a montagem do espelho infinito são necessários:

- Um pedaço de papelão de aproximadamente 23 cm x 23 cm;
- Uma tira de papelão com 100 cm x 5 cm;
- Um espelho simples e um fosco, cada um com dimensões de 20 cm x 20 cm;
- Um conjunto de luzes de Natal com 100 lâmpadas;
- 1 tesoura;
- 2 réguas;
- Cola-quente ou fita adesiva.

MONTAGEM DO ESPELHO INFINITO

1º Passo - Recorta-se o papelão em 4 tiras de 22 cm x 5 cm conforme mostra a figura 5.

Figura 5 – Tiras de papelão para as laterais do espelho infinito.



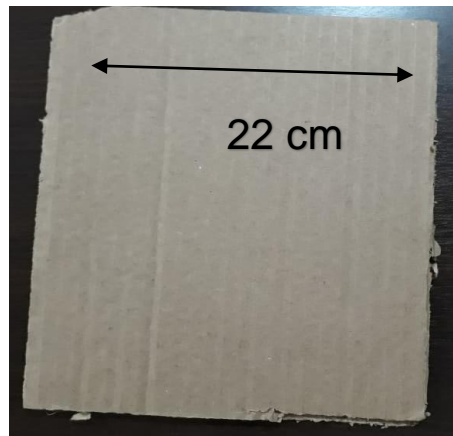
Fonte - Arquivo autora

2º Passo - Recorta-se um quadrado de papelão com dimensões de 22 cm x 22 cm para ser o suporte (fundo) do espelho conforme mostra a figura 6.

3° Passo - Fazem-se 20 furos nas quatro tiras de papelão, com intervalos de 0,5 cm entre os furos, que serão as laterais do espelho, conforme mostrado na figura 7.

4° Passo - Encaixam-se as luzes de Natal conforme mostrado na figura 8. Não esqueça de colocar o fundo de papelão. O fundo de papelão e as laterais podem ser colocadas com cola quente ou fita adesiva.

Figura 6 - Suporte para o espelho infinito.



Fonte: Arquivo autora

Figura 7 – Furos para encaixe das luzes de Natal.



Fonte : Arquivo autora

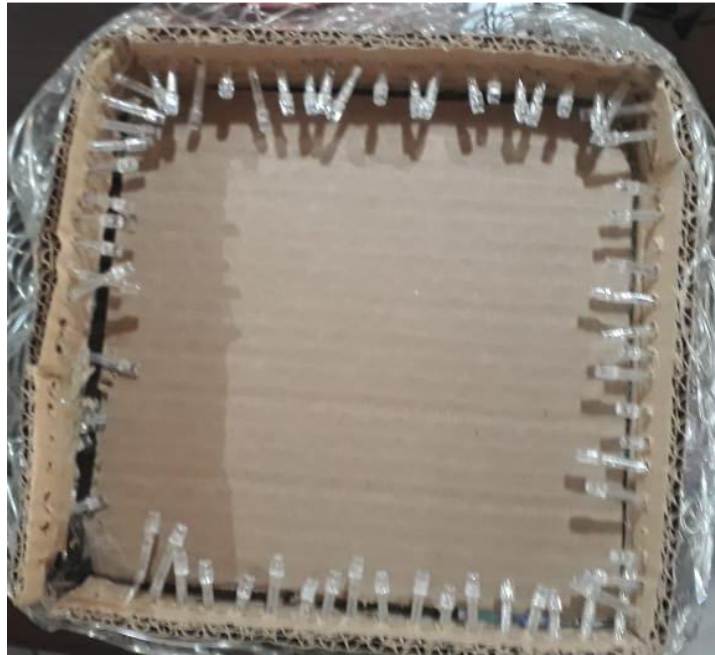
Figura 8 – Colocação das luzes de Natal.



Fonte : Arquivo autora

A figura 9 apresenta como devem ficar o suporte e as laterais para receberem os espelhos. O suporte para os espelhos pode ser feito, também, por outros materiais, como por exemplo, madeira.

Figura 9 – Suporte e laterais do espelho infinito.



Fonte : Arquivo autora

5° Passo - Coloca-se sobre o fundo de papelão, na parte de baixo, o espelho conforme mostrado na figura 10.

Figura 10 – Encaixe do espelho.

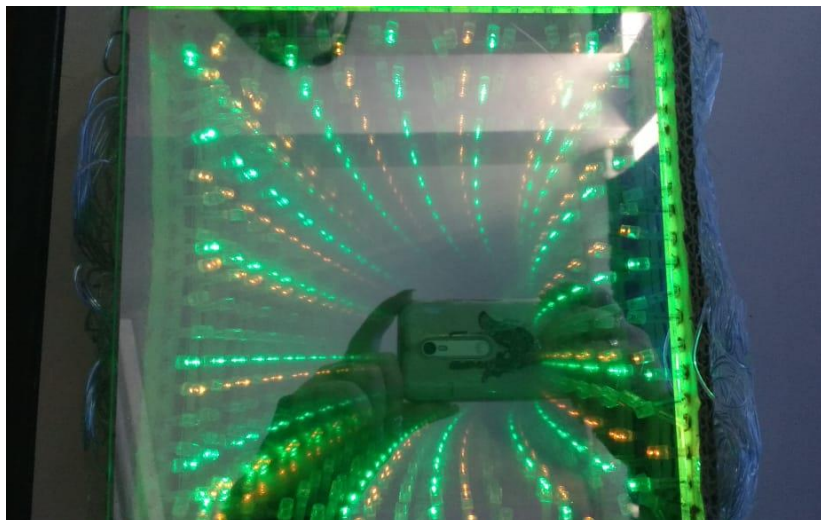


Espelho

Fonte : Arquivo autora

6° Passo - Coloca-se na parte de cima, sobre as laterais, o espelho fosco e ligam-se as luzes conforme exibido na figura 11.

Figura 11- Espelho infinito funcionando.



Fonte : Arquivo autora

Ao observar o espelho infinito, os alunos devem perceber a reflexão dos raios luminosos e explicar o “caminho infinito das luzes”.

- Terceira ilha de experimentação: reflexão e refração da luz II

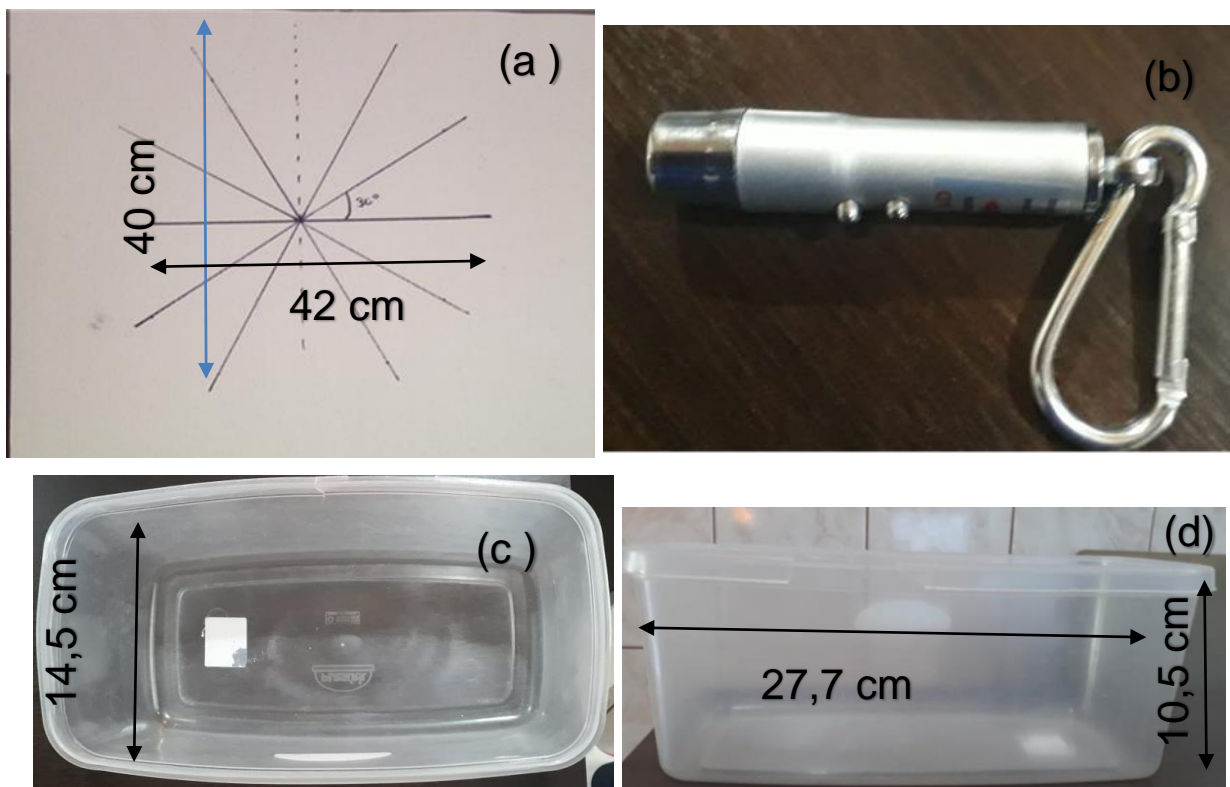
A terceira ilha deve ser utilizada para responder à questão 9c. A questão aborda a relação entre o raio incidente e os raios refletidos e refratados. Para a montagem da ilha são necessários os seguintes materiais:

- Bacia com dimensões aproximadas de 27,5 cm x 10,5 cm x 14,5 cm;
- Água;
- Cartolina com dimensões de 63 cm x 80,5 cm;
- Laser;
- Régua;
- Caneta preta para quadro branco.

Fazem-se, na cartolina, marcações de ângulos com intervalos de 30° conforme mostra o quadro (a) da figura 12. O quadro (b) da figura 12 ilustra modelo de laser utilizado. O modelo de marcação realizado na cartolina e o laser são os mesmos utilizados na primeira ilha de experimentação. Os quadros (c) e (d) mostram a bacia com água utilizada no experimento.

Figura 12 – Terceira ilha de experimentação.

(a) Cartolina com as marcações e dimensões para a realização da atividade. (b) Laser utilizado no experimento. (c) e (d) Dimensões da bacia.



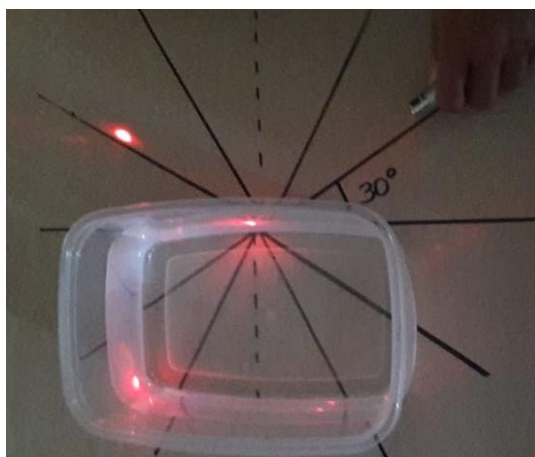
Fonte: Arquivo autora

Para a realização do experimento é necessário encher metade da bacia com água, conforme mostrado na figura 13. Os alunos incidem o laser em ângulos de 30° , 60° e 90° e relatam o comportamento dos raios de reflexão e refração. Os alunos devem fotografar o experimento e enviar a foto para a professora através do *WhatsApp*. A bacia com água é utilizada como alternativa ao perfil semicircular de acrílico, comportando-se como um prisma onde a luz irá refletir e refratar conforme mostra a figura 13. É possível perceber o comportamento dos raios luminosos e efetuar a relação entre a teoria e a prática estudada.

- Quarta ilha de experimentação: associação de espelhos planos

A quarta ilha é utilizada para responder à questão número 8 que se refere a relação que há entre a quantidade de imagens formadas e o ângulo formado entre

Figura 13 – Demonstração do experimento referente à terceira ilha de experimentação.



Fonte: Arquivo autora

dois espelhos planos. Para montagem da ilha fazem-se necessários os seguintes materiais:

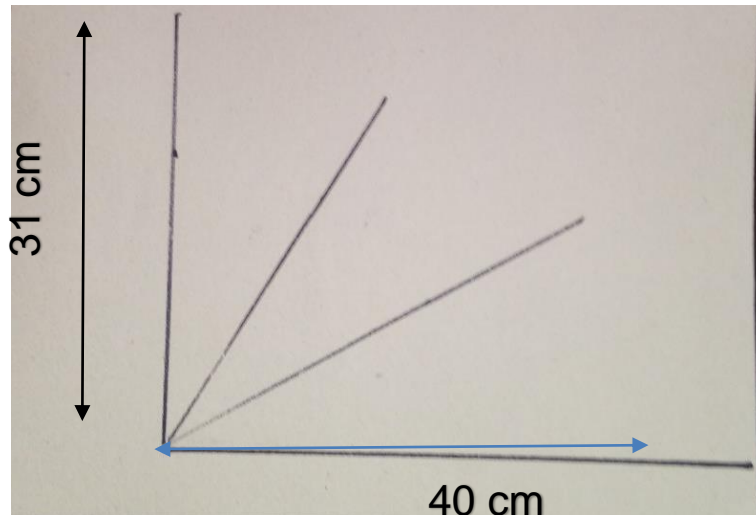
- Dois espelhos planos com dimensões de 10 cm x 15 cm;
- Um transferidor;
- Um objeto pequeno com dimensões de 4 cm x 4,5 cm x 6 cm;
- Uma cartolina com dimensões de 30,5 cm x 51,2 cm.

Traçam-se, na cartolina, ângulos com intervalos de 30° conforme mostrado na figura 14.

Os alunos devem dispor dos espelhos e do objeto, conforme mostrado na figura 15, formando entre os espelhos os ângulos indicados na questão. Em seguida os alunos contam a quantidade de imagens formadas, fotografam o experimento e comprovam, através de cálculo, o número de imagens formadas pela associação dos espelhos. A foto deve ser enviada à professora pelo *WhatsApp* para a correção da questão.

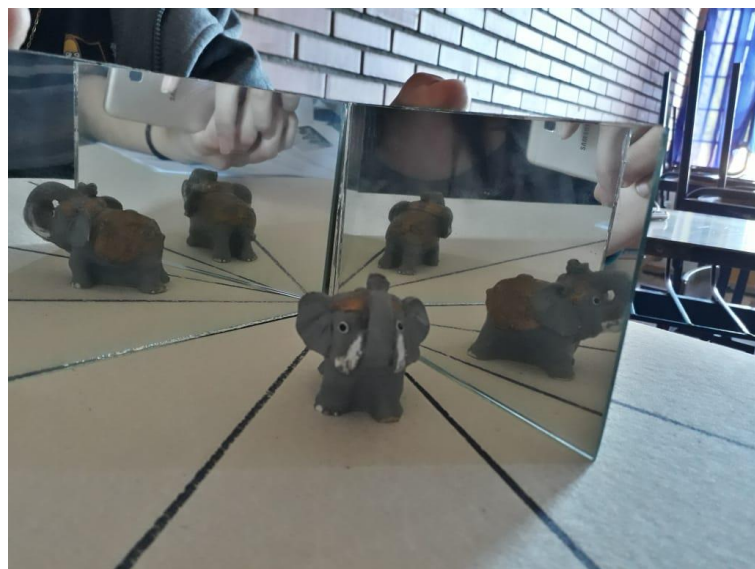
Os alunos, ao comprovarem matematicamente o número de imagens verificados experimentalmente, percebem a relação entre a teoria e a prática estudada. A utilização dos celulares tem o propósito de estimular o uso consciente do celular como ferramenta educacional.

Figura 14 – Marcações na cartolina para o experimento da quarta ilha.



Fonte: Arquivo autora

Figura 15 – Atividade experimental sobre associação de espelhos planos.



Fonte: Arquivo autora

3.7.2 Outras possíveis atividades experimentais

Além das questões a serem respondidas através das ilhas de experimentação o questionário traz as questões 1, 4, 6 e 7, que podem ser respondidas com o auxílio de materiais presentes na sala de aula como uma rede de difração mostrada no quadro (a) da figura 16, laser e espelhos planos.

- Questão número 1

Para responder à questão número 1, o aluno incide uma luz branca sobre a rede de difração conforme mostra o quadro (b) da figura 16. A rede de difração utilizada para o experimento possui 1000 linhas/mm e dimensões de 5 cm x 5 cm. A rede de difração é encontrada para vender na internet por um preço médio de R\$ 45,00. Como alternativa à rede de difração pode-se utilizar-se de um CD. O laser utilizado nesse experimento é do mesmo modelo usado nas primeira e terceira ilhas de experimentação.

Figura 16 – Experimento com rede de difração.

(a) Modelo de rede de difração utilizado no experimento. (b) Espectro luminoso formado por um aluno.



Fonte: Arquivo autora

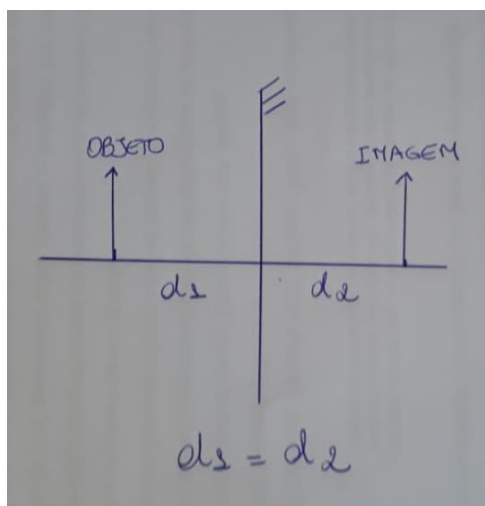
- Questões números 4 e 6

A questão número 4 solicita ao aluno que indique qual a distância formada entre o objeto e a sua imagem. A questão número 6 pede a espessura de um espelho sendo

conhecida a distância entre o objeto e a sua imagem. Para resolver ambas questões os alunos, às vezes, intuitivamente, fazem uso dos espelhos planos disponíveis na sala de aula.

Para a resolução da questão número 4 pode-se fazer um esquema semelhante ao da figura 17 onde mostra-se que a distância entre o objeto e o espelho será a mesma entre que a distância a imagem e o espelho. A questão número 6 refere-se à espessura do espelho. Para verificar experimentalmente o enunciado da questão, deve-se pegar o lápis e dispor verticalmente em cima do espelho conforme mostra a figura 18.

Figura 17 – Esquema para representar a distância entre objeto e imagem



Fonte: Arquivo autora

Figura 18 – Verificação experimental da questão número 6.



Fonte: Arquivo autora

- Questão número 7

A questão número 7 explora a reversibilidade da luz quando refletida no espelho plano. Os alunos utilizam-se dos espelhos planos para a resolverem experimentalmente. Colocando o espelho em frente aos seus uniformes os alunos observam como as letras aparecem refletidas no espelho.

3.8 Percepções dos alunos

Após o término da aplicação da SAI com experimentação, solicita-se que os alunos escrevam livremente e anonimamente, em um papel, suas percepções sobre a aplicação da SAI. Dessa maneira pode-se verificar os pontos positivos e negativos da aplicação da SAI. Considera-se importante ouvir os comentários dos alunos e analisar, junto aos resultados das atividades, os pontos que podem ser aprimorados na utilização da SAI.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da SAI de óptica com experimentação proporcionou aos alunos que realizassem atividades diversificadas no ensino da física. Segundo Moran (2013, p.34) “Aprender hoje é buscar, comparar, pesquisar, produzir, comunicar”. A pesquisa prévia seguida da apresentação de trabalho, roda de conversa, resolução dos questionários e atividades experimentais convidam o aluno a buscar, pesquisar e refletir sobre os conceitos estudados. Ao terem atividades que precisam ser realizadas em um momento anterior ao presencial, o aluno responsabiliza-se por parte do seu aprendizado.

Os momentos propostos nesse produto educacional colocam o aluno como protagonista no processo de aprendizagem, ele é estimulado a atuar ativamente durante todas as etapas da SAI. O que é dúvida para um aluno pode ser respondido pelo outro e, assim, constrói-se coletivamente o aprendizado. O papel do professor é muito importante nesse processo, a ele cabe mediar e orientar a discussão, problematizar e argumentar.

A realização das atividades experimentais, além de atrair os alunos para o aprendizado de física, faz com que ele compreenda a relação entre teoria e a prática dos fenômenos estudados. A partir dessa compreensão o aluno percebe que a física está presente no seu cotidiano.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACICH, Lilian; MORAN, José, **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre : Penso, 2018.

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; TREVISANI, Fernando Mello. **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARRETO, Benigno; XAVIER, Cláudio. **Física 2: aula por aula**. 3 ed. São Paulo:, FTD, 2016.

BERGMANN, J; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem** 1.ed.Rio de Janeiro, 2016.

BERGAMANN, Jonathan. Sala de aula invertida faz o aluno aprender mais, diz Jonathan Bergmann, pioneiro no método. In: RAMAL, Andrea. Entrevista para site G1 com Jonathan Bergmann, em 22 de agosto de 2017. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertidafaz-o-aluno-aprender-mais-diz-jonathan-bergmann-pioneiro-no-metodo.html>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

CONFORTIN, Carolina; IGNACIO, Patrícia; COSTA, Rosângela . Uma aplicação de Sala de Aula Invertida no ensino de física para a educação básica. **Revista Educar Mais**, v. 2, n 1, p. 1-14, 2018.

Disponível em:<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/1231>

FERRARO, Nicolau; TORRES, Carlos M.; PENTEADO, Paulo Cesar M. **FÍSICA – VOLUME ÚNICO** 1º ed. Editora. Moderna, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa** 27º ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido** 50. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GASPAR, Alberto. **Atividades Experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigostki**. 1º ed. São Paulo Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, Alberto. **Experiências de ciências**. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA José R. ; CARRON, Wilson **FÍSICA 2** , 2º ed. 2016.

HALLIDAY, David, RESNIK Robert; WALKER Jearl . **FUNDAMENTOS DE FÍSICA 2**. 4º Ed. 1996. editora Livros técnicos e científicos editora S.A.

MORAN, José Manoel. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas: Papitus 21º ed. 2013.

MORAN, José Manoel. **E educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5º ed. Campinas – SP: Papyrus, 2012.

MORAN, José. Mudando a Educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias contemporâneas**. V. II, p. 15-33, 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. 2º ed. São Paulo – SP: Centauro, 2001.

MUNHOZ, A.S. **Vamos inverter a sala de aula?** ed.1 , Clube dos Autores, 2015, 150p.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. **Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom) Inovando as aulas de física. Física na escola**. São Paulo. Vol 14 n.2.p4-13.

PALANGANA, Isilda C. **Desenvolvimento e Aprendizagem em Piaget e Vigostki – A relevância do social**. 6 ed. São Paulo, Summus, 2015.

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 26-44.

VIGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7^oed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.