



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Atividades de ensino de Óptica Geométrica por meio da integração de atividades experimentais com computacionais

Activities of teaching Geometric Optics through the integration of experimental activities with computational activities

Nayara França Alves¹, Italo Gabriel Neide²

¹ Mestra em Ensino de Ciências Exatas - Universidade do Vale do Taquari – Univates –
nayara.alves@ifap.edu.br

² Doutor em Física - Universidade do Vale do Taquari - Univates – italo.neide@univates.br

Finalidade: Este produto educacional é uma sequência de três atividades experimentais e três atividades computacionais que podem ser usadas no ensino de Óptica Geométrica.

Contextualização

Esse produto educacional surgiu por meio do desenvolvimento de uma pesquisa que utilizou-se da integração entre as atividades experimentais reais com simulações

Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências

Exatas – UNIVATES

Rua Avelino Tallini, 171, Universitário – 95914-014 Lajeado/RS, Brasil – Fone: 51. 3714-7000

e-mail: ppgece@univates.br

home-page: www.univates.br/ppgece



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

computacionais, tendo como público vinte estudantes de graduação do curso de Licenciatura em Física de uma instituição pública federal do município de Macapá-AP.

As atividades realizadas foram elaboradas fundamentadas na estratégia metodológica POE (Predizer, Observar e Explicar) e em atividades experimentais reais e nas simulações computacionais do *PhET* da universidade do colorado.

Deste modo, o uso dessas metodologias ativas com os alunos torna exequível a construção de conhecimentos, pois estas estratégias contribuem para a facilitação da observação do fenômeno físico em estudo pelo público alvo, vez que não precisariam ficar apenas imaginando o fenômeno natural presente no conteúdo. Através desses recursos didáticos é possível observar e assimilar os fenômenos ópticos contidos no dia a dia, com isso, oportunizando o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e dos pensamentos críticos, verificáveis na utilização de ferramentas tecnológicas, dentre as quais os *softwares* simuladores que permitem a visualização das trajetórias dos raios de luz, que não podem ser observados a olho nu.

Objetivos

Explorar atividades experimentais integradas às computacionais voltados para o ensino de Óptica Geométrica como recurso capaz de contribuir para uma aprendizagem rica em significados nesta área da Física.

Detalhamento do POE

Pelo modo como as atividades experimentais integradas às computacionais serem atividades de cunho investigativo escolheu-se a estratégia didática P.O.E. que foi proposta por Tao e Gunstone (1999).

O uso dessa estratégia metodológica foi em torno de mudanças conceituais sobre o conteúdo de mecânica introdutória para alunos de ensino médio com atividades aliadas



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

ao uso do computador. Esse estudo foi fundamentado na visão construtivista da aprendizagem (TAO e GUNSTONE, 1999).

Nesse contexto, temos que na sigla dessa estratégia metodológica três ações que são o Predizer, o Observar e o Explicar.

Com isso, cabe ressaltar que essa ferramenta possui três momentos: no 1º momento o professor apresenta uma situação problema como desafio para os alunos. Para responder a esse desafio a classe pode ser dividida em grupos ou também de maneira individual. A pergunta apresentada na situação problema é de cunho investigativo, na perspectiva de despertar o interesse e a curiosidade dos alunos para que desta forma este público busque solucionar o problema. Nesse cenário, por meio do debate os alunos em equipes ou individualmente PREDIZEM, portanto, fazem previsões acerca da situação lançada como problema, logo, estes lançam hipóteses e trocam experiências pessoais; no 2º momento é realizado a parte prática, logo a experiência pode ser realizada pelos alunos em equipes, individual ou também pelo professor, na perspectiva da OBSERVAÇÃO do fenômeno; e por último, no 3º momento ocorre a EXPLICAÇÃO do fenômeno observado, podendo ser comprovada ou não a hipótese inicial.

Nesse contexto, Tao e Gustone (1999, p.6) explicam:

As tarefas de POE foram projetadas para fornecer conflitos cognitivos que facilitaram a mudança conceitual. Os alunos trabalharam de forma colaborativa nessas tarefas. Cada tarefa exigia que os alunos realizassem conjuntamente uma previsão sobre as conseqüências quando certas mudanças eram feitas no programa, para que suas previsões fossem executadas e o programa testasse sua previsão. Qualquer discrepância entre a predição e a observação no mundo microestudante era necessária para escrever sua previsão, explicação e observação.

Com isso, espera-se que no decorrer da resolução das questões os alunos consigam realizar mudanças conceituais acerca do conteúdo estudado, no caso da Óptica Geométrica.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Detalhamentos das simulações computacionais do *PhET*

O *PhET Interactives Simulations* é um projeto da Universidade de *Colorado Boulder*, que foi instituído no ano de 2002 por meio do Prêmio Nobel *Carl Wieman*. Este software está disponível gratuitamente na rede mundial de computadores, podendo ser utilizado na própria plataforma no modo *on-line* ou por meio *off-line* através da realização de *downloads* dependentes da linguagem de programação *Java*, *Flash* ou *HTML5*.

A plataforma do *PhET* colorado disponibiliza simulações de Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática, viabilizando um ambiente de averiguação de ideias e descobertas por meio da exploração do *software* que possibilita realizar a mesma experimentação infinitas vezes. Nesse viés, Arantes, Miranda e Studart (2010, p.27) apresentam o *PhET*:

Um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula. Esse uso pode tomar várias formas: aulas expositivas, atividades em grupo, tarefas para casa, entre outras.

Após adquirir conhecimento sobre o que é a plataforma *PhET* faz-se necessário frisar que este projeto possui objetivos sociais relacionado ao uso de *softwares* como ambientes educacionais, tendo como pretensões a respeito do alunado os seguintes itens:

Incentivar a investigação científica; fornecer interatividade; tornar visível o invisível; mostrar modelos mentais visuais; incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.); usar conexões com o mundo real; dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva; e criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais¹.

Nesta linha de pensamentos Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 27) ainda configuram o *PhET* como um Objeto de Aprendizagem (OA), em que as simulações

¹ Texto retirado do portal *PhET*: https://phet.colorado.edu/pt_BR/about.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

computacionais voltadas para os experimentos de Física são tidos como OA mais disseminados vez que pode ser utilizado em diversos contextos. Ressaltam ainda que as simulações “não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos”.

A apresentação dos *layouts* de apresentação das simulações Ótica Geométrica 2.0 e Desvio da luz encontram-se no anexo 1. Nesse contexto, é válido externar que essas duas simulações apresentadas da plataforma foram integradas às atividades experimentais no estudo de Óptica Geométrica, salientando a propagação retilínea da luz, a independência dos raios de luz, assim como os fenômenos da Reflexão e Refração da Luz. Na sequência são apresentadas as atividades planejadas para esta proposta de intervenção pedagógica.

Atividades desenvolvidas

Esta proposta está dividida em três encontros, e fizeram parte da intervenção pedagógica desenvolvida no Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. No Quadro 1 são



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

apresentados os conteúdos, atividades e objetivos referentes à intervenção pedagógica realizada nesta pesquisa.

Quadro 1: Atividades desenvolvidas durante a intervenção.

ENCONTRO	ATIVIDADES	CONTEÚDOS	OBJETIVOS
ENCONTRO 1	Atividades experimentais e computacionais, simulação e Ótica geométrica 2.0	Óptica Geométrica: princípios de propagação da luz.	Observar os princípios da Óptica Geométrica por meio da Câmara escura.
ENCONTRO 2	Atividades experimentais e computacionais, simulação Desvio da Luz.	Óptica Geométrica: princípios de propagação da luz, Reflexão e Refração da Luz.	Analisar o comportamento da luz através de Sólidos geométricos.
ENCONTRO 3	Atividades experimentais e computacionais, simulação Desvio da Luz.	Óptica Geométrica: princípios de propagação da luz, Reflexão e Refração da Luz.	Estudar os fenômenos da Reflexão e Refração da luz, quando a luz passa por meio diferentes.

Fonte: Da autora, 2018.

Atividades desenvolvidas

Conteúdo 1 - Princípios da Óptica Geométrica

Experimento: **Câmara escura**

Objetivo: explorar os princípios da Óptica Geométrica que são a propagação retilínea da luz e independência dos raios de luz, utilizando-se do experimento real e simulação computacional do *PhET* “Ótica geométrica 2.0”.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

GUIA POE EXPERIMENTAL

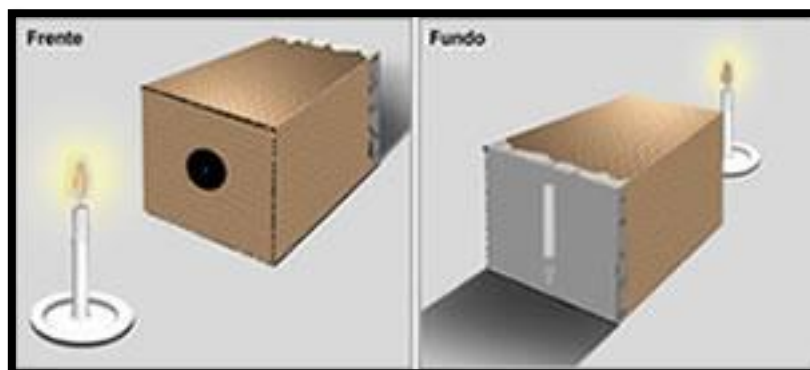
MATERIAIS:

- 1 caixa de sapato ou caixa que possua forma retangular;
- 1 estilete ou tesoura;
- 1 agulha;
- 1 cola branca ou de isopor;
- 2 folhas de papel preto: pode ser papel cartão ou tinta guache preta;
- 1 folha de papel vegetal.

Fonte: Da autora, 2018.

Ao término da montagem, o experimento, deve apresentar as seguintes características:

Figura 9 - Construção de câmara escura de orifício.



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/construcao-uma-camara-escura-orificio.htm>

Figuras e tabelas devem ser centralizadas, se tiverem menos de uma linha (FIGURA 1), caso contrário, justificado com 6 pontos de espaço antes e depois de cada legenda.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO**

QUESTÕES

1. Ao fim da montagem do experimento, você e seu grupo chegam à conclusão que os raios de luz presentes nesta atividade experimental possuem quais características?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Com a incidência de uma fonte luminosa, como por exemplo, uma lâmpada, ou a luz do dia, o que acontece com a imagem do objeto se algum componente do grupo aproximar ou distanciar o objeto do orifício?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. A distância do objeto até o orifício é a mesma da imagem para o orifício?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

4. E a altura do objeto é a mesma da imagem?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

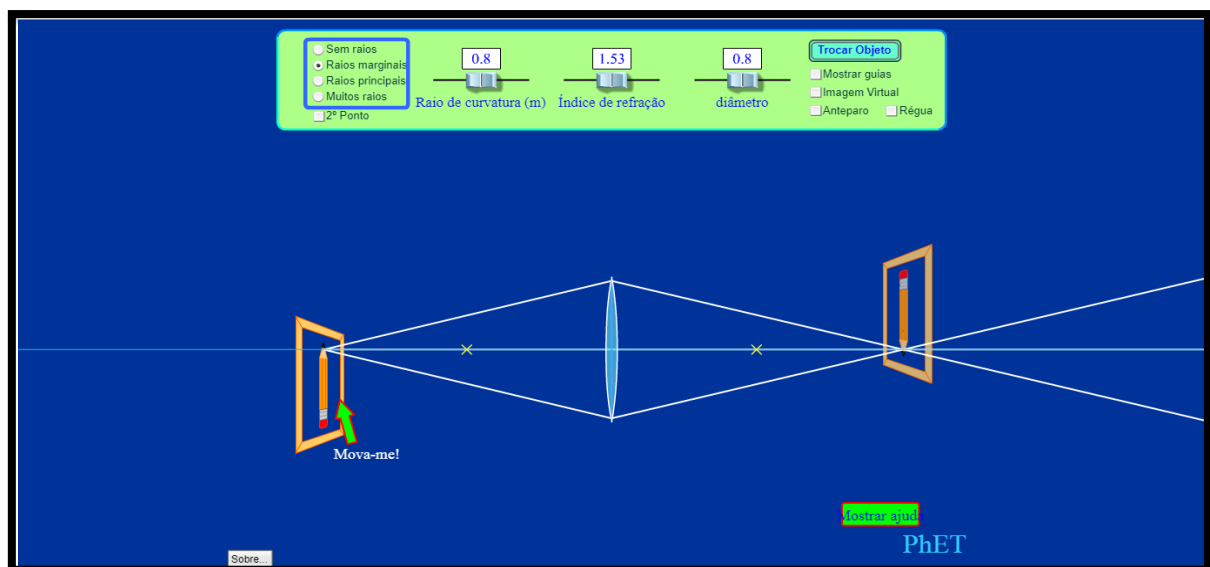
GUIA POE COMPUTACIONAL

Material:

computador com o software de simulação “óptica geométrica” instalado.

1. Abrir o software “Óptica geométrica” de acordo com a Figura 10.

Figura 10 – Aparência do *software* “Óptica geométrica 2.0”



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_pt_BR.html

Após muitos estudos desenvolvidos acerca da câmara escura, resolveram utilizar-se das lentes para a formação das imagens, nesse contexto, utilizando-se do software,



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO**

responda:

QUESTÕES

1. O que acontece se você afastar o objeto da lente? Quais características você e seu grupo conseguem elencar?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Identifique o que acontece com a imagem do objeto caso seja aumentado o diâmetro da lente, e posteriormente diminuído.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. No área inicial da experimentação virtual, o índice de refração da lente possui o valor 1.53, o que acontece com a imagem do objeto se o índice de refração for aumentado, e depois diminuído ?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO**

Fonte: Da autora, 2018.

4. O que acontece se você aumentar ou diminuir o raio de curvatura? Explique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

Conteúdo 2 - Fenômenos da luz voltado à Óptica Geométrica

Experimento: **Sólidos geométricos**

Objetivo: explorar e observar a trajetória da luz nos sólidos geométricos, observando os fenômenos da reflexão, refração e dispersão da luz utilizando-se do experimento real e simulação computacional do *PhET* “desvio da luz”.

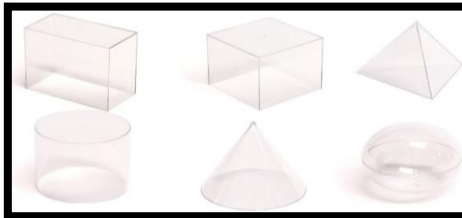
GUIA POE EXPERIMENTAL

MATERIAIS:

- Sólidos geométricos de acrílico ou feitos com gelatina incolor; - *Lasers*.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Figura 11- Sólidos geométricos



Fonte: <http://www.enigmaseducativos.pt/solidos-geometria-matematica-geometricos.html>

QUESTÕES

1. O fato de existir mais de um sólido geométrico sobre a mesa, o grupo chega à conclusão que o índice de refração é o mesmo em todos os objetos? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Em continuidade à questão anterior, o que acontece com os raios refletidos e refratados, em todas as formas geométricas eles apresentaram a mesma trajetória? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Se for trocada a cor da luz, automaticamente estaremos mudando o comprimento de onda, nesse sentido a trajetória da luz também mudará? Justifique sua resposta.



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO**

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

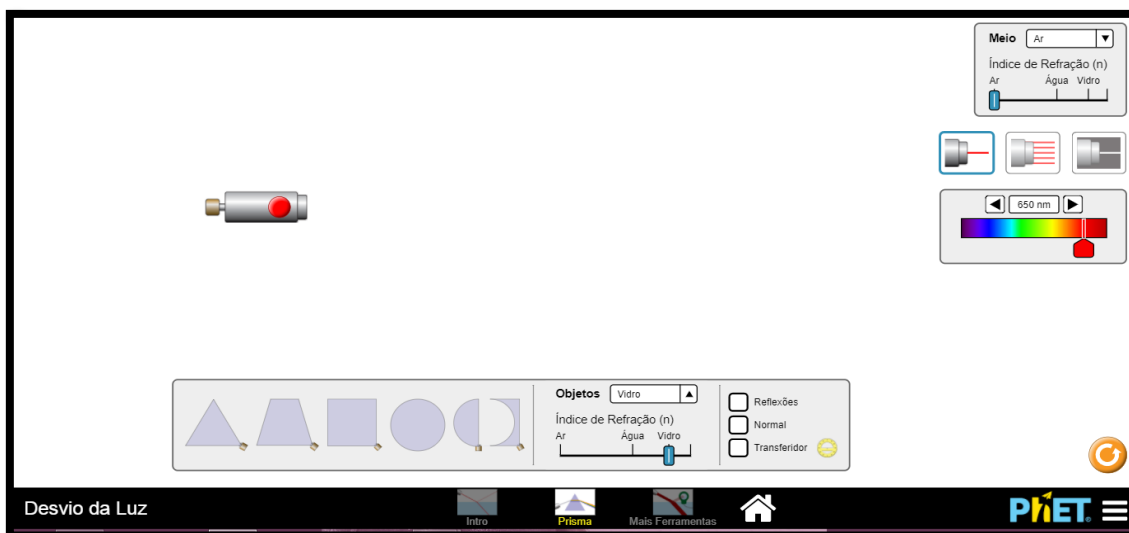
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

GUIA POE COMPUTACIONAL

Material: computador com o software de simulação “desvio da luz” instalado.

1. Abrir o software “desvio da luz” de acordo com a Figura12.

Figura 12 – Aparência do Software “Desvio da luz”.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html

QUESTÕES

1. A luz está atravessando dois meios diferentes, neste caso o ar e o vidro, agora se a luz atravessasse outro meio, como por exemplo, a água, o que aconteceria com os raios refletidos e refratados?

Previsão:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. No dia a dia, estamos imersos nos fenômenos ópticos e um deles que podemos observar quando a luz do sol incide sobre uma porta de vidro é a _____ da luz. Com o auxílio do simulador, utilize o sólido prisma e observe esse fenômeno, entretanto, investiguem qual frequência de luz irão utilizar para realizar esse experimento. Justifique sua resposta.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Realize a mesma atividade anterior com outras formas geométricas e descreva o que ocorre?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

4. Em continuidade a questão anterior, o que se pode observar, caso seja agrupado mais de uma forma geométrica? Justifique.

Previsão:



**UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO**

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

Conteúdo 3 - Reflexão e Refração da luz

Experimento: **Desvios da Luz**

Objetivo: identificar os fenômenos da reflexão difusa, especular e total, refração da luz, e ainda, trabalhar com diferentes índices de refração, e velocidade da luz, tendo como

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

ferramentas o recurso experimental real e a simulação computacional do *PhET* “desvio da luz”.

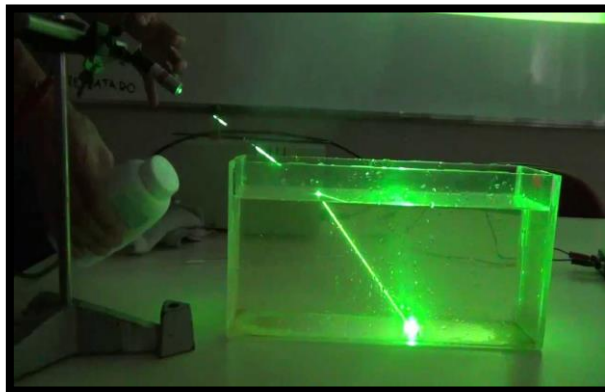
GUIA POE EXPERIMENTAL

MATERIAIS:

1 vasilha de material transparente, pode ser um aquário, pode ser redonda; água; fontes de luz: *lasers* de várias cores ou lâmpadas.

Fonte: Da autora, 2018.

Figura 13 - Os fenômenos da reflexão e refração da luz.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=IFDatI4bGa4>

QUESTÕES

1. O que acontece com a velocidade da luz ao passar por dois meios refringentes? No caso o ar e a água? Qual desses meios é mais refringente? Qual tipo de reflexão você presencia neste experimento, a especular ou a difusa?

Previsão:



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

2. Se algum componente do grupo incidir o feixe de luz somente na direção da água, o que acontece com os raios de luz? Qual tipo de fenômeno ocorre?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. Caso um dos integrantes do grupo aponte o feixe de luz perpendicular à superfície divisora do dióptro plano². Qual será o valor do ângulo de incidência? Qual a direção do raio refletido? Onde o feixe de luz é refletido?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

² Superfície que divide dois meios.

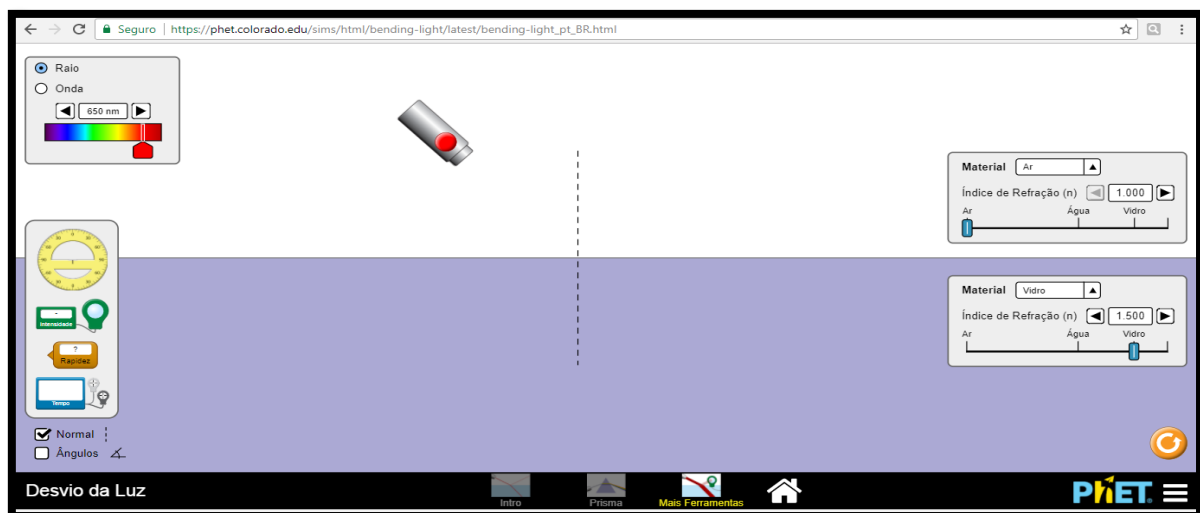
UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

GUIA POE COMPUTACIONAL

Material: computador com o *software* de simulação “desvio da luz” instalado.

1. Abrir o *software* “desvio da luz” de acordo com a Figura14.

Figura 14 – Aparência do *Software* “desvio da luz”.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html

QUESTÕES

1. Se você mudar a frequência da luz o que acontece com a trajetória do raio de luz, tendo que estes estão passando por dois meios refringentes, a velocidade do meio 1 (ar) será maior que no meio 2 (água)? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

2. O que acontece com a intensidade da luz ao passar por dois meios diferentes? Se você mudar a frequência da luz, o que acontece com a intensidade, podemos pensar na cor vermelha, sua intensidade é maior ou menor que a luz azul? Justifique.

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.

3. O ângulo de incidência, entre o ar e a água é de 27° . Qual o valor do ângulo formado entre o raio refletido e a superfície?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Adaptada do livro Curso de Física, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, 2011. vol. 2

4. O que acontece caso seja incidido primeiramente um raio incidente com ângulo de $48,3^\circ$ entre os meios – água e vidro; e posteriormente, entre o ar e água, o que acontece com raio refratado?

Previsão:

Explicação após a realização experimental:

Fonte: Da autora, 2018.



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

Resultados obtidos

Como resultados da inserção desses recursos que integram atividades experimentais às atividades computacionais no ensino de Física, em especial de Óptica Geométrica, contribuiu para os processos de ensino e de aprendizagem dos estudantes, no que os guias POE propostos oportunizou aos alunos o desenvolvimento conceitual acerca do conteúdo estudado.

Neste contexto, ainda foi observável o quão interessante essas atividades foram para os alunos, podendo ser identificados aspectos motivacionais, participação e interação dos alunos nas atividades propostas, ludicidade na realização dos experimentos reais e virtuais, ainda esses alunos apresentaram opiniões sobre a necessidade do uso de atividades que englobam atividades práticas no ensino de Física.

Pode-se afirmar que o material utilizado nessa intervenção que pautou-se na atividade integrada entre experimentos reais e virtuais para o ensino de Óptica Geométrica configura-se como um material que pode ser usado em momento posterior por outros professores de Física tanto com alunos de graduação quanto do ensino médio.

O uso das atividades experimentais reais e virtuais proporcionam aos estudantes momentos diferenciados para o ensino de Física. Tendo em vista, que o público passou a observar os conteúdos dessa ciência de maneira prática, podendo ser trabalhado em conjunto a teoria com a prática proporcionando novos caminhos para o desenvolvimento e apresentação dos conteúdos em sala de aula.

Pois, na maioria das vezes os assuntos de Física ainda são apresentados na forma tradicional de ensino, que utiliza-se de quadros brancos, pincéis e listas de atividades de fixação, apresentando características de aprendizagem mecânica, que àquela



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS –
MESTRADO

aprendizagem voltada para o ensino linear, que na maioria das vezes é vazia de significados (MOREIRA, 2011).

Por fim, vale lembrar que as simulações do *PhET* podem ser usadas *off-line*, logo, podem ser realizadas em instituições que não possuam acesso à *internet*. E que as atividades propostas foram todas planejadas para ocorrerem em sala de aula, não necessitando exclusivamente de laboratórios tanto de Física, como de Informática, pois os materiais para as atividades experimentais são de fácil acesso, e quanto aos *notebooks* os estudantes podem utilizar-se de seus próprios aparelhos, caso os mesmos possuam ou o próprio celular. Nesse contexto, é válido esclarecer que o professor que utilizar esse material possui autonomia adaptar esta proposta conforme a realidade de sua escola e de seus alunos.

Referências

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2010.

TAO, P.K.; GUNSTONE, R.F. Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer. **International Journal of Science Education**. v. 21(1), pp.39-57, 1999.

MOREIRA, Marco, A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo, Livraria da Física, 2011.