

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA – PPGFCET.

Eduardo Sá Brito Sigwalt

Um objeto de aprendizagem para a óptica no Ensino Médio.

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2016

Eduardo Sá Brito Sigwalt

Um objeto de aprendizagem para a óptica no Ensino Médio.

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional. Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr.

CURITIBA
2016

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S579o Sigwalt, Eduardo Sá Brito
2016 Um objeto de aprendizagem para óptica no ensino médio /
Eduardo Sá Brito Sigwalt.-- 2016.
166 f.: il.; 30 cm.

Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação
Científica, Educacional e Tecnológica. Área de
Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional.
Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e
Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências, Curitiba, 2016.
Bibliografia: f. 82-88.

1. Física - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Óptica.
3. Sites educacionais - Desenvolvimento. 4. Aprendizagem.
5. Prática de ensino. 6. Professores - Formação. 7.
Tecnologia educacional. 8. Tecnologia da informação.
9. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Bezerra
Junior, Arandi Ginane, orient. II. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação
Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

**TERMO DE APROVAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 10/2016**

Um Objeto de Aprendizagem para a Óptica no Ensino Médio

por

Eduardo Sá Brito Sigwalt

Esta dissertação foi apresentada às 14h00 do dia 01 de julho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr

(UTFPR – orientador)

Prof. Dr. Jorge Alberto Lenz

(UTFPR)

Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho

(UTFPR)

Prof. Dr. Alcione Roberto Jurelo

(Universidade Estadual de Ponta Grossa)

RESUMO

SIGWALT, Eduardo Sá Brito. **Um objeto de aprendizagem para a óptica do Ensino Médio**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2016.

Os avanços tecnológicos afetam inúmeros aspectos da sociedade. Na esfera educacional estas inovações têm oportunizado um vasto acesso a informação de diferentes níveis de qualidade e complexidade. Tendo em vista que o uso das tecnologias como recurso didático-pedagógico pode colaborar para a construção e socialização do conhecimento, possibilitando maior qualidade nos processos de ensino e aprendizagem, buscou-se, na presente investigação, produzir um material didático hospedado na WEB, baseado na teoria de David Ausubel, por meio do trabalho de M. A. Moreira, que inspire e possibilite a utilização de objetos de aprendizagem no ensino de óptica em Física. Existe um número elevado de *sítes* e portais educacionais gratuitos para o ensino de Física, contudo, existem poucas análises da combinação destas ferramentas didáticas com vistas à aplicação em sala de aula. Este trabalho foi dividido em duas partes: uma investigação, junto a vinte docentes da cidade de Curitiba, sobre quais as características necessárias em um material didático tecnológico na abordagem do referido conteúdo; os dados coletados contribuíram para a construção do produto deste mestrado profissional: um *site* contendo sugestões de sequências didáticas, incluindo roteiro de estudo, vídeos educativos, exercícios, recomendação de outros *sítes* e simuladores. O produto desenvolvido constitui um objeto educacional voltado para o ensino da óptica e é destinado tanto a professores quanto estudantes do ensino médio, buscando tornar estes conteúdos mais próximos do cotidiano e enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de física, óptica, tecnologias de informação e comunicação, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

SIGWALT, Eduardo Sá Brito. **A learning object for the teaching of optics in high school**. 2016. Dissertation (Master in Science Teaching). Master's Thesis – Graduation in Scientific, Educational and Technological Formation. Federal University of Technology, Paraná. Curitiba, 2015.

Technological advances affect many aspects of society. In the educational sphere these innovations have allowed wide access to information from different levels of quality and complexity. Given that the use of technology as a teaching and pedagogical resource can contribute to the construction and socialization of knowledge, allowing greater quality in teaching and learning processes, we sought to, in this research, produce educational materials hosted on the web, based on the theory of David Ausubel through the work of M. A. Moreira. Our goal is to inspire and to facilitate the use of learning objects in the teaching of optics. In fact, there is a large number of websites and free education portals for teaching Physics; however, there is little analysis of how to combine these teaching tools in order to improve Physics teaching. We investigate, with twenty teachers from the city of Curitiba, which features they deem necessary to feature in teaching materials in such content approach. The collected data contributed to the building of a website containing suggestions for didactic sequences, including study guides, educational videos, exercises, recommended websites, and simulators. The developed product constitutes an educational object tailored for both teachers and students. Its main goal is to provide better conditions for the teaching of optics at high school level.

Keywords: physics teaching, optics, information and communication technologies, meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- Verificação da equação de Gauss nas lentes esféricas.	17
FIGURA 02- Diferenciação e reconciliação nos espelhos esféricos.	36
FIGURA 03- Diferenciação e reconciliação nas lentes esféricas.	37
FIGURA 04- Aspecto inicial da aba da 1 ^a animação.	103
FIGURA 05- Aspecto inicial da aba da 2 ^a animação.	103
FIGURA 06- Aspecto inicial da aba da 3 ^a animação.	104
FIGURA 07- Posicionamento do transferidor.	109
FIGURA 08- Verificação dos ângulos de incidência e reflexão.	110
FIGURA 09- Os dois meios com mesmo valor nos índices de refração.....	111
FIGURA 10- Marcação no luxímetro na propagação retilínea.	113
FIGURA 11- Diminuição do ângulo de refração ao aumentar a refringência.	120
FIGURA 12- Diminuição da intensidade ao aumentar a refringência.	121
FIGURA 13- Simulação com os dados do exercício 3.	123
FIGURA 14- Simulação inicial do ângulo limite.	127
FIGURA 15- Simulação final do ângulo limite.	128
FIGURA 16- Simulação inicial para descobrir qual meio é mais refringente.	129
FIGURA 17- Simulação final para descobrir qual meio é mais refringente.	130

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Gráfico referente a questão 03.....	72
GRÁFICO 2- Gráfico referente a questão 05.....	73
GRÁFICO 3- Gráfico referente a questão 08.....	75
GRÁFICO 4- Gráfico referente a questão 09.....	76
GRÁFICO 5- Gráfico referente a questão 10.....	78
GRÁFICO 6- Gráfico referente a questão 15.....	81

LISTA DE SIGLAS

AS Aprendizagem Significativa

BIOE Banco Internacional de Objetos Educacionais

CoLos *Conceptual Learning of Science*

CFC Centro de Física Computacional

DCEs Diretrizes Curriculares Estaduais

IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LTSC *Learning Technology Standards Committee*

MEC Ministério da Educação

MPE Mestrado profissional de ensino

OA Objetos de Aprendizagem

PPGFCET Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

REA Recurso Educacional Aberto

SBF Sociedade Brasileira de Física

SNEF Simpósio Nacional de Ensino de Física

TIC Tecnologias de Informação e Comunicação

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UNSW *School of Physics Sydney, Australia*

UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

Bras – Brasileiro

Cad. – Caderno

Fís. – Física

Ens. – Ensino

EM. – Ensino Médio

Ópt. – Óptica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	21
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	26
1.2.1	Objetivo Geral.....	26
1.2.2	Objetivos Específicos.....	26
1.2.3	Questão de Pesquisa.....	26
1.3	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	27
2	OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	30
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	30
2.2	EXEMPLOS DO USO DAS TIC NO ENSINO DE ÓPTICA.....	42
2.3	LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES.....	53
3	METODOLOGIA.....	56
3.1	PROPOSTA DA INVESTIGAÇÃO.....	58
3.2	DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	59
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	64
4.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	ANEXO A – Termo de licenciamento.....	88
	ANEXO B – Questionário aplicado aos professores.....	89
	ANEXO C – Roteiro de atividade com o simulador.....	94
	ANEXO D – Divisão dos simuladores por assunto.....	123

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Vivemos um momento educacional em que não basta mais detectar os problemas: é preciso apresentar alternativas. O conhecimento dos conceitos básicos de Física no Ensino Médio constitui conteúdo relevante, mas muitas vezes pouco compreensível. O aprendizado de Física no Ensino Médio costuma apresentar dificuldades e até mesmo provocar aversão por parte dos alunos à referida disciplina.

Segundo Fiolhais e Trindade (2003):

O ensino de física no Brasil ainda enfrenta várias dificuldades de aprendizagem e pouco interesse por boa parte dos alunos. Fazendo um paralelo entre a sociedade da informação e o ambiente de ensino tradicional, de um lado encontramos a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações afetando todos os níveis da sociedade, da vida profissional à vida privada. Do outro, visualizamos uma escola onde o professor apresenta aulas em quadro negro e giz, visto pelos alunos como o dono da informação e senhor do conhecimento, mas desestimulando a criatividade e o envolvimento dos aprendizes. Para a maior parte dos alunos, a física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias às suas experiências cotidianas. Em geral, estes alunos não fazem uma conexão entre a física aprendida e o mundo ao seu redor. Entre as causas desse reconhecido fracasso no aprendizado de física está a falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico. (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003. p. 260).

Objetivando uma relação de ensino e aprendizagem de melhor qualidade, a intenção da presente pesquisa é superar uma Aprendizagem Mecânica, sem conexões com as situações do dia a dia, em que as informações são “acumuladas na mente” como elementos dispersos. Ao invés disso, busca-se uma relação pedagógica que supere o mero decorar de “fórmulas” e a resolução de problemas padrão, estimulando o interesse pela ciência, pelo mundo natural e social usando as diferentes TIC como ferramenta cognitiva. Este projeto busca colaborar para uma Aprendizagem Significativa, baseado na visão de Moreira, de conteúdos de óptica, divulgando para a comunidade de professores e alunos um *site* com vídeos, *softwares*, exercícios e simuladores. Este produto destina-se a professores e estudantes de Física e visa a esclarecer, despertar o interesse e auxiliar na apropriação e aplicação dos conteúdos trabalhados em sala de aula, tornando estes

conteúdos mais próximos do cotidiano e enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem.

Já existe uma produção consistente de *sites* e vídeos educacionais envolvendo experimentos, simuladores, problemas e abordagens distintas sobre Física. Sobre esta produção nacional e internacional, Angotti (ANGOTTI 2015) cita vários exemplos de *sites* denominados de portais de ensino e aprendizagem.

Também é fato que, tendo em vista a realidade de trabalho dos professores, incluindo as altas cargas horárias, as turmas com muitos alunos e, em geral, a falta de recursos de laboratório, a grande oferta de objetos educacionais corresponde, muitas vezes, uma dificuldade por parte dos professores, dificuldade que pode ser expressa na seguinte pergunta: dado o conjunto de objetos educacionais disponíveis, como realizar a seleção de materiais potencialmente significativos a serem usados nas aulas? Portanto, hoje se impõe a necessidade de uma análise e seleção destes diferentes materiais para composição de um *site* com orientações para seu uso em sala de aula para alunos e professores.

Esta sistematização é compatível com a busca de um ensino de maior qualidade, incluindo uma Aprendizagem Significativa. Neste contexto, a integração de diversas TIC pode possibilitar um ensino mais interativo e mais rico em imagens do que o livro didático.

A esse respeito Pozo (2008) pondera que:

As tecnologias da informação estão criando novas formas de distribuir socialmente o conhecimento, que estamos apenas começando a vislumbrar, mas que, seguramente, tornam necessárias novas formas de alfabetização (literária, gráfica, informática, científica, etc.) (POZO, 2001). Elas estão criando uma nova cultura da aprendizagem, que a escola não pode – ou pelo menos não deve – ignorar. A informatização do conhecimento tornou muito mais acessíveis todos os saberes ao tornar mais horizontais e menos seletivos a produção e o acesso ao conhecimento. (POZO, 2008, p. 29).

O ensino médio, nos últimos quinze anos, sofreu várias alterações nos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem na sala de aula e no ambiente educacional como um todo, modificações estas que acontecem nos vários aspectos das relações de aprendizagem. Mudanças no perfil do aluno em relação à busca do conhecimento, mudanças de metodologias e abordagens no material didático, bem como no uso de diversos meios e ferramentas que ajudam no processo de

transformação do conhecimento. As tecnologias da informação e comunicação, aí incluídas sugestões referenciadas de links e *sites* para auxiliar na ilustração e definição de conceitos ou demonstração de fenômenos físicos fazem atualmente parte do processo educacional.

Em decorrência disso Tálamo (2004) afirma:

A aprendizagem, nessa perspectiva, deixou de ser responsabilidade somente da escola enquanto espaço privilegiado do saber. Na verdade, o conhecimento, fator de transformação, só pode ser produzido pela ação mental do indivíduo que transforma a informação em conhecimento. A informação rompeu os limites da sala de aula, da biblioteca, da *Internet*, encontra-se a impregnar a sociedade, mas somente a sua assimilação, interiorização e processamento pelo indivíduo é que a transforma em conhecimento, pois o conhecimento é uma ação eminentemente humana. (TÁLAMO, 2004, p.1).

Porém, apesar de todas essas mudanças positivas e possibilidades de utilização de diversas ferramentas para auxiliar na construção de um conhecimento mais significativo na percepção e compreensão do mundo, ainda assim a disciplina de Física ensinada na sala de aula fica muitas vezes distante da compreensão e apreensão do aluno do ensino médio pois muitos destes educandos não conseguem articular esse conhecimento com aspectos do seu cotidiano, apesar das tentativas de seus professores neste processo.

Neste sentido Angotti (2015) defende que:

Os conhecimentos científicos se fazem presentes no cotidiano, tanto através de objetos e processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea quanto pelas formas de explicação científica, com a disseminação de suas terminologias e a divulgação fragmentada de seus resultados e modelos explicativos. Tais produtos, mais do que seus processos, são fontes de validação ou questionamento de decisões políticas, econômicas, e até de "estilos de vida". (ANGOTTI, 2015, p.8).

Por outro lado, é também notável que uma outra parcela destes alunos tem contato com outras fontes de informação e conhecimento e são curiosos sobre as pesquisas dos cientistas e sobre o significado de termos e funcionamento de aparatos científicos e tecnológicos.

Anjos (2008) contudo justifica que:

Dessa maneira, cabe ao professor, enquanto mediador do processo de construção de conhecimentos, estimular e promover desafios junto aos educandos. Transmitir informações, ou coisa semelhante, já não deve ser mais papel do professor. *Softwares, internet* e outros recursos semelhantes podem muito bem realizar tal tarefa. (ANJOS, 2008, p.573).

A popularização da *internet* permite que hoje várias dúvidas destes curiosos alunos sobre o significado das descobertas recentes da ciência sejam sanadas. Os materiais didáticos utilizados na escola nem sempre satisfazem a curiosidade dos alunos, ou sequer criam o desejo em aprofundar este saber PCN-EM (2000):

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. (BRASIL, 2000, p.22).

Neste momento constatamos a necessidade da criação de um material complementar que concorde com as propostas de Menezes (2005) sobre o ensino da ciência:

Protagonista central das revoluções industriais e das guerras, tanto quanto dos debates filosóficos e políticos, a ciência contemporânea tornou-se parte da condição humana, sobretudo através do desenvolvimento tecnológico. A sociedade contemporânea pode estar sendo alcançada pelos resultados dessa cultura científica, na divisão internacional do trabalho, nos produtos e serviços de que dispõe no seu cotidiano ou mesmo nas armas de que se utiliza em seus conflitos e agressões, sem contudo estar preparada para conduzir práticas científicas ou sequer educada para simplesmente acompanhar criticamente o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. (MENEZES, 2005, p. 5).

Nas discussões com profissionais que atuam no Ensino Médio com a disciplina de Física aparecem frequentemente considerações sobre dificuldades que os alunos apresentam para resolver exercícios e compreender fenômenos naturais. Exercícios matemáticos com substituição de valores em equações físicas não são facilmente solucionados por muitos dos nossos alunos. A “simples” transposição de valores numéricos numa equação matemática requer pré-requisitos que muitas vezes o aluno não possui amplo domínio. Uma equação matemática que relaciona grandezas físicas nem sempre produz um significado na mente do aluno.

É necessário possibilitar que o aluno saiba resolver as questões numéricas com o uso das equações físicas, mas não somente isso. A propósito, os PCN + (2002) defendem que:

Muitas vezes, o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, nos quais o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das **fórmulas**. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois se passa a lidar com algo real ou próximo dele. (BRASIL, 2002, p. 85).

Um exemplo da dificuldade mencionada acima ocorre, por exemplo, quando um aluno ao resolver um exercício que utilize a equação de Gauss nas lentes esféricas não reconhece que, na equação, a distância focal de uma lente permanece constante (supondo uma única fonte de luz monocromática com a lente em um mesmo meio e considerando o ponto focal de tamanho desprezível e igualmente espaçado do eixo que corta verticalmente a lente) de tal forma que a mudança do objeto até a lente muda a distância da imagem até a lente. O aluno pode relacionar tal fato físico de forma mais eficaz ao perceber em um simulador estas mudanças.

A definição utilizada para “simulação” ou “simuladores” nesta dissertação é a seguinte:

Em computação, simulação consiste em empregar formalizações em computadores, tais como expressões matemáticas ou especificações mais ou menos formalizadas, com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real. Desta forma, para ser realizada uma simulação, é necessário construir um modelo computacional que corresponda à situação real que se deseja simular. A simulação computacional de sistemas, ou apenas simulação, consiste na utilização de certas técnicas matemáticas, empregadas em computadores, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente qualquer tipo de operação ou processo do mundo real, ou seja, é o estudo do comportamento de sistemas reais através do exercício de modelos. (WIKIPEDIA, 2016).

Uma outra definição pertinente é a de modelagem didático-científica utilizada por Veit (2012):

Modelagem didático-cientagem didático-r formalizações em cum instrumento teórico-metodológico que orienta as ações do sujeito-em-situação quando ele, de alguma forma, precisa modelar situao-metodológico que orienta as ações do(BRANDÃO; ARAUJO; VEIT,2012).

Um simulador que pode executar esta possibilidade e ainda permite outras interações é o encontrado no site: https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_pt_BR.html. Na figura a seguir temos um exemplo da interface do simulador:

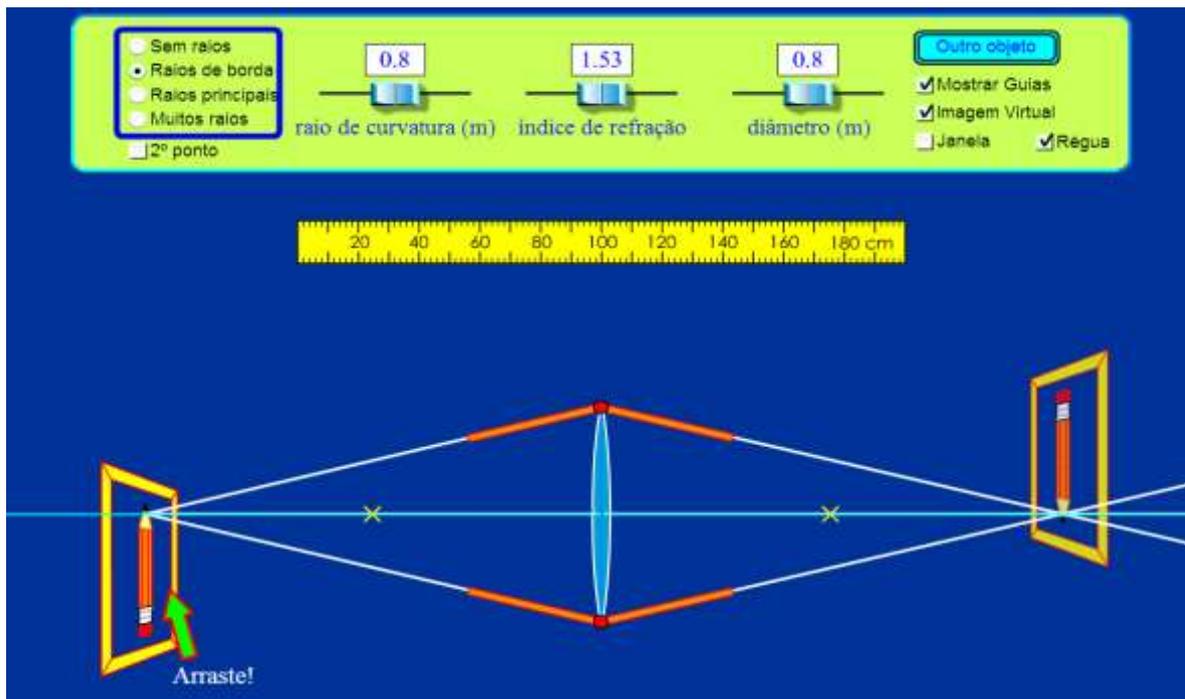


Figura 01. Verificação da equação de Gauss nas lentes esféricas. Acessado em 13 de maio de 2016.

Inúmeras vezes os professores de Física dão explicações matemáticas para as dúvidas de seus alunos, e, obviamente, o uso de equações pode permitir a percepção das relações das grandezas físicas e satisfazer as dúvidas dos alunos. Sobre este aspecto, vale ressaltar a reflexão de Macêdo *et al* (2012):

É importante ressaltar que a linguagem matemática desempenha um papel essencial na representação do Mundo, entretanto, ela não pode ser confundida com explicação. (MACEDO; DICKMAN; ANDRADE. 2012, p.569).

Neste caso, ao utilizar lei de Gauss ($\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$) o professor pode

tomar o cuidado de fazer comentários qualitativos, por exemplo, afirmar que para

uma distância focal constante a distância do objeto até a lente e a distância da imagem até a lente são grandezas inversamente proporcionais.

O uso de simuladores na utilização matemática da lei de Gauss para as lentes esféricas, permite que o aluno visualize que a distância do objeto até a lente e a distância da imagem até a lente são grandezas inversamente proporcionais, quando a distância focal permanece constante.

Acreditamos que não baste somente uma simples visualização do fenômeno por meio de um simulador, mas que a soma deste recurso educacional com uma metodologia bem estruturada possa possibilitar ao aluno a percepção mais significativa e aprofundada dos fenômenos físicos como o citado anteriormente.

Nesta perspectiva temos a opinião de Paz (2007):

Podemos inferir que, ao contrário do que muitos professores ingenuamente pensam, a visualização dos fenômenos apresentados não permitem aos alunos compreenderem ou descobrirem o que os provoca, mas os predispõem e, às vezes, até os desafiou a entender o que acontece. Essa predisposição para o entendimento criou e enriqueceu o intercâmbio de informações por meio dos quais o professor as explicava, apresentando os modelos teóricos que a Física construiu. Além disso, pudemos verificar que a utilização de uma metodologia de ensino diferenciada, na qual são estimuladas perguntas e comentários, propiciou o desencadeamento de idéias novas nos alunos. (PAZ, 2007, p. 187).

Desta forma, um ensino com uso da TIC pode auxiliar na tarefa de transformar a linguagem físico-matemática em um saber mais palpável e tangível. Neste aspecto, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem que se deve, no ensino de Física:

...buscar dar-lhes um sentido mais concreto, discutindo possíveis encaminhamentos e suas diferentes compreensões, ressaltando os aspectos que as tornam significativas por meio de situações que as exemplificam. (BRASIL, 2002, p. 62).

Sobre os conteúdos de Física, os PCN (BRASIL, 2002, p. 70) existentes no ensino médio apresentam seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de Física:

1. Movimentos: variações e conservações
2. Calor, ambiente e usos de energia
3. Som, imagem e informação
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações

5. Matéria e radiação

6. Universo, Terra e vida

Nesta divisão, o conteúdo de óptica fica concentrado basicamente no tema 3 “Som, imagem e informação”. Das unidades temáticas provenientes dos PCN (BRASIL, 2002, p. 75) que abordam o conteúdo da óptica, podemos destacar:

Formação e detecção de imagens

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

Gravação e reprodução de sons e imagens

- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

Transmissão de sons e imagem

- Conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação sob forma de sons e imagens para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou através de fibras ópticas.
- Compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

Esta dissertação nasceu diante da necessidade - baseada tanto na pesquisa acadêmica (a participação no mestrado profissional) quanto na experiência (de 20 anos atuando em sala de aula) - de aumentar a gama de recursos pedagógicos e, ao mesmo tempo, ajudar na superação das dificuldades apresentadas pelos alunos. Notadamente podemos verificar que, de todos os

tópicos de Física contemplados pelo ensino médio, a mecânica acaba sendo o que apresenta maior volume de conteúdo. Talvez a causa seja justificada por motivos históricos, porém, um dos efeitos é que a óptica acaba não recebendo o mesmo destaque.

Percebe-se ainda que o aluno do ensino médio reconhece muitas vezes as três leis de Newton, contudo, o experimento de decomposição da luz branca realizado pelo mesmo cientista acaba nem sendo comentado nos livros didáticos. Pode-se argumentar que as leis de Newton na dinâmica têm maior número de páginas nos livros didáticos do que a dispersão da luz, porém no ensino de ciências, este último assunto pode ser importante no sentido de ampliar os horizontes de compreensão dos estudantes, incluindo aspectos referentes à história da ciência e ao fazer científico.

Este OA visa a facilitar a compreensão e enriquecer as possibilidades de abordagem para o conteúdo de óptica geométrica, principalmente do ensino médio, possibilitando o uso de imagens e recursos para: confecção de slides (tipo *PowerPoint*) para professores; elaboração de livros texto (em formato tipo *Word*) dos principais assuntos, incluindo exemplos resolvidos, e exercícios de todos os conteúdos; organização de listas de simuladores, divididos por assunto; indicação de vídeos, roteiros de como usar alguns simuladores e aulas e dicas gravadas em vídeo.

Cabe ainda destaque ao que determina a LDB, para que o ensino de Física seja pensado em prol do aluno (LDBN, 2014. p. 24):

O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania de educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade de novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico - tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Em resumo, tendo em vista as diretrizes oficiais apresentadas e acreditando que seja possível construir um OA voltado para o ensino de Física, com ênfase em óptica, baseado na utilização de TIC, e que possam somar na apropriação e construção do conhecimento por parte de alunos e professores, foi desenvolvido o produto apresentado nesta dissertação.

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O aprendizado de Ciências no Ensino Fundamental ou da Física no Ensino Médio apresenta, em geral, dificuldades e chega até mesmo a causar uma aversão nos alunos à referida disciplina. Esta afirmação ocorre também em Xavier e Hingel (2005):

As disciplinas que compõem as ciências, como é de conhecimento de todos os professores, têm sido o problema principal para os alunos a partir do Ensino Fundamental, pois o estudante tem dificuldade de abstração e não consegue associar o estudo teórico com a aplicação no dia-a-dia. Essa constatação está no alto nível de reprovações no ensino médio e as baixíssimas notas nos concursos vestibulares. (XAVIER; HINGEL, 2005, p. 2).

As possíveis razões dessa dificuldade podem estar relacionadas ao fato dos alunos não articularem os conteúdos vistos em sala de aula com seu cotidiano e/ou não possuírem pré-requisitos necessários para compreensão de determinados conceitos.

Muitas vezes os professores exigem dos alunos a associação de fatos para obtenção de conclusões ou a análise crítica de resultados obtidos sem considerarem se os estudantes têm possibilidade de desenvolverem essas atividades.

Apenas a utilização de aulas expositivas como principal instrumento de atividade em classe e o livro didático para a resolução de exercícios e problemas podem colaborar para um limitado aprendizado em Física. Segundo Schuhmacher *et al* (2005):

A utilização de simulações de experiências na introdução ou aprofundamento de um determinado conceito físico possibilita uma melhor visualização do conteúdo abordado. As demonstrações baseadas em simulações em computador, de uma maneira geral, torna os alunos mais participativos. A possibilidade de rapidamente mudar parâmetros, e verificar a consequência nos movimentos estudados, que uma simulação computacional proporciona, incita os estudantes a querer conhecer o comportamento dos sistemas físicos nas mais diversas situações. Este tipo de aula, mais interativa, é um elemento que pode tornar o processo de ensino mais dinâmico. (SCHUHMACHER *et al.*, 2005, p. 2).

Destaca se neste aspecto o uso crescente de modelos computacionais para auxiliar na atividade de ensino da Física. Segundo Moreira *et al* (2012):

Em relação ao desenvolvimento de atividades de ensino de Física, focadas em modelos, talvez a linha em que mais esforços tenham sido investidos nos últimos anos esteja associada ao uso de microcomputadores no processo de criação e exploração de modelos computacionais por parte dos alunos. (MOREIRA *et al.*, 2012, p. 342).

O ensino de Física no Ensino Médio deveria abordar os conteúdos através de uma análise quantitativa e qualitativa dos fenômenos físicos levando os alunos ao desenvolvimento de atividades e uma AS. Evitando as atitudes extremas em focar o ensino de Física somente na resolução de problemas ou no outro extremo em pensar que o ensino de Física deva ocorrer baseado somente na percepção do fenômeno sem o uso de um formalismo científico.

Segundo Moreira *et al* (2012):

Nas aulas convencionais de Física em cursos de nível médio e superior, não é rara a ocorrência de oscilações entre extremos no que diz respeito a atividades de ensino: em uma ponta, professores que associam o aprendizado a receitas de resolução de problemas, tendo algebrismos como foco; e em outra, docentes que abolem praticamente todo o formalismo necessário para uma compreensão adequada do conteúdo. Um desafio que se apresenta é como trazer elementos fundamentais em Ciência como a representação de fenômenos reais através de modelos, conceitos, trabalho colaborativo, formulação e teste de hipóteses, por exemplo, para a sala de aula. (MOREIRA *et al.*, 2012, p. 342).

Conforme Moreira (2007), a Aprendizagem Significativa adota a visão crítica subversiva e antropológica que tem como suporte a compreensão de que na sociedade contemporânea os conhecimentos devem ser adquiridos de modo significativo e criticamente. O autor aponta nove princípios norteadores de uma atividade significativa crítica:

- 1- perguntas ao invés de respostas;
- 2- diversidade de materiais;
- 3- aprendizagem pelo erro;
- 4- aluno como perceptor representador;
- 5- consciência semântica;
- 6- incerteza do conhecimento;

- 7- desaprendizagem;
- 8- conhecimento como linguagem;
- 9- diversidade de estratégias.

O uso destes nove princípios norteadores será exemplificado posteriormente na utilização de um roteiro educacional voltado para a utilização de um simulador de refração, nos apêndices.

O trabalho do aluno com vários materiais e diferentes TIC, ao mesmo tempo em que recebe informações relativas ao conteúdo, possibilita o desenvolvimento de tarefas como interpretar figuras, realizar medidas, compreender conceitos, construir gráficos, calibrar instrumentos, montar e analisar instrumentos ópticos e realizar experimentos. Estas são atividades fundamentais no trabalho com os conteúdos de Física.

Segundo Rodrigues e Rodrigues (2013):

torna-se evidente que os alunos esperam que o professor assuma uma postura diferenciada em sala de aula; propondo atividades experimentais, que os levem a compreender de forma significativa os conceitos físicos. Muitos alunos possuem dificuldades em interpretar determinados conteúdos de Física devido ao seu alto grau de abstração. (RODRIGUES; RODRIGUES, 2013, p.4).

A escolha de procedimentos relevantes relacionados aos conteúdos abordados precisa estar articulada com os interesses e realidades do dia a dia dos alunos e devem ser considerados na elaboração das TIC que auxiliam o ensino e aprendizado em Física. Heineck, Valiati e Rosa (2007) defendem:

Portanto, a realização de experiências, a utilização de meios audiovisuais e o aproveitamento de *softwares* educativos adequados podem, apesar de não serem a razão única da consecução do sucesso, facilitar o processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos. (HEINECK; VALIATI; ROSA, 2007, p.2).

O uso de simuladores e outras ferramentas das tecnologias de informação podem diminuir a distância entre o objeto de estudo da Física e o universo do aluno.

Anjos (2008) afirma que:

Todavia, simulações devem adequar-se aos objetivos que se pretende alcançar, além de não ter pretensões de substituir atividades reais, concretas. Os *softwares* ou programas, por mais sofisticados que sejam, possuem variáveis, quantitativamente limitadas quando comparadas com o fenômeno real. (ANJOS, 2008, p.581).

Vale também ressaltar a visão de Macêdo *et al* (2012) sobre as possíveis desvantagens do uso de simuladores:

As simulações apresentam certas desvantagens, algumas vezes negligenciadas. Um sistema real é frequentemente muito complexo e a maioria das simulações que o descrevem é geralmente baseada em modelos que representam simplificações e aproximações da realidade. (MACEDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.573).

Embora a simulação não seja a realidade em si, o aprender da ciência por meio da simulação também envolve um plano social e individual no qual conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica vão aos poucos sendo incorporados pelo aluno.

Neste processo gradativo de mudanças das concepções específicas o uso da TIC pode auxiliar nessa transformação. Esta consolidação pode ser mais significativa para o aluno como uso de um *software* ou simulador que possibilite em tempo real, por exemplo, perceber que ao mudar a distância de um objeto até um espelho côncavo, o tamanho e a posição da imagem em relação ao espelho também mudam. Heckler *et al* (2007) coloca que:

Portanto, os simuladores que desenvolvemos e disponibilizamos no material, apresentam-se como instrumentos potenciais para as aulas, por servirem de meio motivacional, de organizadores prévios, de facilitadores de entendimento, muito mais significativamente do que as representações que buscamos fazer no quadro negro. (HECKLER *et al.*, 2007, p.272).

Considerando que o ensino da Física não tenha como única finalidade a produção científica, mas sim possibilitar e oportunizar críticas sobre o uso dos conhecimentos adquiridos, de forma que o aluno seja capaz de compreender a sociedade em que vive, seja capaz de reconhecer a importância do saber e faça uso do saber científico de forma consciente.

Esta dissertação apresentada visa a aplicabilidade imediata em sala de aula. Sendo um produto que possa ser efetivo na prática educacional para professores e alunos. Produto este direcionado também para escolas ou salas de

aula onde não existam laboratórios ou equipamentos disponíveis para uso. A propósito, sobre a ideia da validade de uma pesquisa científica Vergnaud (NOVA ESCOLA, 2008) defende que "Todos perdem quando a pesquisa não é colocada em prática".

Neste aspecto Anjos (2008) afirma:

O uso de animações, simulações e possibilidades de outros recursos oferecidos pelos computadores podem contribuir substancialmente para facilitar o ensino e a aprendizagem em Física, podendo, em alguns casos, suprir, ainda que parcialmente, a ausência de equipamentos para experimentos. (ANJOS, 2008, p.589).

Obviamente o uso de simuladores não resolve ou substitui a necessidade de laboratórios bem equipados para o ensino das ciências naturais, contudo, para alguns casos, o uso de um *software* pode ser útil para salas com muitos alunos e pouco tempo para determinados assuntos, principalmente quando, além disso, não há acesso a laboratórios, algo ainda muito comum na escola brasileira.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar um Objeto de Aprendizagem na forma de um material didático hospedado na WEB voltado para o ensino e aprendizagem da óptica no Ensino Médio utilizando as TIC através do uso de um *site* com roteiro de estudo, vídeos educativos, exercícios, recomendação de *sites* e simuladores.

1.2.2 Objetivos Específicos

A presente pesquisa tem como objetivos específicos:

- Identificar o uso de TIC no processo de ensino e aprendizagem, sua aplicabilidade, limitações e possibilidades no campo da óptica no Ensino Médio;
- Criar uma lista de simuladores de Física, sobre óptica, divididos por conteúdo e com uma descrição de cada simulador;
- Desenvolver uma sequência didática para a utilização do produto desenvolvido como recurso didático pedagógico;
- Possibilitar com o uso das TIC uma contextualização e problematização dos conteúdos de Física que propiciem uma Aprendizagem potencialmente Significativa;

1.2.3 Questão de Pesquisa

Como elaborar critérios e como efetivar a criação de um objeto de aprendizagem que possa juntar várias ferramentas didáticas voltadas ao ensino de Física óptica para o Ensino Médio?

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Neste Objeto Educacional encontram-se os principais conteúdos da óptica geométrica, ficando de fora alguns tópicos da óptica Física e até mesmo da óptica geométrica. A finalidade do material produzido é a de ser um complemento ao ensino, devendo ser usado como instrumento de apoio para a construção de um ensino e aprendizado em Física. O LTSC (*Learning Technology Standards Committee*) foi um referencial chave para facilitar a disseminação e adoção dos objetos educacionais (PLONE FOUNDATION, 2000-2012).

O LTSC criou uma definição para estes componentes educacionais:

Objetos educacionais são definidos como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o ensino, aprendizagem ou treinamento com suporte em tecnologia. (PLONE FOUNDATION *et al.*, 2000-2012).

O IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define que:

Objetos de aprendizagem são definidos como uma entidade, digital ou não digital, que pode ser usada e reutilizada ou referenciada durante um processo de suporte tecnológico ao ensino e aprendizagem. Exemplos de tecnologia de suporte ao processo de ensino e aprendizagem incluem aprendizagem interativa, sistemas instrucionais assistido por computadores inteligentes, sistemas de educação à distância, e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos de aplicações multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, ferramentas de software e software instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o processo de suporte da tecnologia ao ensino e aprendizagem. (IEEE, 2002).

Todos os assuntos tratados no OA que é foco desta dissertação são exclusivamente sobre a óptica geométrica, pois tal tema tem um papel relevante no ensino médio, permitindo aos alunos compreenderem conceitos fundamentais como: o que é a luz, como e porque ocorrem os eclipses, como enxergamos os objetos, para que são utilizados os prismas, os espelhos e as lentes e como são as imagens fornecidas por eles, como os defeitos da visão podem ser corrigidos, como

funcionam a máquina fotográfica, a luneta, o microscópio, o periscópio e outros instrumentos ópticos.

Sendo o *site* o produto final produzido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, o material foi confeccionado com imagens licenciadas pela *Creative Commons* e visa atender a resolução no. 03/2015 do FCET da UTFPR.

Os objetos de aprendizagem produzidos tornam-se uma ferramenta efetiva a ser utilizada nos ambientes virtuais de aprendizagem, pois, com sua filosofia de domínio público, esses conteúdos educacionais podem ser utilizados, distribuídos e adaptados sem nenhuma restrição imposta por leis autorais (Caderno de Educação Aberta, 2014).

Corroborando nesta definição de OA temos a visão de Macêdo *et al* (2012):

Objetos educacionais de aprendizagem são recursos suplementares ao processo ensino-aprendizagem, caracterizados principalmente pela possibilidade de serem utilizados em diversas situações, pela portabilidade, podendo ser operados em uma gama enorme de *hardware* e *software*, pela acessibilidade e durabilidade. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.566).

O produto educacional construído não possui as mesmas especificidades dos produtos mercadológicos similares (*sites* ou sistemas de ensino pagos), e sua confecção foi produzida e pensada principalmente para auxiliar professores de Física e alunos do ensino médio no processo de ensino e aprendizagem.

As imagens, figuras e ilustrações utilizadas foram escolhidas por meio de bancos de dados gratuitos. Os *sites* citados como ferramentas de ensino foram escolhidos por sugestão dos questionários *online* utilizados ou pela sua relevância educacional. Os exercícios escolhidos não pretendem finalizar todos os tipos de ensino ou direcionar o material somente para a resolução de questões de vestibulares, mas permitir ao aluno verificar e testar seus conhecimentos em Física óptica.

Sabemos que a eficácia e sucesso desse *site* exige que o mesmo venha acompanhado de uma orientação segura aos docentes e alunos

possibilitando a sua utilização com qualidade permitindo ser um instrumental significativo no processo educacional.

CAPÍTULO 2

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A presente dissertação tem como fundamento teórico dois eixos básicos: A Aprendizagem Significativa e o uso das TIC no ensino de Física voltados para a criação de um OA.

A teoria clássica da Aprendizagem Significativa (AS) teve início em 1963, elaborada por David Ausubel. Nas palavras de Moreira (2011):

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p. 13).

Ausubel (1982) propõe que quanto maior a relação substancial e não arbitrária de um novo conteúdo relacionado com a estrutura cognitiva prévia do aluno, mais próximo se está da Aprendizagem Significativa. De outro lado quando esta relação não se estabelece, mais próximo se está da Aprendizagem Mecânica.

Gowin (1981) tratando da relação entre professor, materiais educativos e aprendiz defende que:

Outro aspecto fundamental da aprendizagem significativa, também de nosso conhecimento, é que o aprendiz deve apresentar uma pré-disposição para aprender. Ou seja, para aprender significativamente, o aluno tem que manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não arbitrária e não literal, à sua estrutura cognitiva, os significados que capta dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo. (GOWIN, 1981, p. 210).

Moreira (2011) enfatiza que a AS tem por característica a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Ausubel (1918-2008) denominava de *subsunçor* ou *ideia âncora* um entendimento específico que já existe na estrutura cognitiva de uma pessoa e que lhe permite dar significado a um novo conhecimento que o sujeito descobre ou lhe é apresentado. O subsunçor ou ideia

âncora vai sendo modificado na medida em que a pessoa adquire novos conhecimentos o que possibilita o processo de facilitação de novas aprendizagens. Por exemplo, no ensino de óptica para entender exercícios e aplicações da segunda lei da refração ($n_1 \cdot \text{seni} = n_2 \cdot \text{senr}$) é necessário que o aluno domine inicialmente conceitos sobre a velocidade da luz em diferentes meios para depois avançar sobre outras características do fenômeno.

O docente que busca fundamentar seu trabalho na concepção de Aprendizagem Significativa defendida por Moreira (2011) deve diagnosticar os conhecimentos que seus alunos dominam na área de óptica, sendo relevante o conteúdo sobre a trigonometria básica e sobre o significado da reta normal, por exemplo.

Segundo Moreira (2011) existe a *Aprendizagem Significativa Subordinada* e a *Aprendizagem Significativa Superordenada*. A primeira – Subordinada – é a mais comum onde um novo conhecimento adquire significado interagindo com um conhecimento prévio relevante. A segunda – Superordenada – é menos comum e se dá quando um conceito ideia ou proposição subordina conhecimentos prévios. Quando acontece uma Aprendizagem Significativa o sujeito, ao longo do tempo, pode tê-la de uma forma “adormecida”, mas que será reativada com facilidade ao voltar, ou retornar aquele conceito ou ideia. Quando há um esquecimento total de determinada aprendizagem é sinal de que aquele conhecimento foi apenas mecânico e não significativo.

No caso da Física podemos ilustrar com Pelizzari *et al* (2002):

Assim, se a pessoa decora as fórmulas, as leis, os conceitos, mas esquece-os após a avaliação, houve uma aprendizagem mecânica e não significativa, pois o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. (PELIZZARI *et al.*, 2002, p.39).

A estrutura cognitiva é formada por subsunçores e por suas inter-relações e se caracteriza, segundo Moreira (2011), por dois processos principais: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. A diferenciação progressiva é o processo de novos significados a um dado subsunçor. A reconciliação integradora é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva que leva a integrar

significados. Os dois processos (diferenciação progressiva e reconciliação integradora) são simultâneos e necessários à construção cognitiva.

Um exemplo pertinente de diferenciação progressiva e reconciliação integradora pode ser dado no ensino da óptica ao utilizarmos o simulador encontrado no site: <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48.0>

Na figura 2 a seguir temos um exemplo da interface do simulador. Note que a simulação inicialmente se encontra no modo “espelhos esféricos” (mirror) e obtemos de um objeto real colocado na frente de um espelho côncavo (foco positivo na animação) uma imagem real, invertida e maior do que o objeto. Nesta obtenção gráfica da imagem foram usados três raios notáveis nos espelhos esféricos (propriedades):

- Raio paralelo ao eixo principal que sofre reflexão e atinge o ponto focal.
- Raio incidente no vértice do espelho esférico e sendo refletido simetricamente ao eixo principal.
- Raio atingindo o ponto focal e sendo refletido paralelo ao eixo principal.

O ponto de encontro destes três pontos representa, na animação, a ponta da imagem que é representada pela cor preta no simulador.

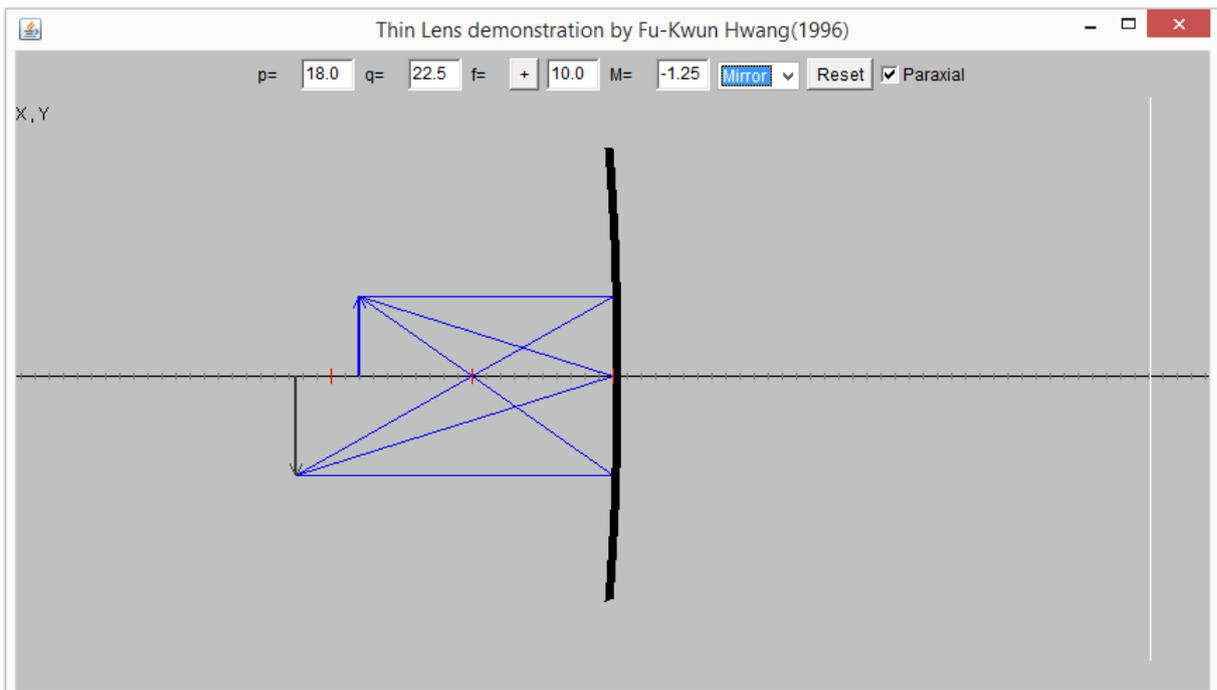


Figura 02. Diferenciação e reconciliação nos espelhos esféricos. Acessado em 19 de maio de 2016.

Como próximo passo recomendamos alterar no simulador a função “espelhos esféricos” (mirror) para “lentes” (lens) e obteremos de um objeto real colocado na frente de uma lente convergente (foco positivo na animação) uma imagem real, invertida e maior do que o objeto. Nesta obtenção gráfica da imagem foram usados três raios notáveis nas lentes (propriedades):

- Raio paralelo ao eixo principal que sofre refração e atinge o ponto focal.
- Raio incidente no centro da lente sendo refratado simetricamente ao eixo principal.
- Raio atingindo o ponto focal e sendo refratado paralelo ao eixo principal.

O ponto de encontro destes três pontos representam na animação a ponta da imagem que é representada pela cor preta no simulador.

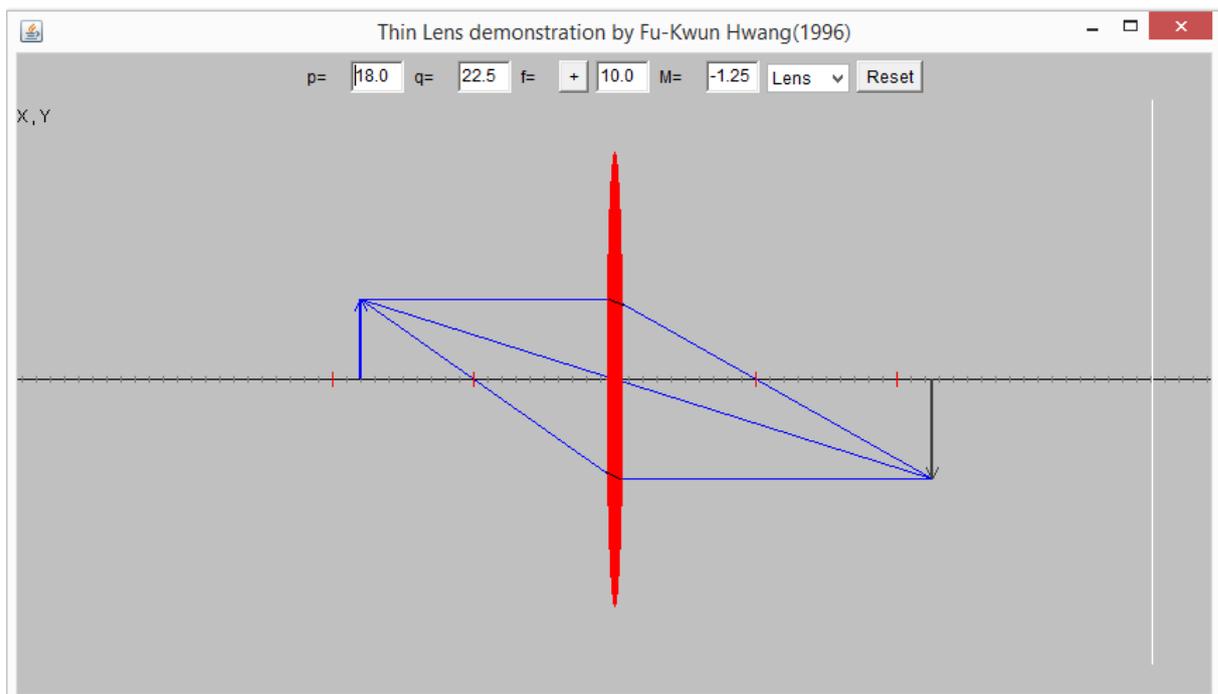


Figura 03. Diferenciação e reconciliação nas lentes esféricas. Acessado em 19 de maio de 2016.

Uma possível observação a ser feita neste exemplo é que os valores numéricos da animação não devem ser alterados, o uso de uma simulação neste caso pode de maneira rápida permitir que o aluno perceba as diferenças e semelhanças existentes nas imagens formadas nestes dois casos.

A verificação destes conhecimentos sobre a obtenção das imagens nos espelhos esféricos pode ocorrer através de subsunçores associados as propriedades dos raios notáveis nos espelhos esféricos. O uso do simulador permite a visualização dos raios notáveis que atingem um superfície refletora esférica pode ser um instrumento “facilitador” para a obtenção das imagens nas lentes delgadas.

O exemplo da utilização do simulador que possibilite a construção das imagens para espelhos esféricos e lentes delgadas é capaz de permitir uma Aprendizagem Significativa, pois a visualização da animação pode implicar em uma conexão do que o aluno sabe (propriedades dos raios notáveis nos espelhos esféricos) com os conhecimentos novos (propriedades dos raios notáveis nas lentes delgadas), quer dizer, o antigo conhecimento com o novo. Neste processo cognitivo a diferenciação progressiva entre a produção das imagens obtidas pelos espelhos e as lentes permite uma nova significação ao subsunçor “obtenção de imagens”, neste caso ocorre simultaneamente a reconciliação integrativa entre os processos similares de obtenção de imagens nos dois elementos ópticos.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são, ao mesmo tempo, processos da dinâmica da estrutura cognitiva e princípios programáticos da organização da matéria de ensino, assim como a consolidação do que está sendo estudado e aprendido (MOREIRA 2002).

Para Ausubel o conhecimento prévio é o fator que mais influência novas aprendizagens. Ele pode ser “facilitador” de aprendizagens ou “bloqueador”. Por exemplo, é importante que o professor verifique se os conteúdos que os alunos já dominam sobre obtenção de imagens nos espelhos esféricos possam ser considerados facilitadores ou bloqueadores da aprendizagem de conceitos de obtenção de imagens em lentes.

Neste aspecto Moreira (2013) argumenta que:

A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. (MOREIRA, 2013, p.10).

Uma possível Aprendizagem Significativa tem como preocupação não apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, mas, se possível relacionarmos as similaridades entre os conteúdos apresentados.

Para Ausubel (2001), o mais relevante no processo de ensino é o nível de desenvolvimento do aluno, pois o processo educativo está atrelado a seus conhecimentos prévios. O saber inicial dos estudantes, o que já sabem ou têm construído em seus esquemas cognitivos, afeta e interage com o que pode vir a ser ensinado. O aprendizado significativo está associado então à junção da sua competência cognitiva e de seus conhecimentos prévios.

Moreira (2011) destaca duas condições para a Aprendizagem Significativa: 1- o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2- o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Para o autor só existe material potencialmente significativo pois não existe material significativo (livro, aula ou problema) pois o significado está nas pessoas e não nos materiais. O sujeito que aprende deve se predispor a relacionar interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia.

Moreira (2011) enfatiza que Ausubel trata da assimilação de forma distinta da abordagem dada por Piaget a este conceito. Nas palavras de Moreira:

...a assimilação ausubeliana é o processo no qual um novo conhecimento interage com um conhecimento prévio especificamente relevante...Trata-se de uma interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios, não uma interação sujeito-objeto, como na assimilação piagetiana. (MOREIRA, 2011, p. 29).

Moreira (2011) trata também dos *organizadores prévios* – solução proposta para as aprendizagens que não dispõem de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos. O organizador prévio é um recurso institucional, que pode ser, conforme Moreira:

... um enunciado, uma pergunta, uma situação problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação...uma aula que precede um conjunto de outras aulas. (MOREIRA, 2011, p. 30).

Marco Antônio Moreira trata de dois tipos de organizadores prévios: o organizador expositivo e o organizador comparativo. O organizador expositivo faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber; o organizador comparativo ajuda o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva. Mas Moreira destaca que o efeito dos organizadores prévios é pequeno e que o melhor é:

Se o aluno não tem subsunçores relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover, a sua construção antes de prosseguir. (MOREIRA, 2011, p. 31).

Embora o uso de organizadores possa conectar o que o aluno conhece com o que ele deveria conhecer para ir em frente com um conteúdo, estes organizadores não substituem os subsunçores alicerçadores para aprendizagens futuras dentro de um conteúdo.

No ensino de óptica parece apropriado um exemplo mais prático da diferença entre organizadores e subsunçores. Ao final do conteúdo de reflexão da luz um professor pode optar por fazer um simples resumo sobre as principais características do fenômeno da reflexão luminosa. Neste caso o organizador expositivo (resumo) pode auxiliar o aluno a perceber quais as principais características do raio refletido sobre uma superfície. Na sequência da aula o mesmo professor começa o conteúdo da refração, note aqui que o subsunçor não é o novo fenômeno em si mas sim o comportamento da luz agora ao mudar de meio de propagação.

Vale enfatizar a opinião de Moreira (2014) neste processo:

O fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio, a experiência prévia, ou a percepção prévia, e o aprendiz deve manifestar uma predisposição para relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal o novo conhecimento com o conhecimento prévio. Mas isso não basta, pois dessa maneira se pode aprender significativamente coisas fora de foco...por uma questão de sobrevivência, é preciso mudar o foco da aprendizagem e do ensino que busca facilitá-la. (MOREIRA, 2014, p. 12).

No caso dos professor que ensina o conteúdo de refração luminosa seria coerente falar inicialmente sobre a refração luminosa entre meios naturais e

somente depois comentar como ocorre a refração em metamateriais, mais uma vez aqui o subunçor (comportamento do raio luminoso) será alterado e ampliado.

Segundo Ostermann e Moreira (2000) o professor de Física ao ensinar os conteúdos contemporâneos deve ter clareza que alguns procedimentos podem facilitar o aprendizado:

Despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles; é mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino. (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 24).

Moreira (2011) aborda os temas: Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Receptiva e Aprendizagem por Descoberta, mostrando que não há uma dicotomia entre eles. Destaca que a Aprendizagem por Descoberta não leva necessariamente à Aprendizagem Significativa e que a Aprendizagem Receptiva não é o mesmo que Aprendizagem Mecânica. Aborda a Aprendizagem por Descoberta defendida por Bruner (1963) como exemplo de metodologia entre a recepção e a descoberta. Moreira registra:

... diferentes estratégias de ensino/aprendizagem podem situar-se em distintas posições em um hipotético sistema de coordenadas formado pelos eixos aprendizagem mecânica X significativa e aprendizagem receptiva X por descobrimento. (MOREIRA, 2011, p. 36).

O mesmo autor Moreira (2011) distingue três formas de Aprendizagem Significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório e três tipos de Aprendizagem Significativa: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições).

A Aprendizagem Significativa é subordinada quando novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados por um processo interativo e de ancoragem com conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva.

A Aprendizagem Superordenada leva a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem.

A Aprendizagem Combinatória é uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva.

A Aprendizagem Representacional é a mais elementar e fundamental é quando o símbolo significa apenas o referente que representa, por exemplo a palavra mesa para uma criança é apenas a mesa da sua casa.

A Aprendizagem Conceitual ou de conceitos indicam irregularidades em eventos ou objetos. Quando a pessoa tem o conceito de mesa, o símbolo mesa representa uma infinidade de objetos.

A Aprendizagem Proposicional implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição.

Moreira (2011) destaca que para facilitar a Aprendizagem Significativa em situação formal de ensino deve ter como ponte de partida o conhecimento prévio do aluno; o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e integrativamente os novos conhecimentos em interação com os já existentes.

Segundo Ausubel para facilitar a AS, além da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa e dos organizadores prévios, é preciso considerar o uso dos princípios da organização sequencial e da consolidação. Para o teórico fica mais fácil para o aluno organizar seus subsunçores se na matéria de ensino os tópicos estão sequenciados em termos de dependências hierárquicas naturais. A consolidação envolve o domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. A linguagem é outro recurso fundamental na facilitação da aprendizagem significativa. O professor usa a linguagem ao apresentar os significados e o aluno também usa a linguagem ao devolver os significados que está captando. A linguagem é importante para ensinar e aprender.

Para Ausubel, aparecem também como facilitadores da AS as estratégias e os instrumentos didáticos como o organizador prévio e o mapeamento conceitual. Moreira afirma:

Mapas conceituais são diagramas conceituais hierárquicos que destacam conceitos de um certo campo conceitual e relações entre eles. (MOREIRA, 2011, p. 50).

Moreira (2011) aponta também como facilitador da AS as atividades colaborativas onde o professor atua como mediador e enfatiza que as estratégias e instrumentos quando não bem utilizados podem não promover aprendizagem e levar a aprendizagens mecânicas. Ao tratar da avaliação da AS o autor destaca a necessidade de se trabalhar o significado, a compreensão e a transferência para não se cair numa abordagem mecânica e avaliar, conseqüentemente, a compreensão, a captação de significados e a capacidade de transferência de conhecimentos a novas situações, sendo formativa e recursiva.

A importância da linguagem no processo de aprendizagem foi também destacada pelo teórico russo Vigotski (1984):

...o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem as formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, se convergem. (VIGOTSKY, 1984, p. 27).

Outro autor que destaca a importância da linguagem é Vergnaud (1996) quando trata dos campos conceituais - um conjunto de situações problemáticas cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de natureza distinta. Para este teórico o conceito envolve três conjuntos: 1- um conjunto de situações que dão sentido ao conjunto; 2- um conjunto de invariantes que levam ao significado do conceito e 3- um conjunto de representações simbólicas, que é o seu significante. Estes três conjuntos precisam ser considerados simultaneamente e a linguagem está sempre envolvida.

Vergnaud (1996) aborda os esquemas que envolvem os conceitos e destaca os ingredientes dos esquemas: 1- metas e antecipações; 2- regras de ação do tipo: “ se...então”; 3- possibilidades de inferências ou raciocínios; 4- invariantes operatórias (teoremas em ação e conceitos em ação).

Moreira registra:

...esquema é a forma estrutural da atividade, é a organização invariante da conduta do sujeito frente a uma classe de situações, e contém conhecimentos em ação. (MOREIRA, 2011, p. 68).

Moreira (2011) trata dos modelos mentais dizendo que a primeira representação interna que construímos quando enfrentamos uma situação nova é um modelo mental dessa situação e a fonte primária para construção de modelos mentais é a percepção. A linguagem está envolvida no processo de percepção da realidade. A consciência semântica é um dos princípios da AS e envolve várias conscientizações: a primeira é tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras; a segunda é a de que as palavras não são aquilo ao qual elas ostensivamente se referem; a terceira é de que é variável a correspondência entre palavras e referentes verificáveis, ou seja, há níveis de abstração variáveis; a quarta é não deixar de perceber que os significados das palavras mudam. Outro princípio da AS é a incerteza do conhecimento, a nossa visão de mundo é construída com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos, estes três elementos estão interligados na linguagem humana.

Moreira recorre a Vigotski para tratar de alguns conceitos básicos como: instrumento e signo, desenvolvimento cognitivo, interação social, significado, linguagem e zona de desenvolvimento proximal. Para Vigotski (1984), instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, signo é algo que significa alguma coisa. O desenvolvimento cognitivo está diretamente articulado ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos é mediado por instrumentos e signos construídos ao longo da história. O indivíduo se desenvolve cognitivamente através da apropriação das construções sócio - históricas. A interação social é fundamental no processo interpessoal para intrapessoal e nesse processo se dá a aquisição de significados.

Nas palavras de Postman e Weingartner (1969):

o conhecimento não está nos livros a espera de que alguém venha a aprendê-lo; o conhecimento é produzido em resposta a perguntas; todo novo conhecimento resulta de novas perguntas, muitas vezes novas perguntas sobre velhas perguntas" (POSTMAN; WEINGARTNER, 1969, p. 23).

A linguagem é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo. A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, é uma medida do potencial de aprendizagem, é a possibilidade de resolução de problemas sob a orientação de alguém ou em colaboração com companheiros.

Nas palavras de Moreira (2011):

... o professor atua como mediador para facilitar ao aluno a internalização de instrumentos e signos de determinado corpo de conhecimentos... essa mediação deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal. (MOREIRA, 2011, p. 96).

Partimos do pressuposto de que a articulação entre o material de Aprendizagem potencialmente Significativo, um aprendiz com predisposição para aprender e um professor comprometido com atividades de ensino que busquem a superação da Aprendizagem Mecânica para uma Aprendizagem Significativa podem contribuir potencialmente para a concretização de uma escola que garanta a apropriação dos conhecimentos da área de Física.

Neste aspecto Moreira (2014) comenta:

A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2014, p. 6).

A presente dissertação desenvolvida no curso de Mestrado teve o objetivo de explicitar uma abordagem do ensino dos conteúdos da óptica geométrica, leis da reflexão, espelhos planos e esféricos, leis da refração, lentes e visão humana. Estes são conteúdos da Física que, na concepção do presente trabalho, podem ser trabalhados em sala de aula tendo a Aprendizagem Significativa como conceito norteador.

2.2 EXEMPLOS DO USO DAS TIC NO ENSINO DE ÓPTICA

O aluno do Ensino Médio regular apresenta uma grande dificuldade (XAVIER 2005) em relacionar as informações midiáticas com os conteúdos lecionados durante os três anos de duração do curso, apesar de possuir um amplo acesso a informação.

No Ensino Médio os conteúdos de Física podem estar sendo trabalhados de maneira formal e abstrata tendo como consequência o distanciamento da realidade do aluno. De acordo com Bonadiman (2005), as causas apontadas para os discentes não apreciarem a Física, e para explicar as dificuldades dos mesmos na aprendizagem em Física, partem de vários fatores os quais estão relacionados: à pouca valorização do profissional do ensino, a condições precárias de trabalho do professor, à qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, ao enfoque demasiado na chamada Física matemática, em detrimento de uma Física mais conceitual, à fragmentação dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, ao distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos e também a falta de conhecimentos básicos em leitura e interpretação de texto.

Acrescento ainda que a qualidade na formação do professor, o tempo disponível em sala de aula, e o excesso de conteúdo são variáveis que podem estar diretamente associadas a falta de interesse dos alunos em relação a Física.

Segundo Ohl (2005) “estas dificuldades (de leitura) prejudicam as avaliações dos conteúdos da disciplina Física”:

É comum encontrarmos em sala alunos paralisados, aguardando que o professor resolva questões propostas alegando não saber resolvê-las. Em muitos destes casos verificamos que o aluno não foi capaz de interpretar o enunciado da questão o que para ele significa “não saber resolver a questão”. (OHL, 2005. p. 1).

O *site* elaborado propõe entre várias outras possibilidades, a leitura de textos científicos e o uso de questionários sobre o texto para auxiliar o professor na percepção da dificuldade de leitura e/ou a compreensão dos conceitos físicos presentes no texto. Neste aspecto Ohl afirma:

...estratégias que levem os estudantes a exercitarem leituras e interpretações de textos desenvolvendo assim esta habilidade, a qual entendemos não ser apenas competência da disciplina Português. (OHL, 2005. p. 1).

Acreditando na possibilidade de diminuir as dificuldades apresentadas pelos alunos e ainda proporcionar uma educação que de acordo com o PCN (BRASIL, 2002, p. 9) forme para a vida possibilitando:

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam:

- comunicar-se e argumentar;
- defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
- participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizar como cidadãos;
- fazer escolhas e proposições;
- tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender.

Sobre essas possibilidades de mudanças Cardoso e Dickman (2012) comentam:

Em uma visão geral, a tendência no contexto escolar é diversificar o processo de ensino, o que leva ao surgimento de novas dificuldades e novos desafios para a educação. Sabe-se que a educação passa pela necessidade de modificar a estrutura de ensino, que surge em função de proporcionar ao aluno uma formação com conhecimento para o mundo contemporâneo, que esteja apto a viver socialmente e engajado no mercado de trabalho. Para isso, será necessário que o aprendiz desenvolva, até o Ensino Médio, uma grande quantidade de competências e habilidades. (CARDOSO; DICKMAN, 2012, p. 893).

Para tentar diminuir esta distância entre o conhecimento científico e o conhecimento prévio do aluno, e auxiliando no desenvolvimento de competências

pelo aluno, pode ser necessário e/ou útil em sala de aula o uso de experimentos, vídeos e animações que auxiliem na reflexão sobre os objetos de estudo da ciência.

Neste aspecto é conveniente definir que os objetos de estudo da ciência não são os fenômenos da natureza em si, mas sim as construções e mecanismos que o conhecimento científico utiliza para interpretar e tentar explicar a natureza. O objetivo básico do presente projeto é buscar uma maior familiaridade com simulações e interpretações de fenômenos da Física, sua relação com o cotidiano do aluno e, ao mesmo tempo, o incentivo ao uso de TIC em sala de aula com o objetivo de motivar e promover a discussão, construção e apropriação pelos alunos dos conceitos fundamentais na óptica em Física.

O Governo Federal com o Programa Nacional de Tecnologia Educacional visa atender as escolas públicas auxiliando e promovendo a inclusão digital há mais de uma década. De tal forma que muitas das escolas brasileiras tanto federais, estaduais e as particulares apresentam computadores e outros recursos tecnológicos dentro de suas instalações. Contudo, sabemos que não bastam somente os equipamentos digitais, é necessário muito mais do que isso para conseguir um ensino de qualidade com recursos inovadores.

Retoma-se aqui a principal premissa do problema da pesquisa: Como elaborar critérios e como efetivar a criação de um objeto de aprendizagem que possa juntar várias ferramentas didáticas voltadas ao ensino de Física óptica para o Ensino Médio?

Não basta, por exemplo, para o aluno a memorização da equação de Gauss ou a equação do aumento linear transversal, a resolução de problemas limitados pré-definidos, de nenhum interesse pessoal. Mas, sim, buscar a resolução de problemas amplos, abertos e relacionados com as questões postas pelo contexto social. O uso de diversas possibilidades educacionais pode auxiliar nesta busca.

A mesma opinião aparece em Schuhmacher (2002) *et al.*:

a evolução dos computadores nas últimas décadas, trouxeram mudanças significativas em diversas áreas, mostrando a imensa capacidade que os mesmos oferecem. Os computadores se encontram inseridos no desenvolvimento da Física nos últimos anos, independentemente da sua natureza teórica ou experimental, sendo claramente perceptível a sua imensa influência na resolução de grandes problemas. (SCHUHMACHER *et al.*, 2002, p. 2).

No XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, em 2011, houve um levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados.

Neste SNEF dos 231 artigos apresentados nas seções de comunicação oral constatou-se que 11,7% destes artigos estavam associados a área temática que englobam “Tecnologia da informação, difusão tecnológica e o ensino de Física”.

No artigo Macêdo *et al* (2014) afirmam:

Também foi constatada uma quantidade expressiva de trabalhos envolvendo o uso das TIC em propostas de formação de professores, o que pode contribuir para o alargamento das opções metodológicas dos docentes e suprir suas carências formativas. (MACÊDO *et al.*, 2014, p. 168).

Neste artigo é comentado que o investimento econômico com dinheiro público para equipar as escolas com computadores e para capacitar os professores no seu uso é elevado. Contudo, pode ocorrer destes computadores ficarem trancados em salas, cheios de poeira, obsoletos por falta de utilização, pois são poucos os professores que efetivamente fazem uso das TIC em sua prática docente.

Esta percepção já ocorreu há muito tempo, conforme Lopes (1989):

em muitas escolas a atual prática pedagógica mostra-se confusa e desvinculada da realidade social, com conteúdos trabalhados de forma autoritária, sem perspectivas de atenderem aos interesses e necessidades dos alunos, e com recursos reduzidos a meros objetos inadequados aos propósitos didáticos. (LOPES, 1989, p.17).

Acreditando que não basta somente o computador ou qualquer outro meio tecnológico, mas sim capacitar o professor a utilizar esses meios e usar essas ferramentas dentro de uma política didática pedagógica com metas claras e definidas.

Sobre a necessidade de capacitar, Medeiros e Medeiros (2002) defendem:

Numa perspectiva mais ampla, é necessário um olhar mais crítico e cauteloso com relação ao uso dos recursos da informática em geral e, em especial, dos *softwares* de simulação na educação, particularmente no ensino de Física. Para tanto, entre outros esforços que visam melhorias de currículos e práticas escolares, além de investimentos tecnológicos, não se pode deixar de investir no professor, cuja resistência e dificuldade nesta área podem ser bem

maiores do que as do estudante. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 95).

Neste aspecto Heckler (2007) *et al* defendem:

Por isso, acreditamos que a utilização de novas tecnologias de ensino em aulas de física no ensino médio deva ser feita como uma ferramenta auxiliar, um recurso a mais no processo de ensino/aprendizagem, nunca de forma única, devendo ser aliada aos demais recursos existentes; cabe ao professor a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso, e o da criação de um ambiente em que o aluno possa perguntar, refletir, debater, pesquisar, onde ambos possam se sentir responsáveis pelo processo ensino/aprendizagem. (HECKLER *et al.*, 2007, p.273).

Como então com o uso destas ferramentas seria possível alcançar um aprendizado mais significativo? Indicando o uso das TIC como instrumentos possíveis para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, neste aspecto podemos e devemos citar exemplos da utilização destes recursos voltados para o ensino de óptica. Sobre as possíveis vantagens do uso dos simuladores computacionais no ensino de ciências podemos destacar a pesquisa de Gaddis (2000) que segundo Medeiros e Medeiros (2002) apresentam vários benefícios como:

Reduzir o ruído cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos; fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p.80).

A mesma conclusão aparece em Vieira (2003):

Estudos demonstram que a utilização das novas tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), como ferramenta, traz uma enorme contribuição para a prática escolar em qualquer nível de ensino. Essa utilização apresenta múltiplas possibilidades que poderão ser realizadas segundo uma determinada concepção de educação que perpassa qualquer atividade escolar. (VIEIRA, 2003, p.6).

No caso específico desta dissertação as TIC associadas ao produto confeccionado são as possíveis ferramentas disponíveis na WEB, não é intenção da dissertação versar sobre outros tipos de ferramentas fora as acessíveis pela *internet*.

Vale também ressaltar o pensamento de Fiolhais e Trindade (2003):

Não estamos defendendo que os futuros professores substituam sua forma de transmitir o conteúdo - geralmente através do método expositivo - pelo uso de simuladores, mas estamos de acordo com a ideia de que as simulações não devem substituir por completo a realidade que representam, pois elas são bastante úteis para abordar experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática por serem caras, muito perigosas, demasiado lentas, demasiado rápidas (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p.264).

Contudo, acreditando em Ferreira (2000):

Os *softwares* que trabalham simulação e modelagem podem promover uma maior viabilidade do processo de ensino-aprendizagem da Física, pois através de situações observáveis da vida real e modeláveis por programas computacionais, o aluno poderá correlacionar os conceitos vistos em sala de aula e aplicá-los com o uso do *software*. (FERREIRA, 2000, p.5).

Vários *sites*, principalmente de simuladores, serviram de referência para a composição do produto desenvolvido, considerando propício citar aqui os principais:

- Ambiente Educacional Web

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/>

Um ambiente educacional do governo do estado da Bahia com divisão de disciplinas. O *site* apresenta conteúdos digitais, aulas gravadas, *blogs* e várias outras opções.

- Astronomy Simulations and Animations

<http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>

Site com recursos de simulação voltados principalmente para astronomia, as simulações oferecem poucos recursos de interação.

- Banco Internacional de Objetos Educacionais

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>

O BIOE é um serviço padronizado para catalogar objetos educacionais, disponibilizado pelo MEC. Este repositório de objetos educacionais disponibiliza de forma gratuita ao acesso público objetos em vários formatos e para todos os níveis de ensino, podendo ser acessado de forma individual ou em coleções.

- Casa das Ciências

<http://www.casadasciencias.org/>

A Casa das Ciências é um portal de base colaborativa que recolhe, valida e divulga materiais digitais para servir os professores de ciências dos diferentes níveis de ensino. A todos os professores e investigadores que tenham desenvolvido soluções digitais com este propósito, o *site* oferece esta plataforma de divulgação. Todo o material é disponibilizado em *Creative Commons*, de acesso direto, sem qualquer tipo de custos para o utilizador.

- Ciência Mão

<http://www.cienciamao.usp.br/>

Site com recursos digitais e propostas de atividades, experiências e produção de materiais para uso em sala de aula ou divulgação científica, apresentadas como roteiros completos em formato online (o *site* está associado a USP).

- Centro de referência para o ensino de Física

<http://www.if.ufrgs.br/cref/>

O centro de Referência para o Ensino de Física possui recursos associado as TIC e um dos objetivos do *site* é o aprimoramento de métodos de ensino (o *site* está associado a UFRGS).

- Dia a Dia Educação

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=114>

O *site* Dia a Dia Educação é da secretaria da educação do governo do estado do Paraná. O *site* possui uma enorme variedade de recursos didáticos e a navegação é simples com interface agradável. Uma grande quantidade de simuladores e vídeos estão distribuídos em ordem alfabética.

- Física animada

<http://www.fisicanimada.net.br/?q=optica/applets>

O *site* apresenta uma interface atraente possuindo um vasto número de simulações divididas por conteúdos.

- Física Vivencial

<http://fisicavivencial.pro.br/fisica-vivencial/sf>

Um grande acervo de 120 simulações separadas por conteúdo. Muitas das simulações podem ser baixadas pelos usuários. Na física óptica existem onze simuladores disponíveis.

- Ideias na caixa

<http://www.ideiasnacaixa.com/>

O *site* apresenta uma interface simples e funcional com 60 simulações. A página inicial tem dois tipos de laboratórios para acesso: o laboratório virtual e o laboratório virtual em exposição.

- Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Ensino de Ciências

<http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/>

Neste *site* você encontra um conjunto de aplicativos computacionais para o ensino de física que podem ser usados diretamente na página, ou podem ser baixados para seu próprio computador. Um acervo de 57 simulações separadas por conteúdo e 7 sobre física óptica são disponibilizadas.

- LearnersTV

<http://www.learnerstv.com/animation/Free-physics-animations-page1.htm>

Site em língua inglesa com 76 simulações separadas por conteúdos e grande número de vídeos. Apresenta uma interface simples e funcional. Apenas quatro simuladores são de óptica.

- Manual do Mundo

<http://www.manuandomundo.com.br/>

O *site* apresenta uma enorme quantidade de vídeos com explicações científicas e pequenas demonstrações feitas pelo apresentador. Os vídeos são bem editados e cobrem diversos assuntos de forma lúdica.

- Mundo Educação

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/optica.htm>

O *site* apresenta uma enorme variedade de artigos e textos sobre o conteúdo da Física do ensino médio. Os textos são curtos e voltados para os alunos.

- Novo pion

<http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/index.php/links/simulacoes-e-animacoes?start=20>

Site que apresenta uma enorme variedade de *sites* classificados por simulações de diversos assuntos (o *site* está associado a SBF).

- Noas

<http://noas.com.br/ensino-medio/fisica/optica/>

Site que apresenta uma enorme variedade de animações e simulações. O *site* está associado ao sistema de ensino CNEC. Os simuladores são divididos por disciplinas e posteriormente em conteúdos, existem 14 simuladores associados a física óptica.

- O Mocho

<http://www.mocho.pt/Ciencias/Fisica/simulacoes/optica/>

Site com 14 simuladores de física óptica. O *site* conta diversos assuntos relacionados a Física (o *site* está associado ao CFC).

- Phet

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/light-and-radiation

Site em língua inglesa com tradução para o português. O *site* conta com muitas simulações separadas por conteúdos e disciplinas, apresenta uma interface sofisticada e rica em interatividade. Cinco simulações são de óptica geométrica (o *site* está associado a Universidade do Colorado). Na opinião do autor é o melhor *site* de simulações existentes na WEB devido a qualidade das simulações presentes.

- Physclips

<http://www.animations.physics.unsw.edu.au/light/>

Site em língua inglesa com muitas simulações separadas por conteúdos e grande número de vídeos, textos e exemplos de experimentos. Apresenta uma interface sofisticada. Vinte e sete simuladores são de óptica geométrica (o *site* está associado a UNSW).

- Portal do Professor

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

Portal do MEC sobre educação voltado aos professores com várias possibilidades educacionais e um bom número de simulações e diversos outros recursos.

- Skoll.pt

<http://www.skool.pt/>

O *site* skool.pt é a mais recente das iniciativas mundiais levadas a cabo pela empresa Intel no setor da educação. Os simuladores estão separados por ciclos de ensino utilizados por Portugal. Não existe separação por conteúdo o que dificulta uma busca sobre simuladores de física óptica, contudo existem 9 simulações associadas a óptica geométrica (o *site* está associado a diversas universidades portuguesas).

- Virtual Physics Laboratory

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?PHPSESSID=f6ok53jp5knh8d508iil6dp722&board=6.0> ou

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?board=12.0#top>

Site em língua inglesa com muitas simulações separadas por conteúdos. Apresenta uma interface simples. Trinta e cinco simuladores são de óptica geométrica (o *site* está associado a CoLoS).

- Walter Fendt

<http://www.walter-fendt.de/html5/phen/>

Site que apresenta uma enorme variedade de simulações. Os simuladores são divididos por conteúdos, existem 5 simuladores associados a física óptica.

- Wolfram

<http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Optics&limit=20>

ou

<https://www.wolframalpha.com/examples/Optics.html>

O site faz parte do projeto *Wolfram Demonstrations* (recurso de código aberto) usando computação dinâmica em diversos ramos da ciência, tecnologia e muitos outros campos. A sua enorme e crescente coleção diária de simulações é criada por usuários do *Mathematica* (produto da marca Wolfram). Algumas simulações são simples, contudo existem inúmeras simulações sobre óptica geométrica.

Esta parte da pesquisa excede em muito uma simples procura nos buscadores da *internet*. Foram necessários meses de execução dos simuladores para verificar suas funcionalidades e conseguir assim uma categorização. A maioria dos sites escolhidos são de simulações disponibilizadas em páginas de órgãos educacionais, universidades nacionais e/ou internacionais, grupos de estudo e professores com trabalhos reconhecidos pela comunidade científica. Poucas são as exceções (*sites*) que não se enquadram nestes critérios.

Na visão educacional, o uso das TIC nos parece um ferramental que pode ser de serventia para auxiliar no processo educativo, contudo não será capaz de substituir o professor. Este apresenta papel fundamental como mediador na utilização das possibilidades didáticas permitindo ao aluno relacionar, criar, construir e reformar o seu próprio conhecimento em todos os aspectos de sua vida.

2.3 LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES

Uma dissertação de mestrado acadêmico precisa resgatar, reconhecer, e referir o conhecimento já produzido sobre determinado assunto ou conteúdo. O mestrado acadêmico possibilita uma formação mais aprofundada formando pesquisadores associados diretamente a suas pesquisas sem necessariamente uma visão profissional ou um produto de seus conhecimentos. Uma dissertação de mestrado profissional difere do acadêmico em algumas poucas características.

Sobre este aspecto Ribeiro (2005) diferencia os dois tipos de mestrado afirmando que o produto é o principal diferencial entre eles.

Segundo Rezende e Ostermann (2008) as críticas quanto ao sucesso dos mestrados profissionais eram sustentadas inicialmente pela hipótese de que a formação profissional do professor seria a condição *sine qua non* para garantir uma aprendizagem escolar de melhor qualidade. Em outras palavras o professor era considerado o único responsável pelo sucesso ou fracasso de seus alunos.

Hoje a visão é mais abrangente, gradativamente o país avança na sua produção científica voltada ao ensino e os mestrados profissionais são provas destes aperfeiçoamentos.

De acordo com Maldaner *et al* (2006):

A pesquisa sobre Educação em Ciências e Matemática teve grande impulso no Brasil nestes últimos 20 ou 25 anos, tornando -se um campo de produção científica considerável, com uma comunidade que não cessa de crescer, como atestam as sociedades que reúnem os pesquisadores e as publicações que se multiplicam. As questões pesquisadas abrangem um amplo leque de preocupações que envolvem a natureza da ciência, aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes, métodos de ensino e da própria pesquisa na área, relação entre ciência e o contexto social, formação de professores, currículo e muitas outras... (MALDANER *et al.*, 2006, p. 49).

Segundo Moreira (2004), o mestrado profissional de ensino deverá ter caráter de preparação profissional na área docente, focalizando o ensino, a aprendizagem, o currículo, a avaliação e o sistema escolar. Deverá, também, estar sempre voltado explicitamente para a evolução do sistema de ensino, seja pela ação

direta em sala de aula, seja pela contribuição na solução de problemas dos sistemas educativos, nos níveis fundamental e médio.

A dissertação proposta reconhece nesta posição defendida por Moreira um caminho a seguir. Ainda mais o produto desenvolvido nestes mestrados profissionais de educação devem ser construídos com bagagem teórica consistente e aplicados no ambiente escolar para a verificação de sua validade.

Infelizmente os resultados destes MPE ainda não aparecem na grande maioria das salas de aula do ensino fundamental e médio. Isto se confirma na visão de Rezende e Ostermann (2005).

Reconhecida as temporárias limitações dos resultados alcançados pelos MPE focaremos no aspecto do que pode ser feito. Sobre as possibilidades das TIC associadas a uma concepção de AS temos na sequência um roteiro de refração que atende os passos propostos por Moreira no capítulo 1.1. Vale ressaltar que no produto desenvolvido, vários outros exemplos de TIC são utilizados para possibilitar uma Aprendizagem Significativa. A escolha por um único exemplo é para ilustrar uma possibilidade de abordagem que englobe simultaneamente os dois principais referenciais teóricos defendidos.

As possibilidades de uma AS com o uso das TIC pode ser um fator relevante para a eficácia educacional dos alunos. A capacidade intelectual e a experiência do professor continuam relevantes no domínio de suas funções, porém, o uso organizado e bem estruturado de materiais didáticos tecnológicos pode e deve permitir a aquisição e produção de conhecimentos por parte dos alunos.

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGIA

O objetivo de elaborar um *site* como um material didático complementar elaborado numa sequência didática assentado na teoria da AS é o ponto crucial desta pesquisa.

Inicialmente, através de um questionário *online* aplicado a vinte professores de Física da cidade de Curitiba coletamos dados referentes ao uso de TIC destes professores no processo de ensino. Esta parte inicial da pesquisa tem uma abordagem simples para verificar quais as tecnologias de informação e comunicação presentes nos processos didáticos dos professores estudados, e como ocorre o uso desta tecnologia.

Posteriormente ainda com o uso do mesmo questionário *online* foi proposta uma análise de *sites* aplicados ao ensino de óptica. A investigação nesta etapa teve como finalidade fornecer subsídios para verificar o conhecimento dos *sites* pelos pesquisados.

Utilizando desta análise foi elaborado um material para ser utilizado como recurso didático pedagógico nas aulas de Física, sendo esta a principal parte da pesquisa. Segundo Markoni e Lakatos (2003):

uma vez manipulados os dados e obtidos os resultados, o passo seguinte é a análise e interpretação dos mesmos, constituindo-se ambas no núcleo central da pesquisa. (MARKONI; LAKATOS, 2003, p. 167).

Para verificar as concepções dos professores em relação às TIC, aplicou-se inicialmente um questionário misto com perguntas abertas e fechadas, abordando os principais temas relacionados à área de ensino de Física com as TIC.

A ação levantada durante a pesquisa e os resultados obtidos, têm ainda por finalidade resolver, compreender e tentar superar as dificuldades do aluno do Ensino Médio na aprendizagem dos conceitos básicos de óptica em Física.

Para tal foi aplicado inicialmente um instrumento de pesquisa para detectar o uso, ou possível uso de TIC pelos professores de Física. O questionário

estruturado com 17 perguntas teve a finalidade de conhecer a realidade e as possibilidades educacionais destes professores dentro de sala de aula.

O público alvo do questionário é de um Universo de 20 professores de Física do ensino médio, praticamente todos estes professores lecionam ou lecionaram o conteúdo de óptica.

A pesquisa aplicada aos professores, teve como finalidade verificar a necessidade de um OA com os principais tópicos da óptica presentes no Ensino Médio.

As respostas e propostas da pesquisa são de extrema relevância para a proposição didática apresentada nesta dissertação. Através da avaliação e análise das respostas foi confeccionado e elaborado o *site* como OA.

Este questionário estruturado procura detectar os possíveis caminhos didáticos, verificando a utilização dos simuladores, experimentos, vídeos entre outros objetos de ensino dentro de uma possível Aprendizagem Significativa na Física.

O questionário foi enviado de forma *online* facilitando o acesso aos *links* sugeridos para análise e agilizando o processo de avaliação. O procedimento de pesquisa apresenta em algumas questões, a possibilidade do entrevistado comentar e/ou sugerir aplicações sobre o uso da TIC proposta. Existem questões que permitem o entrevistado emitir opiniões sobre a proposta didática e existem também questões opcionais, não sendo obrigatórias suas respostas.

3.1 PROPOSTA DA INVESTIGAÇÃO

Num momento de tantas mudanças no sistema educacional parece ainda não se ter atingido plenamente um dos aspectos centrais na relação de ensino e aprendizagem, ou seja, a articulação entre o aspecto pedagógico e cognitivo do aluno.

A separação entre ensinar e aprender dificulta a assimilação do conhecimento por partes dos alunos e conseqüentemente prejudicam a qualidade da educação. Conforme Barbosa (2012) há necessidade de uma nova estética escolar que junte os aspectos cognitivos e pedagógicos, pois este descolamento pode desmotivar e causar insatisfação com a escola por parte dos alunos por não aprenderem efetivamente. Impõe-se a necessidade de um novo “modo de ensinar”.

Parte-se do pressuposto que este novo “modo de ensinar” exige a utilização de TIC que possibilitem um ensino de melhor qualidade e uma AS aos alunos. Contribuições neste sentido têm relevância os trabalhos de Rohling *et al*, (2002) Heineck, Valiati e Zottis (2002), Heineck, Valiati e Rosa (2007), entre outros.

Reconhecendo o enorme número de *sites* com conteúdo de Física e a dificuldade em achar na WEB um *site* que apresente conteúdo somente de óptica geométrica porém, acreditando em Moran (2011) ao afirmar que a *internet* é um grande apoio à educação, uma âncora indispensável à embarcação. Moran ressalta a importância da formação continuada dos professores, pois a *internet* traz saídas e levanta problemas, como por exemplo saber de que maneira gerenciar essa grande quantidade de informação com qualidade.

Defendendo que através da criação de um *site* podemos auxiliar para uma articulação um pouco mais efetiva entre o aspecto pedagógico e cognitivo do aluno. Esperando colaborar com esse processo detectando com mais precisão os obstáculos de aprendizagem em relação aos temas de óptica trabalhados no Ensino Médio e buscando formas de superação das dificuldades apresentadas pelos professores. Pretendemos com esse produto desenvolvido ampliar as metodologias de ensino e aprendizagem em Física, que podem ajudar o aluno a compreender melhor o mundo em que vive.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

A construção do material foi motivada pelas teorias defendidas por Ausubel e Moreira associadas ao uso das TIC, a criação de um *site* gratuito voltado ao ensino de óptica foi feita com um pequeno recorte dos conteúdos da óptica geométrica. A divisão do conteúdo proposta é baseada nos livros didáticos do ensino médio e na experiência do autor. O material de óptica geométrica está dividido em seis grupos:

- Óptica geométrica.
- Espelhos planos.
- Espelhos esféricos.
- Refração.
- Lentes.
- Visão humana e defeitos da visão.

Inicialmente já é necessário uma simples divisão deste conteúdo, neste aspecto a óptica pode ser dividida em:

Óptica Física: estuda os fenômenos ópticos que exigem uma teoria sobre o comportamento e propagação das ondas eletromagnéticas. Neste aspecto a natureza da luz é necessária para explicar fenômenos como a difração, polarização e a interferência luminosa. Este material não faz referências ao estudo da óptica física pela necessidade inicial do autor em delimitar o material.

Óptica Geométrica: estuda os fenômenos ópticos em que apresentam interesse as trajetórias seguidas pela luz. Neste estudo a trajetória de propagação da luz é sempre considerada como um feixe luminoso, fundamentando-se na noção de raio de luz. Os fenômenos luminosos são estudados sem discussões sobre a natureza da luz e sim nas leis que regem e regulam seu comportamento.

Para auxiliar numa busca mais específica sobre simuladores que possam vir a ser úteis no ensino da óptica geométrica, foi criada uma lista dividida por conteúdos específicos dentro de cada tópico. Existe um resumo sucinto sobre o que pode ser explorado em cada simulador.

Reconhecemos que uma simples pesquisa em buscadores na *internet* possibilitem uma enorme quantidade de informação sobre o conteúdo da óptica e/ou *sites* com simuladores.

Neste aspecto Souza e Neto afirmam:

Porém, num ambiente vasto como a *Internet*, conteúdos superficiais ou irrelevantes sobre um determinado assunto podem atrapalhar os motores de busca de conteúdos, tornando mais lento o processo de localização do conteúdo educacional desejado pelo estudante. (SOUZA; NETO, 2014, p. 2).

Todos os *sites* (lista no capítulo 2.2) foram pesquisados em todas as suas interfaces, páginas e simuladores relacionadas ao ensino da óptica geométrica, este trabalho foi árduo e possibilitou uma lista de mais de duzentas (200) simulações encontradas, sendo que todas elas foram catalogadas por conteúdo no *site* produzido pela dissertação. Embora o número de simulações na *internet* seja muito elevado os *sites* escolhidos são os que apresentaram as simulações mais ricas em possibilidades gráficas e didáticas, acreditando não existir um critério totalmente científico.

Neste aspecto Miranda (2011) *et al* defendem:

Existem várias simulações disponíveis gratuitamente na *internet*, envolvendo diversos assuntos da Física. O número elevado dessas simulações, algumas de péssima qualidade e às vezes apresentando erros conceituais, dificultam a escolha dos professores, tendo em vista que não existem critérios de análise de simulações definidos e totalmente aceitos pela comunidade científica (MIRANDA; ARANTES; STUDART, 2011, p.3).

Contudo foi adotado pelo autor alguns critérios para a escolha dos *sites* baseados na visão de Xavier (2003) *et al* que defendem:

- Facilidade de utilização
- Grau de interatividade
- Confiabilidade na origem
- Disponibilidade temporal

(XAVIER; XAVIER, MONTSE, 2003, p. 464-473).

Acreditamos facilitar a busca específica sobre estes simuladores ao disponibilizar no *site* um espaço somente com os *links*, e como o número de simuladores é muito elevado (anexo D) não se fez no *site* a descrição de como utilizar cada um deles, contudo um exemplo detalhado de como usar um simulador e associar a esta possibilidade tecnológica um possível roteiro de atividades ocorre em dois exemplos que deveriam ser visualizados para maior compreensão da atividade proposta nesta dissertação.

A necessidade da escolha de um roteiro para servir de referência de utilização, fez o autor elencar os principais critérios de escolha para o simulador:

- Ser interativo;
- Possuir acesso gratuito;
- Facilidade de utilização;
- Ser de uma instituição confiável e com conhecimento reconhecido no uso de simuladores;
- Ser adequado ao conteúdo do ensino médio.

No conteúdo de Simuladores (anexo D) as simulações de número 47 (simulação com roteiro no anexo C) e 46 (presente no produto dentro da teoria de espelhos planos página 15) são utilizadas de exemplo de como possibilitar a utilização de um roteiro de atividades associado a um OA com lista de exercícios e procedimentos metodológicos para auxiliar professores de Física no ensino da óptica.

Foram articulados conteúdos, *sites*, simuladores para cada um dos grupos de conteúdos selecionados. As imagens e figuras do OA produzidos estão liberadas pela *Creative Commons* (anexo A) e foram escolhidas pelo autor por sua importância dentro dos conteúdos de óptica. A escolha das figuras foi feita de forma criteriosa pelo autor e demandou bastante tempo devido ao grande número de figuras e imagens selecionadas.

Acreditando que o processo de criação do OA seja muito similar ao processo de criação de um REA, o autor seguiu os passos segundo o Caderno de Educação Aberta (2014), para o ciclo de vida de um REA:

O ciclo de vida de um REA consiste em cinco etapas são elas:

- i) Encontrar: Esta etapa consiste em buscar o conteúdo digital que deva atender de forma satisfatória a necessidade;
- ii) Criar: Neste estágio, pode-se criar o recurso do zero, ou então combiná-lo com os recursos encontrados na etapa anterior para formar um novo recurso;
- iii) Adaptar: Após a composição do recurso, pode-se fazer necessária uma adaptação no material, o que também pode incluir uma contextualização semântica do mesmo;
- iv) Usar: Utilizar o REA em aulas, projetos, Ambientes Virtuais etc;
- v) Compartilhar: Após o término da composição do REA, este pode ser disponibilizado à comunidade e alunos, podendo ser ainda reusado ou readaptado, ou seja, recomeçando mais uma vez o seu ciclo de vida. (CADERNO de EDUCAÇÃO ABERTA, 2014).

A ideia do autor é a produção de um “material aberto” que possa ser sempre melhorado / adaptado visando a sua livre utilização pelos professores de Física que lecionem a óptica geométrica, sendo que o processo de maturação do produto não termina com a confecção do *site*.

CAPÍTULO 4

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

O questionário estruturado apresentado para os professores engloba 17 perguntas e um texto inicial explicativo. A pesquisa foi realizada através do *site* <http://www.survio.com/survey/d/N4E6K2N9I6F4X7A1N?preview=1>. Segue abaixo após as perguntas da pesquisa, as respostas obtidas e comentadas quando consideradas pertinentes. O modelo completo do questionário está nos apêndices.

Questão 1- Há quanto tempo você atua na área do magistério?

- A questão 1 permitiu verificar que o público pesquisado foi bastante heterogêneo tendo valores variando de 2 até 30 anos. A média de tempo de magistério dos professores foi de 15,8 anos.

Questão 2- Em qual tipo de estabelecimento você trabalha atualmente na execução de tarefas pedagógicas:

- A questão 2 teve como principal resposta professores que trabalham em estabelecimentos particulares (fazer gráfico, como os demais).

Questão 3- O uso de materiais didáticos como a *TV-pendrive*, o *data-show*, o aparelho de DVD, a lousa digital, a *internet*, *sites* com conteúdos didáticos, e o uso de *softwares* fazem parte da sua aula ou da sua atividade profissional?

- A resposta da questão 3 é relevante para a pesquisa sendo a resposta representada pelo gráfico a seguir:

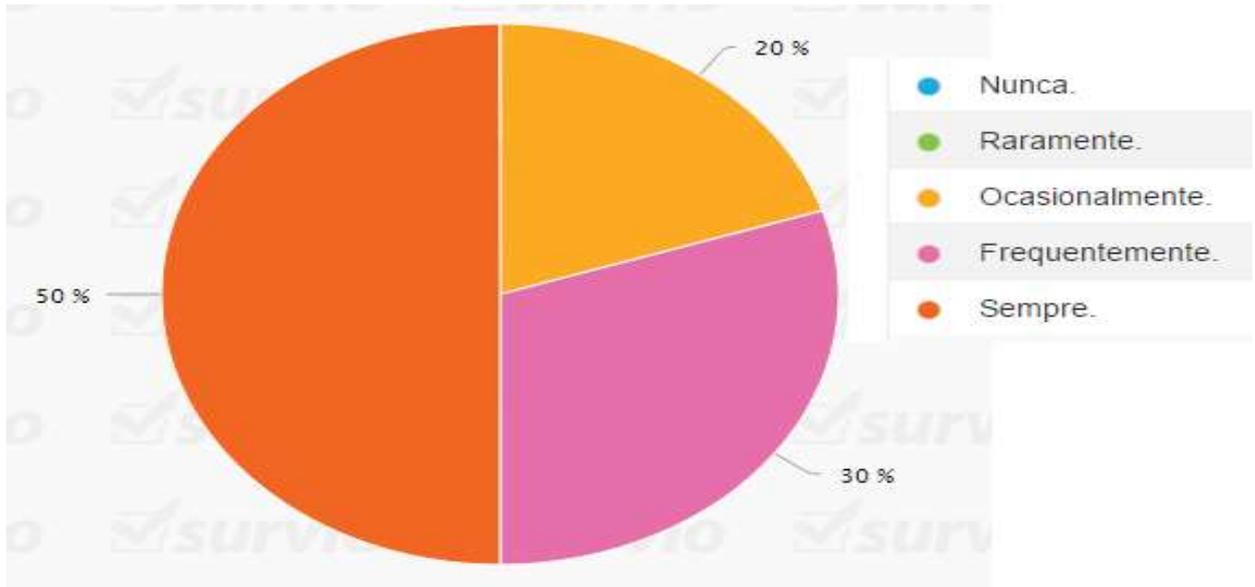


Gráfico 1 referente a questão 3. Fonte: Autor.

A resposta “sempre” apareceu com 50% e “frequentemente” com 30 %, isto leva a crer que o uso das TIC faz parte das aulas da enorme parte dos professores pesquisados, sendo que a alternativa “nunca” e “raramente” não ocorreu nenhuma vez na pesquisa.

Questão 4- Qual dos recursos abaixo você “mais utiliza” no exercício profissional? TV-*pendrive*, o *data-show*, o aparelho de DVD, a lousa digital, a *internet*, *sites* com conteúdos didáticos, o uso de *softwares* ou outros.

Resposta:

- Quase todas as possibilidades de recursos foram mencionadas sendo que o aparelho “*data-show*” foi a resposta que mais ocorreu.

Questão 5- A óptica é conteúdo regular das aulas de Física do ensino médio na(s) escola(s) que você atua ou atuou?

- A resposta da questão 5 está representada pelo gráfico a seguir:

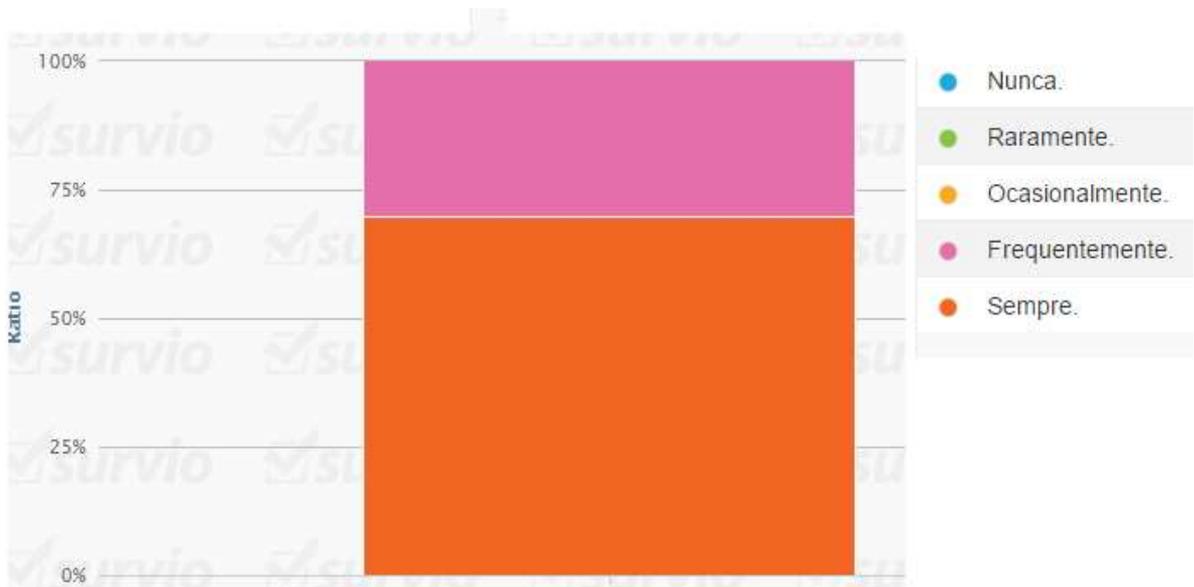


Gráfico 2 referente a questão 5. Fonte: autor.

Temos a resposta “sempre” com 70% e a resposta “frequentemente” com 30%, isto indica que a óptica faz parte dos conteúdos lecionados na Física nas escolas dos professores pesquisados.

Questão 6- Você já lecionou o conteúdo de óptica? Se sim, quais materiais (livros, apostilas, experimentos, vídeos, etc.) utilizou no desenvolvimento das aulas?

- Na resposta da questão 6 temos que 100% dos professores entrevistados já lecionaram a disciplina de óptica, embora dois dos entrevistados afirmaram que lecionaram poucas aulas deste conteúdo.

Segue abaixo uma transcrição *ipsis literis* de algumas das respostas apresentadas pelos professores:

P1: “Material didático próprio; Vídeos ilustrativos; Kit de experimentos de óptica (lentes e espelhos, etc)”.

P3: “Apostilas, *softwares* simuladores e demonstração de experimentos”.

P6: “Apostilas, experimentos motivacionais e vídeos”.

P12: “Livros didáticos (Ramalho), Apostilas de Sistema de Ensino (Positivo, Ético e Poliedro) e Simulador”.

P5: “Ético, livro: Bonjorno, experimentos de fibra óptica, demonstrações de espelhos planos e esféricos”.

P10: “Física aula por aula (FTD), Compreendendo a Física (Ática); Ético, Anglo, laser e espelhos”.

P14: “Livros, equipamentos de laboratório e experimentações rápidas em sala (demonstrações)”.

Na resposta da questão 6 o material didático mais presente é o livro didático ou as apostilas com sistemas de ensino, é notável também que alguns professores comentam usar experimentos ou demonstrações em sala. Das vinte respostas o termo simuladores apareceu quatro vezes.

Questão 7- Na(s) escola(s) em que trabalha, existem recursos/equipamentos próprios para o ensino de óptica? (ex.: laboratórios, experimentos, acesso a simuladores.)

- Na questão 7 temos que 40% dos entrevistados afirmam não existir materiais próprios para o ensino de óptica na(s) escola(s) que trabalham. Dos 60% que responderam afirmativamente temos abaixo uma transcrição *ipsis literis* de algumas das respostas apresentadas:

P2: “Bancos Ópticos”.

P9: “Laboratório didático e *Internet*”.

P7: “Equipamentos como lentes, espelhos, bancadas ópticas e laser”.

P16: “*Internet*”.

P15: “O sistema de ensino possui algumas animações simples”.

P20: “Acesso a simuladores”.

P12: “Bancadas ópticas tradicionais”.

Questão 8 - Conhece algum *site* com simuladores de Física que possam ajudar na explicação do conteúdo de óptica e possam ser utilizados em sala de aula? Cite algum ou forneça o link em caso afirmativo.

- O gráfico 3 da uma percepção da resposta da questão 8.

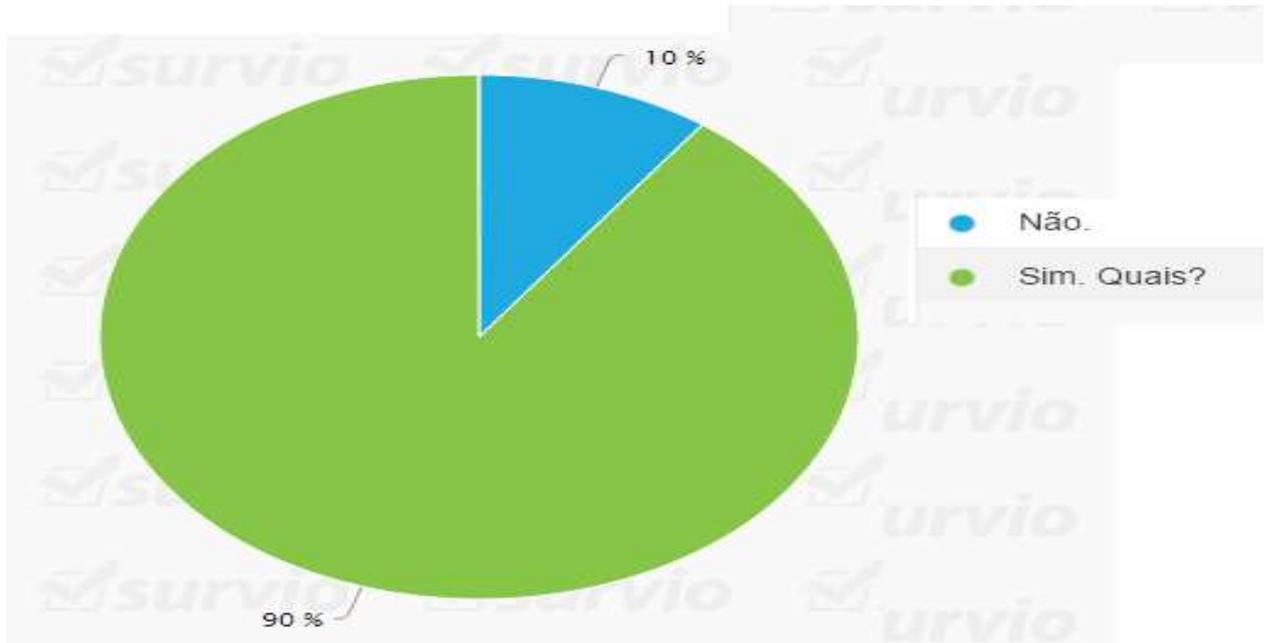


Gráfico 3 referente a questão 8. Fonte: autor.

- Notadamente temos que 90% dos professores entrevistados conhecem *sites* que possam ajudar na explicação da óptica.

Obviamente uma simples pesquisa nos buscadores de conteúdo (Google principalmente) pode fornecer vários domínios com conteúdo de Física. Uma das intenções da pergunta era visitar todos os *sites* mencionados para buscar de forma mais aprofundada simuladores de óptica e verificar a existência de algum *site* similar a proposta da dissertação. A transcrição de algumas respostas estão listadas na sequência abaixo:

P18: “Portal Positivo (simuladores e animações)”.

P13: “Já utilizei. Não sei dizer o nome ou o endereço”.

P12: “Phet”.

P4: “phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics”.

P9: “Phet, Walter Fendt e *site* da editora FTD”.

P19: “https://phet.colorado.edu/pt_BR/”.

P1: “https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/geometric-optics”.

O site http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics é o que apresentou o maior número de citações.

Questão 9 - Existe alguma dificuldade ao se usar um simulador nas aulas de Física? No caso afirmativo comente quais são as dificuldades.

- A finalidade da pergunta era conhecer se existia e quais eram as possíveis dificuldades mencionadas ao se utilizar um simulador. A resposta obtida pode ser verificada pelo gráfico a seguir:

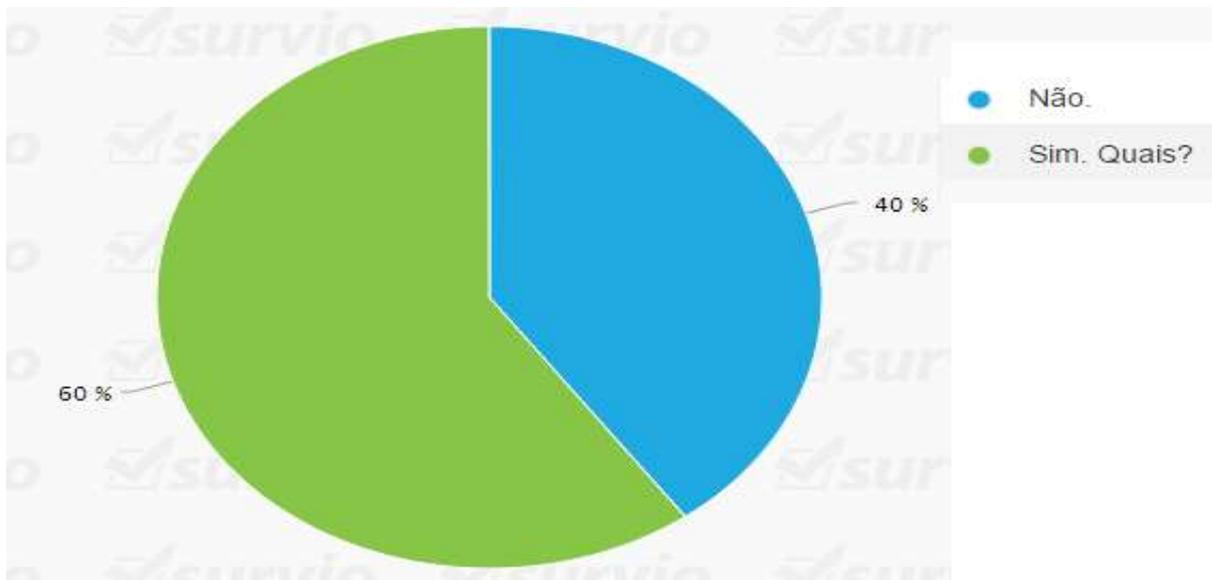


Gráfico 4 referente a questão 9. Fonte: autor.

A resposta “sim” apareceu com 60% e “não” com 40%, na transcrição de algumas das respostas apresentadas temos:

P9: “Principalmente, a falta de estrutura das escolas, como, por exemplo, acesso à *internet*”.

P16: “Alguns simuladores são simples demais e não permitem aprendizado somente uma visualização de fenômenos”.

P7: “Os melhores são todos em inglês e confusos de usar”.

P4: “Falta de laboratório de informática impossibilitando que todos os alunos experimentem o simulador”.

P8: “Funcionam no meu *notebook* mas não funcionam na minha escola”.

P11: “Alguns recursos não contém nenhuma indicação de roteiros. Por outro lado, a maioria é bem intuitiva”.

P15: “ Os simuladores são voltados para estudantes do ensino superior, existe pouca coisa voltada ao ensino médio em português”.

P3: “ Simuladores não são úteis em sala”.

P5: “Na minha escola eles não rodam nos computadores mais antigos”.

Os dados obtidos pela questão 9 foram muito edificantes para a produção do OA desenvolvido. Inicialmente temos uma constatação óbvia que usar simuladores em estabelecimentos de ensino que não apresentam estrutura mínima não é concebível.

Algumas respostas são contrárias a utilização dos simuladores pois afirmam que os simuladores ou não servem para o ensino médio, “...são simples demais”, “confusos de usar” ou “...não são úteis em sala”.

Embora muitas das respostas sejam de opiniões contrárias ao uso do simulador em sala, isso não desencorajou uma busca sobre os principais simuladores de óptica existentes na WEB. As dificuldades relatadas pelos pesquisados foram importantes na confecção de vários roteiros educacionais. A busca de uma linguagem simples que seguem as concepções da AS foram o alicerce na geração dos roteiros propostos. A formulação de como utilizar os simuladores presentes no *site* e na própria dissertação estão ancoradas num referencial teórico que defende que o uso de TIC podem servir como facilitadores cognitivos para o aprendizado.

Nas respostas foi mencionado que muitos simuladores são em língua inglesa o que foi realmente verificado pela pesquisa contudo, foram escolhidos vários *sites* em língua portuguesa no OA produzido.

Questão 10- É fácil achar na WEB roteiros educacionais de como utilizar um simulador de Física?

- A questão 10 possibilitava como resposta que os pesquisados escolhessem seu grau de concordância ou discordância em relação à facilidade de se encontrar roteiros educacionais para simuladores de Física. O gráfico que segue fornece as respostas obtidas:

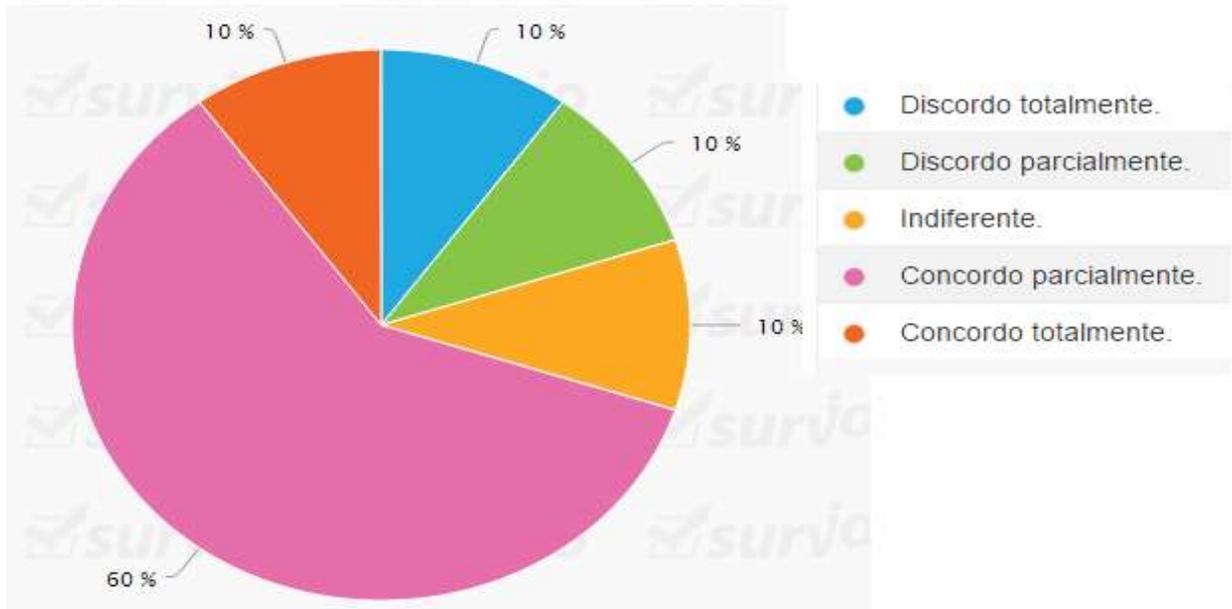


Gráfico 5 referente a questão 10. Fonte: autor.

A resposta “concordo parcialmente” ocorreu em 60% dos casos e todas as outras alternativas tiveram 10% de respostas cada uma.

Questão 11- Conhece algum *site* que possua simuladores com roteiros de atividade para ser usado em sala de aula? No caso afirmativo cite um por favor.

- A questão 11 apresentou “não” em 40% das respostas e “sim” em 60% .Das respostas transcritas temos:

P12: “Phet”.

P18: “Portal Positivo”.

P7: “Existia um, japonês. Não encontrei mais”.

P1: “<http://www.ludoteca.if.usp.br/ripe/index.php>”.

Questão 12- Na sua avaliação o uso deste simulador: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light pode ser útil para ajudar o aluno na compreensão do conteúdo de refração no ensino de óptica?

- Na questão 12 temos 10% das respostas para a alternativa “indiferente”, 20% para “concordo parcialmente” e 70% para “concordo totalmente”. As alternativas “discordo totalmente” e “ discordo parcialmente” não foram selecionadas por nenhum dos pesquisados. Os pesquisados poderiam comentar a questão 12, segue algumas transcrições das respostas:

P3: “Sim, visualizar o fenômeno ocorrendo pode ajudar o aluno a se apropriar do conteúdo”.

P14: “Boa qualidade e fácil de usar. Além de ser gratuito”.

P5: “Facilita a visualização dos fenômenos além de possibilitar a alteração dos parâmetros do experimento”.

P17: “Se todos os alunos pudessem fazer uso do simulador em sala de aula facilitaria a compreensão”.

A grande maioria das respostas são favoráveis à utilização do simulador em questão.

Questão 13- Na sua opinião um simulador pode ser utilizado para auxiliar no ensino de Física? No caso afirmativo comente como.

- Na questão 13 temos 100% das respostas para a alternativa “Sim”. Algumas respostas dos pesquisados seguem abaixo:

P7: “Auxiliando na visualização daquilo que foi explicado”.

P14: “Observar como acontece o fenômeno ajuda a provocar cognição”.

P2: “Principalmente para a exploração livre antes da formalização dos conteúdos conceituais”.

P4: “Ajudo o aluno na visualização já que muitas vezes tem dificuldade na abstração”.

P1: “Permitindo a observação dos efeitos das variações de grandezas”.

P13: “Favorecendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e tornando acessível a linguagem matemática”.

P5: “Deixando que o aluno experimente para depois o professor formalizar o conteúdo e retomar alguns pontos”.

P18: “Ajudando a visualizar um conceito mais abstrato”.

P20: “Auxiliando na visualização daquilo que foi explicado”.

A totalidade dos entrevistados são favoráveis a utilização de um simulador para auxiliar no ensino de Física, e várias são as justificativas para o uso. A resposta mais presente da questão 13 apareceu na facilidade de visualização possibilitada por um simulador.

Questão 14- Conhece algum *site* que possua lista de simuladores separados por conteúdos? No caso afirmativo cite um por favor.

- Na questão 14 temos 80% das respostas para a alternativa “Sim”. Algumas respostas dos pesquisados:

P10: “<http://www.fisicanimada.net.br/>”.

P7: “https://phet.colorado.edu/pt_BR/”.

P8: “Portal Positivo”.

P12: “Phet”.

A resposta “Phet” apareceu oito vezes na questão 14, e embora existam muitos simuladores de óptica na WEB pouquíssimos foram os exemplos citados.

Questão 15- Um *site* com lista de simuladores separados por conteúdo e com um roteiro de como utilizar este simulador, com lista de exercícios resolvidos, com um resumo da teoria e com imagens que podem ser utilizadas numa apresentação de data-show pode ser útil para a sua atividade profissional?

- A questão 15 é de extrema relevância dentro do questionário apresentado. A resposta apresentada neste item está diretamente relacionada a questão de pesquisa da presente dissertação. O gráfico a seguir fornece as respostas obtidas:

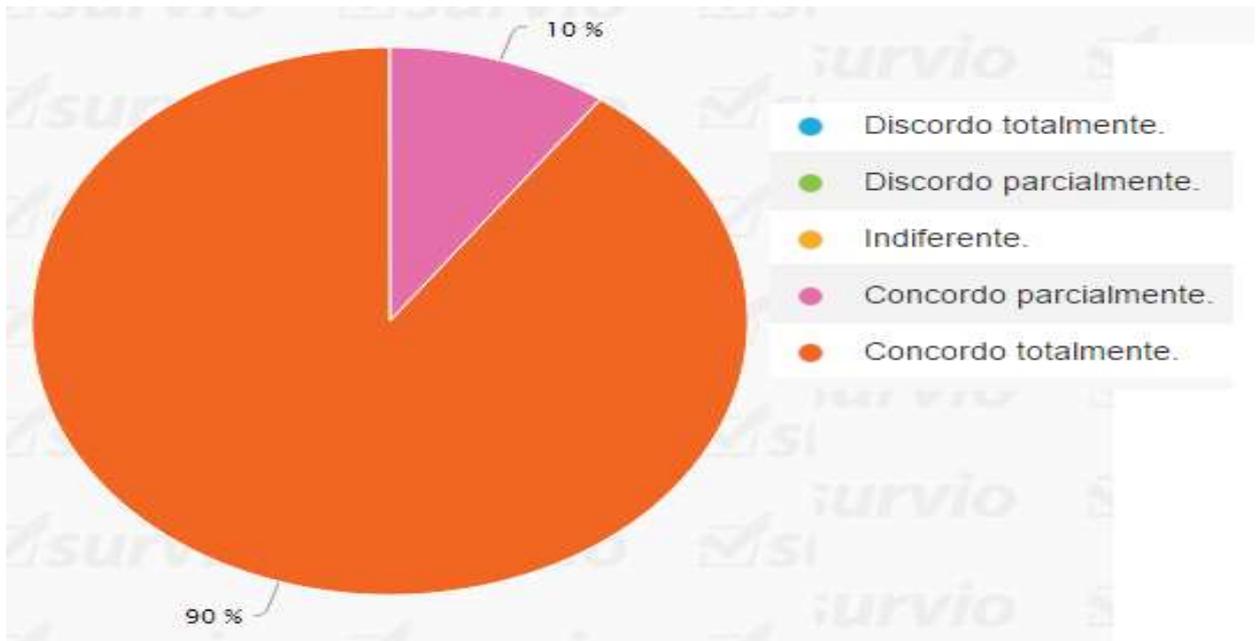


Gráfico 6 referente a questão 15. Fonte: autor.

A resposta “concordo parcialmente” ocorreu em 10% dos casos e “concordo totalmente” teve 90% das respostas. De acordo com os professores pesquisados pelo questionário podemos concluir que um *site* com lista de simuladores separados por conteúdo e com um roteiro de como utilizar este simulador, com lista de exercícios resolvidos, com um resumo da teoria e com imagens que podem ser utilizadas numa apresentação de data-show é extremamente útil para a atividade profissional destes professores.

Questão 16- Uma aula com o uso de tecnologias da informação e da comunicação pode ser muito prazerosa para o professor e extremamente enriquecedora para o aluno tanto do ponto de vista cognitivo quanto educacional. Sobre a afirmação acima, qual sua opinião:

- A questão 16 apresentou 90% das respostas com a alternativa “concordo totalmente” e 10% com a alternativa “concordo parcialmente”.

A resposta da questão 16 constata que o uso das TIC pode ajudar positivamente no processo pedagógico, segundo a avaliação dos professores.

OPCIONAL- Questão 17- No espaço abaixo se você quiser deixe “comentários diversos” sobre a sua percepção em relação aos *sites* que apresentam simuladores de Física óptica e quais as dificuldades para utilizar este tipo de tecnologia ou ainda

comente as possíveis vantagens e desvantagens na utilização deste tipo de aula, escreva algo sobre o assunto de forma livre se desejar:

- A questão 17 é opcional, este tipo de questão permite o entrevistado comentar livremente e fornecer suas opiniões e críticas sobre o uso de simuladores em sala de aula. Abaixo temos as principais respostas dos entrevistados:

P12: “Tira o aluno da passividade e auxilia na visualização dos conteúdos”.

P15: “Gosto de laboratório. Acho que simuladores virtuais são muito úteis, mas devem vir em segundo plano. Penso que ele não deve substituir o manuseio de lentes, espelhos e outros equipamentos no ensino de Física. Porém, nem sempre isso é possível. Neste caso, simular é melhor do que não fazer nada”.

P8: “O advento da tecnologia transformou todos os lugares em espaços de aprendizagem. O que ainda necessitamos, no Brasil, é de melhor estrutura e formação de Professores para que não se subutilizem tecnologias, principalmente, as computacionais”.

P5: “A dificuldade em utilizar simuladores é a falta de equipamentos disponíveis na maioria das escolas. Muitas não tem acesso a *internet* na sala de aula”.

P7: “Seria bacana algo mais organizado, com roteiros preparados, inclusive com objetivos do experimento. Isso não apenas pelo professor, mas pelo aluno que pode se deparar com tais objetos e utilizá-los, ou mesmo por indicação do professor”.

P4: “Explicações muito grandes dificultam a utilização dessas tecnologias, principalmente quando o aluno deve utilizar os aplicativos e não o professor apenas mostrar para a turma”.

A análise das respostas da questão 17 extrapola o pequeno campo de observação no qual a pesquisa se concentra. Contudo, as opiniões dos entrevistados foram consideradas pertinentes e inseridas nas respostas por serem alusivas as suas realidades educacionais e concernentes com a necessidade holística de se imaginar a educação.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O uso do questionário teve como finalidade verificar a existência e a utilização do uso das TIC pelos professores pesquisados, verificar *sites*, conhecer realidades educacionais, ler opiniões sobre vantagens e desvantagens do uso de um simulador, analisar e quantizar as respostas obtidas.

O próprio *site*, no qual foi realizado a pesquisa, permite várias possibilidades de acompanhamento das respostas e uso de gráficos que facilitam a análise quantitativa das respostas.

A investigação realizada buscou evidenciar qual a relevância em criar um OA com o uso das TIC que possibilitem e forneçam indícios de uma Aprendizagem Significativa na óptica para o Ensino Médio. De acordo com Gil (1999), a função da pesquisa é encontrar as respostas para os problemas a partir de procedimentos científicos estruturados.

Os procedimentos realizados no decorrer da pesquisa e as conclusões obtidas, têm por finalidade ajudar na resolução do problema investigado. A clareza e rigor científico do processo investigativo são de extrema importância para a efetiva contribuição da pesquisa.

Partindo do pressuposto que o ensino de Física apresentará um rendimento mais satisfatório nos conteúdos trabalhados com o uso de outros meios didáticos fora o livro educacional e o quadro de giz. A confirmação desse pressuposto levou a elaboração de um *site* com diversos TIC que pretendem colaborar no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de óptica.

É conveniente destacar que a utilização de diversos materiais e mais de uma estratégia didática são pontos fundamentais na AS. De tal forma muitas vezes neste processo o professor segundo Ausubel (1978) assume a função de mediador, proporcionando aos estudantes uma ação mais estimuladora para que a apropriação do conhecimento através de atividades bem estruturadas.

A elaboração deste material que engloba diversas TIC foi realizada através da análise crítica dos materiais já existentes e complementados com

questões que possibilitem ao professor direcionar a análise dos problemas, dar destaque aos conteúdos mais relevantes e garantir a apropriação de conceitos fundamentais.

Contudo a utilização do produto não será a solução para todas as dificuldades encontradas pelos estudantes na óptica geométrica, mas os alunos do referido autor podem e devem ser beneficiados pela utilização do site.

Sobre a especificidade de um OA Souza e Neto (2014) afirmam:

É possível encontrar vários trabalhos desenvolvidos a fim de prover armazenamento seguro e disponibilização desses recursos para ambientes virtuais de aprendizagem, no entanto, na maioria das vezes, estes repositórios são construídos de forma personalizada a fim de atender apenas um sistema específico. (SOUZA; NETO, 2014. p 5)

O OA desenvolvido está parcialmente contido no Produto que acompanha esta dissertação enquanto documento independente, voltado a todos aqueles que buscam aprender e colaborar com o autor na melhora constante de seu *site*.

CAPÍTULO 5

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do presente trabalho era verificar a necessidade e possibilidade de se criar um OA com o conteúdo de óptica voltado aos alunos e professores de Física do ensino médio.

Nesta pesquisa foi verificado que recursos tecnológicos fazem parte da maioria das escolas analisadas e os professores pesquisados usam estas referidas tecnologias (conforme análise da questão 3 da pesquisa).

Um número significativo (40%) dos professores pesquisados afirma não existir material de laboratório físico destinado as aulas de óptica, enquanto que 80% dos entrevistados afirmam utilizar meios tecnológicos digitais. Estes valores corroboram a necessidade da criação de um *site* como o produzido pela presente dissertação.

Logo a presente questão de pesquisa da dissertação: Como elaborar critérios e como efetivar a criação de um objeto de aprendizagem que possa juntar várias ferramentas didáticas voltadas ao ensino de Física óptica para o Ensino Médio? Parece ser relevante para os professores conforme análise da questão 15 da pesquisa, quando 90% dos entrevistados afirmam achar útil um *site* com vários procedimentos didáticos voltados ao ensino de óptica.

Assim como fruto da pesquisa, foi criado um OA que baseado na concepções do MEC através dos Parâmetros Curriculares Nacionais que defendem que:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 2000, p.6).

Ainda outra importante característica na confecção deste material didático foi a criação de roteiros de utilização, baseado na teoria da AS, para alguns simuladores, uma lista de mais de duzentos *sites* separados por conteúdo, exercícios de todos os conteúdos presentes na óptica geométrica e textos teóricos

ricos em imagens para auxiliar a visualização de grande parte dos fenômenos abordados.

Confeccionamos, então, um OA que baseado na teoria da AS defendida por Ausubel, Pozo, Ostermann e Moreira contendo vários elementos didáticos pedagógicos, que com o auxílio das TIC, visam auxiliar o processo de ensino e aprendizagem da óptica no ensino médio.

Esta dissertação e o produto final produzido por esse mestrado profissional tem a intenção de aproximar o mundo acadêmico com o ambiente escolar de todo e qualquer aluno do ensino médio ou professor que leciona a óptica geométrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. A. P. **ENSINO de FÍSICA COM TDIC** Disponível em: <<https://professoresdefisica.wordpress.com/2016/01/14/livro-digital-ensino-de-fisica-com-tdic/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

ANJOS, A. J. S. **As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física.** Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n3p569/8449>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2001.

_____. Educational Psychology: **A Cognitive View.** New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

BARBOSA, Heloiza H. **Uma Nova Estética Escolar: juntando os aspectos cognitivos e pedagógicos.** In: Educação e Realidade. Porto Alegre, v.37, n.3, p.761-778 set/dez 2012. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/edu/realidade>>. Acesso em: 12 set. 2014.

BONADIMAN, Helio. **A aprendizagem é uma conquista pessoal do aluno. O aluno como mediador, oferece condições favoráveis e necessárias para esta caminhada.** UNIJUI, 2005.

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Scientific modeling seen as a conceptual field: theoretical approach and preliminary empirical evidences of possible operational invariants on the learning of physics.** In: The World Conference on Physics Education, 2012, Instambul. WCPE - Book of Abstracts. Instambul: Bahesehir Universitesi, 2012. v. 1. p. 273-282.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEMT, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (atualizada em 20 de maio de 2014). Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/17820>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

CADERNO DE EDUCAÇÃO ABERTA. **Recursos educacionais abertos (REA): Um caderno para professores**. Educação Aberta. Disponível em <<http://www.educacaoaberta.org/wiki>> Acesso em: 20 maio.2016.

CARDOSO, S. O. O.; DICKMAN, A. G.– **Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico**. - Caderno Brasileiro de Ensino de Física v. 29, n. Especial 2, p. 891-934, mar. 2012.

FERREIRA, A. **Estratégias Pedagógicas em Aulas de Ciências e de Física e a Teoria de Ausubel**, 2000. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/t0484-1.pdf>>. Acesso em 09 fev. 2016.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J., 2003. **Física no computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física. 25, p. 259-272, mar. 2003.

GADDIS, B. **Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations**. Doctoral Dissertation. University of Colorado. 2000.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

Gowin, D. B. **Educating**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mestrados/Valmir_Heckler_2004.pdf>. Acesso em 10 fev. 2016.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O . **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273, mar. 2007.

HEINECK, Renato *et al.* **Criação de um software multimídia em CD-ROM com experimentos para ensino de Física nas redes de ensino.** Relatório Técnico. 2002.

HEINECK, R.; VALIATI, E.R.A.; ROSA, C.W.T. **Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa.** In: Revista Iberoamericana de Educación. n.º 42/6, 10 mai. 2007. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/expe/1585Heineck.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **Learning Technology Standards Committee. Draft standard for learning object metadata** :IEEE 1484.12.1-2002. 2002. 44p.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LOPES, A. **Planejamento do ensino numa perspectiva crítica de educação.** In:VEIGA, Ilma Passos. Repensando a didática. Campinas: Papirus, 1989.

MACÊDO, J. A. **Simulações Computacionais como Ferramenta Auxiliar ao Ensino de Conceitos Básicos de Eletromagnetismo: Elaboração de um Roteiro de Atividades para professores do Ensino Médio.** 2009. 137f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais. 2009.

MACÊDO, J.A; *et al.* **Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 167-197, nov. 2013. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p167>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

MALDANER, O. A. *et al.* **Pesquisa sobre Educação em Ciências e formação de professores.** In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Org.). A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Editora Unijuí, 2006. cap. 2, p. 49- 88.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São

Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-96, jun. 2002.

MENEZES, Luís.C. **A Matéria: uma aventura do espírito – fundamentos e fronteiras do conhecimento científico.** São Paulo: Editora e Livraria da Física 2005.

MIRANDA, M. S.; ARANTES, A. R.; STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. Atas. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011. p. 1-10.

MORAN, José Manuel. **A integração das tecnologias na educação.** Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/integracao.htm>>. Acesso em: 14 maio 2015.

MOREIRA, Marco A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área.** Investigações em Ensino de Ciências, 7(1): 7-29. 2002. Disponível em:<<http://www.if.ufrgs.br/ienci>>. Acesso em: 23 set. 2014.

_____. **Aprendizagem significativa crítica.** Disponível em: <<http://poseducacaoifbaiano.com.br/wp-content/uploads/2014/11/Aula-05-Apredizagem-significativa-critica.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

_____. **Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

_____. **O mestrado (profissional) em ensino.** Revista Brasileira de Pós-Graduação, Brasília, n. 1, p. 131-142, jul. 2004.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011.

_____. **Aprendizagem Significativa, Organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas.** Disponível em: <http://paginas.uepa.br/erasnorte2013/images/sampled/figuras/aprend_%20signif_%20org_prev_mapas_conc_diagr_v_e_ueps.pdf#page=4>. Acesso em: 20 mar. 2016.

_____. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>> Acesso em: 14 maio 2015.

MOREIRA, Marco A; VEIT, Eliane A; ARAUJO, Ives S. **Modelos Computacionais no ensino –aprendizagem de Física: Um referencial de trabalho.** Disponível em :<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID295/v17_n2_a2012.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2016.

NOVA ESCOLA. **Revista nova escola.** Disponível em :<<http://www.revistaescola.abril.com.br/matematica/fundamentos/todos-perdem-quando-nao-usamos-pesquisa-pratica-427238.shtml>>. Acesso em: 4 jan. 2016.

OHL, Wilson. J. **A dificuldade dos estudantes do ensino médio da UNED-Valença para interpretar textos e o ensino da disciplina física: um diagnóstico.** Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0142-1.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

OSTERMANN, F. **Tópicos de Física Contemporânea em escolas de nível médio e na formação de professores de Física.** Tese de Doutorado. Instituto de Física – UFRGS. 2000.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M. A. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE PESQUISA “FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO”.** Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/ienci/_umarevisaobibliograficas.artigoCompleto.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2016.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica.** Ciências, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadia.pr.gov.br>> Acesso em: 07 jul. 2014.

PAZ, A. M. **Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo.** Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/tese_s/ativ_exper_infor_magnetism.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2016.

PELLIZZARI *et al.* **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** Revista PEC, bomjesus. BR, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2002. Disponível em <<http://www.adriananap@bomjesus.com.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

PLONE FOUNDATION *et al.* 2000-2012. **Learning Object Metadata Working Group 12.** Disponível em: <<http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone/workinggroup/learning-object-metadata-working-group-12/learning-object-metadata-lomworking-group-12>>. Acesso em: 15 maio. 2016.

POSTAMAN, N; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity.** New York: Dell Publishing Co. (1969).

POZO, Juan I. **A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento.** In: Tecnologias na Educação: ensinando e aprendendo com as TIC: guia do cursista / Maria Umbelina Caiafa Salgado, Ana Lúcia Amaral. -Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação à Distância: 2008.

REZENDE, F; OSTERMANN, F. **Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 26, n. 1: p. 66-80, abr. 2009.

_____. **A prática do professor e a pesquisa em Ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez. 2005.

RIBEIRO, R. J. **O mestrado profissional na política atual da CAPES,** v. 2, n. 4, p. 8-15, jul. 2005.

ROHLING, Jurandir H *et al.* **Produção de Filmes Didáticos de Curta Metragem e CD-ROMs para o Ensino de Física.** In: Rev. Bras. Ensino Fís. vol. 24 no. 2 São Paulo, jun. 2002.

RODRIGUES, Maria I.R; RODRIGUES, Paloma A.A. **A perspectiva de alunos para o uso de objetos educacionais (OE) no Ensino de Física.** In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, jan. 2013. Disponível em :<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0043-1.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2014.

RONCA, Antonio C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas em Psicologia,** 3. 1994. Disponível em:<http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1413-389X1994000300009&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 maio. 2015.

SCHUHMACHER, Elcio *et al.* **Física Experimental Auxiliada Por Laboratório Virtual.** Atas do XV Simpósio Nacional Ensino de Física, 2005. Disponível em :<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0192-1.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2014.

SIMULAÇÃO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Simula%C3%A7%C3%A3o&oldid=45444831>>. Acesso em: 27 mai. 2016.

SOUZA, Rafael. C; NETO, Francisco. M. M. **Construção de um Repositório de Recursos Educacionais Abertos Baseado em Serviços Web para Apoiar Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** In: CINTED- Novas Tecnologias na Educação. V. 12 Nº 2, Porto Alegre, dez. 2014.

_____. E. *et al.* **Experiências Virtuais Aplicadas em Aulas de Teoria de Física,** 2002. Disponível em :< <http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2810.pdf>>. Acesso em 3 jan. 2016.

TÁLAMO, Maria de F.G.M. **A pesquisa: recepção da informação e produção do conhecimento.** Datagramazero – Revista de Ciência da Informação. v. 5, n. 2, abr/2004. Disponível em:<http://www.uel.br/prograd/maquinacoes/art_23.html>. Acesso em: 02 jun. 2014.

VALIATI, E. R. de A.; HEINECK, R. e ZOTTIS, A. “**Desenvolvimento e avaliação de uso de um software educacional para o ensino-aprendizagem de conteúdos de Física**”, in Anais do 2º Workshop Informática na Educação: Refletindo o uso das novas tecnologias nas escolas - WIE'2001, [em cd-rom] Passo Fundo, Ediupf. 2001.

VERGNAUD, G. **A Teoria dos campos conceituais.** In: BRUN, Jean (dir.). Didáctica das matemáticas. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: INSTITUTO PIAGET, 1996.

VIEIRA, F. M. S. **A utilização das novas tecnologias na Educação numa perspectiva construtivista.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 2003.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** Lisboa: Antidoto, 1984.

XAVIER, J. C.; HINGEL, F. L. **Ensino de Física: presente e futuro.** Atas do XV Simpósio Nacional Ensino de Física, 2005. Disponível em :<<http://http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0319-2.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2014.

XAVIER, B.; XAVIER, J.; MONTSE, N. **Applets en la enseñanza de la física.** Enseñanza de Las Ciencias, v. 21. n. 3, p. 463-472, 2003.

ANEXO A

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença *Creative Commons atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

ANEXO B

Segue abaixo o questionário aplicado aos professores.

<http://www.surveio.com/survey/d/N4E6K2N9I6F4X7A1N?preview=1>.

Olá, colega! As perguntas deste questionário fazem parte da minha dissertação de mestrado pela UTFPR, as questões aqui presentes são destinadas a avaliar o uso de algumas ferramentas didáticas. Fique à vontade em responder, pois o que está sendo avaliado é o uso de simuladores e recursos educacionais abertos no ensino de física e não você. Seus dados e opiniões estarão protegidos.

Questão 1- Há quanto tempo você atua na área do magistério?

Resposta: ___ anos

Questão 2- Em qual tipo de estabelecimento você trabalha atualmente na execução de tarefas pedagógicas:

1.()Particular.

2.()Municipal.

3.()Estadual.

4.()Federal.

5.()Mais de um tipo.

Questão 3- O uso de materiais didáticos como a TV-pendrive, o data-show, o aparelho de DVD, a lousa digital, a *internet*, *sites* com conteúdos didáticos, e o uso de *softwares* fazem parte da sua aula ou da sua atividade profissional?

1.()Nunca.

2.()Raramente.

3.()Ocasionalmente.

4.()Frequentemente.

5.()Sempre.

Questão 4- Qual dos recursos abaixo você “mais utiliza” no exercício profissional? TV-pendrive, o data-show, o aparelho de DVD, a lousa digital, a *internet*, *sites* com conteúdos didáticos, o uso de *softwares* ou outros.

Resposta:

Questão 5- A óptica é conteúdo regular das aulas de física do ensino médio na(s) escola(s) que você atua ou atuou?

1.()Nunca.

2.()Raramente.

3.()Ocasionalmente.

4.()Frequentemente.

5.()Sempre.

Questão 6- Você já lecionou a disciplina de óptica? Se sim, quais materiais (livros, apostilas, experimentos, vídeos, etc.) utilizou no desenvolvimento das aulas?

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 7- Na(s) escola(s) em que trabalha, existem recursos/equipamentos próprios para o ensino de óptica? (ex: laboratórios, experimentos, acesso a simuladores.)

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 8 - Conhece algum *site* com simuladores de Física que possam ajudar na explicação do conteúdo de óptica e possam ser utilizados em sala de aula? Cite algum ou forneça o link em caso afirmativo.

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 9 - Existe alguma dificuldade ao se usar um simulador nas aulas de física? No caso afirmativo comente quais são as dificuldades.

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 10- É fácil achar na WEB roteiros educacionais de como utilizar um simulador de Física?

1.()Discordo totalmente.

2.()Discordo parcialmente.

3.()Indiferente.

4.()Concordo parcialmente.

5.()Concordo totalmente.

Questão 11- Conhece algum *site* que possua simuladores com roteiros de atividade para ser usado em sala de aula? No caso afirmativo cite um por favor.

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 12- Na sua avaliação o uso deste simulador: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light pode ser útil para ajudar o aluno na compreensão do conteúdo de refração no ensino de óptica?

1.()Discordo totalmente.

2.()Discordo parcialmente.

3.()Indiferente.

4.()Concordo parcialmente.

5.()Concordo totalmente.

Comente brevemente sua resposta independente da alternativa:

Questão 13- Na sua opinião um simulador pode ser utilizado para auxiliar no ensino de física? No caso afirmativo comente como.

1.()Não.

2.()Sim. Como?

Questão 14- Conhece algum *site* que possua lista de simuladores separados por conteúdos? No caso afirmativo cite um por favor.

1.()Não.

2.()Sim. Quais?

Questão 15- Um *site* com lista de simuladores separados por conteúdo e com um roteiro de como utilizar este simulador, com lista de exercícios resolvidos, com um resumo da teoria e com imagens que podem ser utilizadas numa apresentação de data-show pode ser útil para a sua atividade profissional?

- 1.()Discordo totalmente.
- 2.()Discordo parcialmente.
- 3.()Indiferente.
- 4.()Concordo parcialmente.
- 5.()Concordo totalmente.

Questão 16- Uma aula com o uso de tecnologias da informação e da comunicação pode ser muito prazerosa para o professor e extremamente enriquecedora para o aluno tanto do ponto de vista cognitivo quanto educacional. Sobre a afirmação acima, qual sua opinião:

- 1.()Discordo totalmente.
- 2.()Discordo parcialmente.
- 3.()Indiferente.
- 4.()Concordo parcialmente.
- 5.()Concordo totalmente.

OPCIONAL- Questão 17- No espaço abaixo se você quiser deixe “comentários diversos” sobre a sua percepção em relação aos *sites* que apresentam simuladores de física óptica e quais as dificuldades para utilizar este tipo de tecnologia ou ainda comente as possíveis vantagens e desvantagens na utilização deste tipo de aula, escreva algo sobre o assunto de forma livre se desejar:

ANEXO C

Roteiros de um simulador para explicar refração:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light

O *site* apresenta nesta animação em Java a possibilidade de baixar o aplicativo. A animação em português do *site* Phet apresenta uma interface com vários recursos para auxiliar na explicação da refração luminosa. O *site* possui ainda um guia em pdf (inglês) para auxiliar o professor a usar melhor a animação. A página apresenta os principais tópicos a serem abordados e alguns possíveis objetivos de aprendizagem a serem explorados pelo simulador. O *site* sugere as seguintes possibilidades:

Tópicos Principais

- Lei de Snell
- Luz
- Reflexão
- Refração

Alguns objetivos de aprendizagem

- Explicar como a luz se desvia na interface entre dois meios e o que determina o ângulo.
- Aplicar a lei de Snell a um raio laser que incide na interface entre dois meios.
- Descrever como a velocidade e o comprimento de onda da luz muda em diferentes meios.
- Descrever o efeito da mudança de comprimento de onda do ângulo de refração.
- Explicar como um prisma cria um arco-íris.

Na tela inicial do simulador temos a seguinte interface:

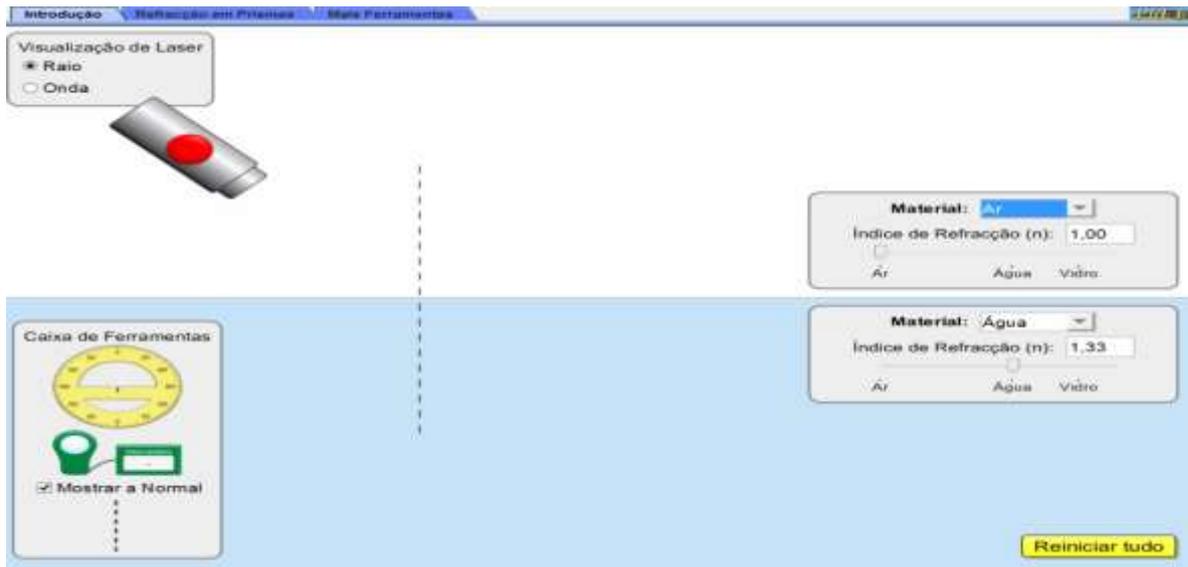


Figura 04. Aspecto inicial da aba da 1ª animação. Acessado em 2 de março de 2015.

A segunda interface da animação se apresenta assim:

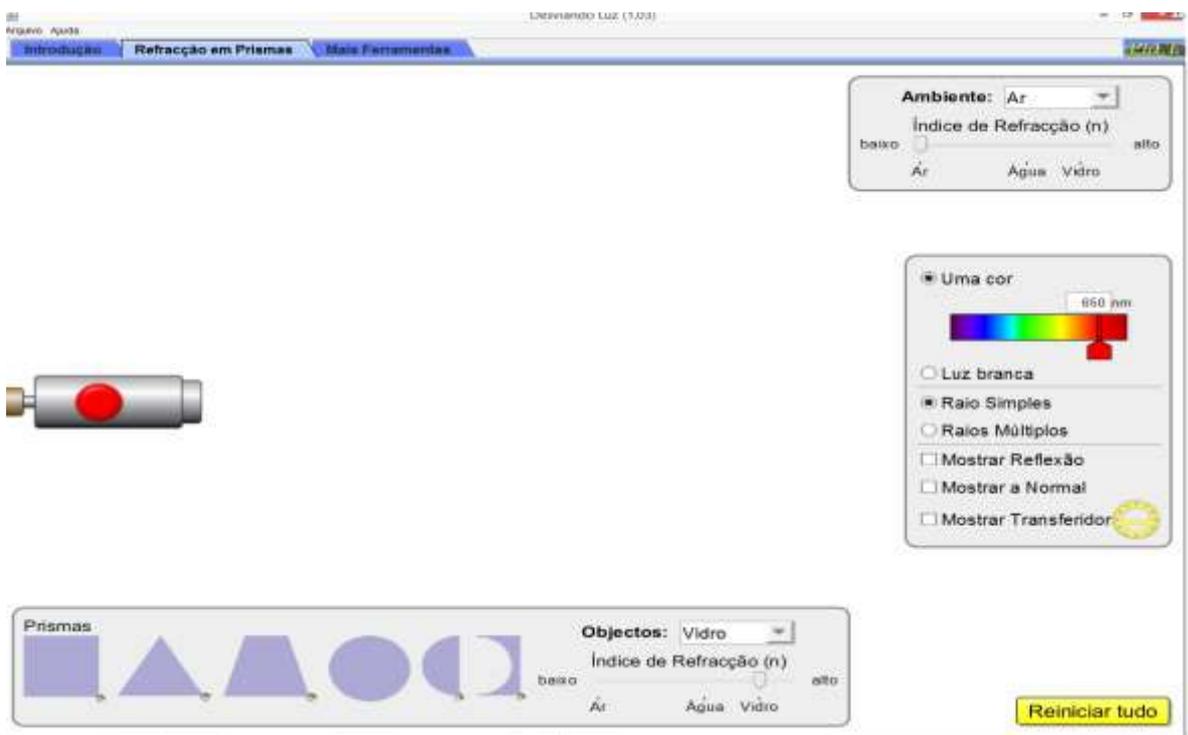


Figura 05. Aspecto inicial da aba da 2ª animação. Acessado em 2 de março de 2015.

Terceira interface da animação:

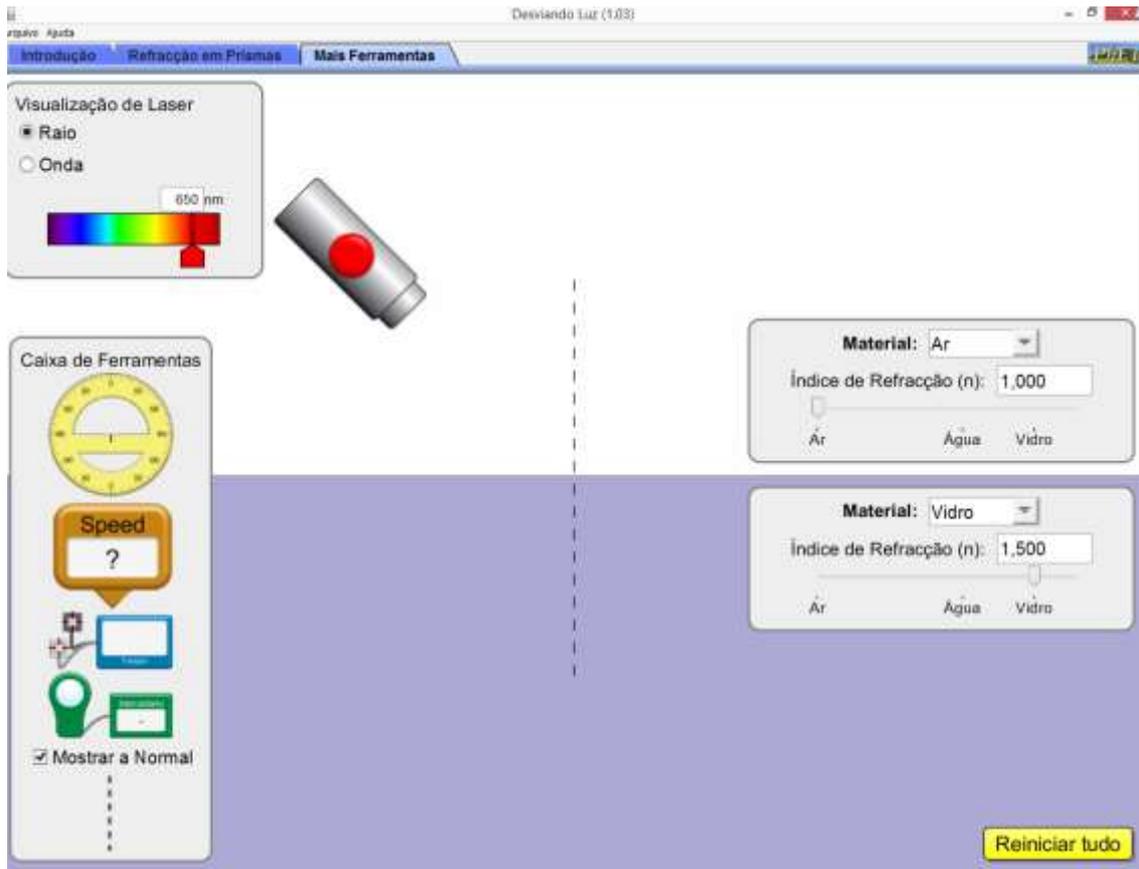


Figura 06. Aspecto inicial da aba da 3ª animação. Acessado em 2 de março de 2015.
http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light

Caro professor, o presente roteiro serve como sugestão de utilização do simulador para um melhor aproveitamento e uma possível aprendizagem significativa dos fenômenos da refração e reflexão. Embora o simulador possa ser utilizado para auxiliar os conceitos da ondulatória, o presente trabalho se concentra na óptica e este roteiro não fará menção as possibilidades físicas que não são deste conteúdo.

Roteiro de utilização do simulador:

Aprendendo a usar os recursos da tela de introdução.

Na primeira tela de introdução aprenda inicialmente a mexer com os controles e ferramentas fornecidas na animação.

- Saiba como ligar e desligar o raio luminoso, para isso clique no botão vermelho.

- Saiba como alterar o raio para uma onda (neste caso existe ainda a possibilidade de congelar ou acelerar a animação), neste roteiro não utilizaremos o feixe em forma de ondas.
- Saiba como alterar o ângulo do feixe, basta girar o laser em um ou outro sentido.

Os procedimentos são bastante intuitivos. Depois aprenda a usar a caixa de ferramentas que fica no canto esquerdo abaixo do laser.

- Saiba como mexer no transferidor,
 - Saiba como utilizar o luxímetro, a parte branca do aparelho deve ficar em contato com o feixe luminoso para medir a intensidade dos raios refletidos ou refratados.
 - Saiba como ativar e desativar a reta normal clicando no quadrado branco.
- Depois no canto direito existe mais uma ferramenta a ser utilizada.

- Saiba como mudar o material do meio superior e inferior entre as cinco possibilidades (ar, água, vidro, mistério A, mistério B, e a definir).
- Saiba como mudar o valor do índice de refração da possibilidade “a definir” entre os valores compreendidos entre 1 e 1,6.

O reconhecimento inicial das ferramentas deste simulador é bem simples, porém é necessário saber como utiliza-las para um melhor e mais profundo uso das possibilidades educacionais deste simulador.

Este simulador pode ser utilizado em um laboratório de informática por diversos alunos simultaneamente ou com um projetor multimídia associado a um único computador. Embora existam essas duas ou mais possibilidades de utilização, o reconhecimento inicial das ferramentas deve ser explicado aos alunos para auxiliar no uso da simulação. O aprendizado sobre o funcionamento das ferramentas pode ser feito por descoberta caso se disponha de mais tempo.

Em um laboratório de informática com muitos computadores, onde o número de alunos por computador seja igual ou inferior a 2 recomendo que o funcionamento das ferramentas ocorra inicialmente através de uma Aprendizagem por Descoberta. A motivação para aprender e o domínio das ferramentas do simulador são extremamente úteis para a sequência do roteiro.

Contudo se o professor achar que o tempo para lidar com as ferramentas não foi suficiente, uma explicação sobre o uso das ferramentas pode ser reforçada.

Neste caso é necessário lembrar que tanto a Aprendizagem Receptiva ou a Aprendizagem por Descoberta são válidas e não contraditórias. Moreira (2011) afirma que:

...dizer que a aprendizagem humana é essencialmente receptiva ou dizer que não é preciso descobrir para aprender não significa ser contra a aprendizagem por descoberta...É preciso também ter claro que aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta não constituem uma dicotomia. (MOREIRA, 2011, p.34).

Sobre este aspecto Ausubel (2001) defende que o principal processo de Aprendizagem Significativa é por recepção, não por descoberta. E, contrariamente a muitos outros autores, argumenta que a Aprendizagem Significativa por recepção não é um processo passivo. Pelo contrário, é, necessariamente, um processo ativo, que exige ação e reflexão do aprendiz e que é facilitada pela organização cuidadosa das matérias e das experiências de ensino. Acreditando que ambos os processos são eficazes recomendo possibilitar a Aprendizagem por Descoberta e mostrar posteriormente todas as possibilidades e funções das ferramentas existentes no simulador.

Após o processo de reconhecimento do simulador o professor pode optar por como utilizar este dispositivo, tendo sempre a noção que uma simulação serve para auxiliar na compreensão dos conceitos educacionais, neste caso os princípios da reflexão e da refração.

Possibilidades de uso deste simulador:

- Quando utilizado para iniciar o conteúdo novo

Pode-se explorar as concepções iniciais dos estudantes utilizando a aba introdução, disponível no simulador. Com isso a função do simulador na aula seria a de gerar uma problematização do conteúdo a ser trabalhado.

As primeiras falas sobre o conteúdo, muitas vezes ainda abstrato no pensamento do aluno, poderá apenas mostrar o simulador e suas ferramentas com

o auxílio de um data show. No entanto recomenda-se que o estudante manipule o simulador para ir se apropriando da ferramenta didática.

Assim, quando usado na introdução do conteúdo, o simulador auxilia na investigação/exploração dos conhecimentos preexistentes nos alunos sobre o assunto e na promoção de um diálogo/debate com a turma, cada um defendendo seu ponto de vista. Indiretamente favorecerá a elaboração de ideias e a construção e verificação de hipóteses, o que, por si só, terá como possível resultado a evolução da maneira de pensar e o abandono de ideias equivocadas, consolidando um novo aprendizado.

- Quando utilizado na organização do conhecimento:

O simulador poderá servir como um elo para minimizar a distância entre a teoria e a prática, servindo para ligar o conteúdo muitas vezes abstrato com situações vivenciadas no seu dia a dia.

Pode servir também com o propósito de exemplificar o conteúdo de maneira ilustrativa e relacionar a teoria com as ferramentas matemáticas.

Ainda outra sugestão para uso do simulador neste momento da aula é a realização/desenvolvimento de algum tipo de exercício que permita ao estudante explorar a parte do conteúdo com a qual este já teve contato. Logo abaixo, neste documento, são apresentadas algumas sugestões de exercícios.

- Quando usado na avaliação do conhecimento

Nesta etapa da abordagem do conteúdo, sugere-se o uso do simulador para revisar, de forma sistematizada, os assuntos tratados teoricamente ou então, usá-lo como ferramenta alternativa na avaliação do processo ensino-aprendizagem.

- Quando usado de forma lúdica e interativa pelo aluno no seu momento de lazer.

O roteiro que segue abaixo foi pensado para uma sala de aula com aproximadamente 50 alunos e um único computador associado a um projetor multimídia. A classe é uma turma do segundo ano do Ensino Médio regular de uma escola particular de Curitiba (Curso e Colégio Acesso).

Nesse sentido, o material produzido nesta sequência didática está voltado para o ensino médio, confiando que seus recursos tecnológicos possam ser potencialmente significativos e acreditando que o aluno ou até mesmo o professor

que o utilizarem tenham desejo de interagir e se relacionar com o conteúdo da óptica.

A proposta do roteiro consiste em utilizar o simulador e possibilitar uma construção de conhecimento sobre os conceitos físicos da reflexão e refração baseados em um referencial teórico sobre Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

É importante ressaltar que os alunos já tiveram um primeiro contato com o conteúdo de refração (duas aulas de 50 minutos) em uma aula expositiva tradicional onde foi definido o conceito de índice de refração, explicado as leis da refração, a definição de ângulo limite e as condições para ocorrer reflexão total. Nestas duas aulas foram realizados alguns exercícios numéricos e teóricos sobre o conteúdo.

Caro professor o roteiro foi estruturado visando possibilitar uma possível Aprendizagem Significativa seguindo os princípios norteadores defendidos por Moreira (MOREIRA 2007).

A sequência didática sugerida para os professores é um exemplo de utilização, esta sequência é somente uma possibilidade de uso, que serve como ilustração, não sendo a única possível.

Inicialmente algumas perguntas e encaminhamentos que podem ser feitas aos alunos para ajudar a ancorar os conceitos relevantes já existentes na estrutura do aluno com a interação possibilitada pelo simulador:

1- Qual o modo é o mais adequado para medir ângulos, o raio ou a onda?

A primeira pergunta do roteiro é propositadamente simples e possibilita resposta através do uso do simulador. A presente pergunta não pretende aferir o acerto das respostas dos alunos e sim incentivar a participação e possibilitar a percepção da diferença de representação entre o raio e a onda. Estimular o questionamento e a busca pela resposta, ao invés de fornecer uma resposta pronta, pode auxiliar no processo da AS.

A mais provável resposta aqui é o aluno perceber que fica mais fácil medir os ângulos com o raio luminoso devido a sua menor espessura na animação.

Ativar a reta normal ajuda na visualização dos ângulos, comente sobre como utilizar o transferidor e onde posicioná-lo para uma correta leitura dos ângulos de incidência, reflexão e refração. Note que este transferidor não apresenta uma leitura contínua de 360° . Por praticidade coloque o transferidor com a normal ativada pois auxilia a correta visualização dos ângulos.

Uma sugestão de atividade para o uso simultâneo com este simulador é a utilização de uma cuba com água e uma caneta laser. Neste caso um ambiente escuro e até mesmo o próprio pó do giz pode facilitar a percepção de um feixe luminoso unidimensional emitido pela caneta laser que sofre refração na cuba. Embora de pouca praticidade experimental (dificuldades em visualizar ou mensurar as grandezas físicas) o aluno terá um contato mais real com o fenômeno da refração. Uma AS pode ser facilitada pelo uso de diversos materiais e múltiplas estratégias e neste caso o próprio aluno perceberá que o simulador embora não seja o fenômeno da refração em si, permite interação e representações similares ao fenômeno.

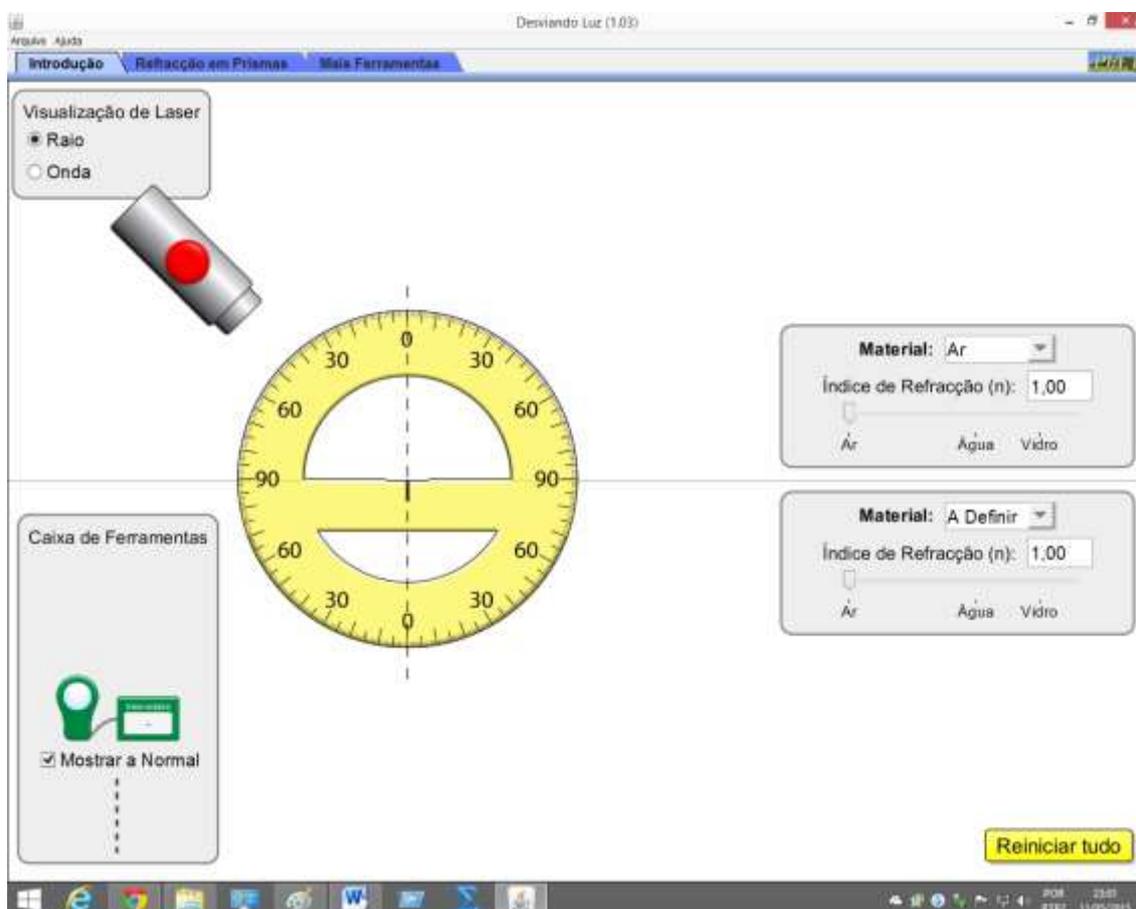


Figura 07. Posicionamento do transferidor. Acessado em 11 de maio de 2015.

2- Qual a relação existente entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão?

Para auxiliar nesta resposta escolha valores para os índices de refração do meio superior e inferior do simulador (evite utilizar o mesmo valor nos índices de refração) e ligue o raio luminoso (normal e o transferidor ativados). Permita que os alunos participem do processo interativo fornecendo sugestões para os valores dos índices de refração de cada meio, a atividade colaborativa presencial é de extrema importância neste tipo de aprendizagem.

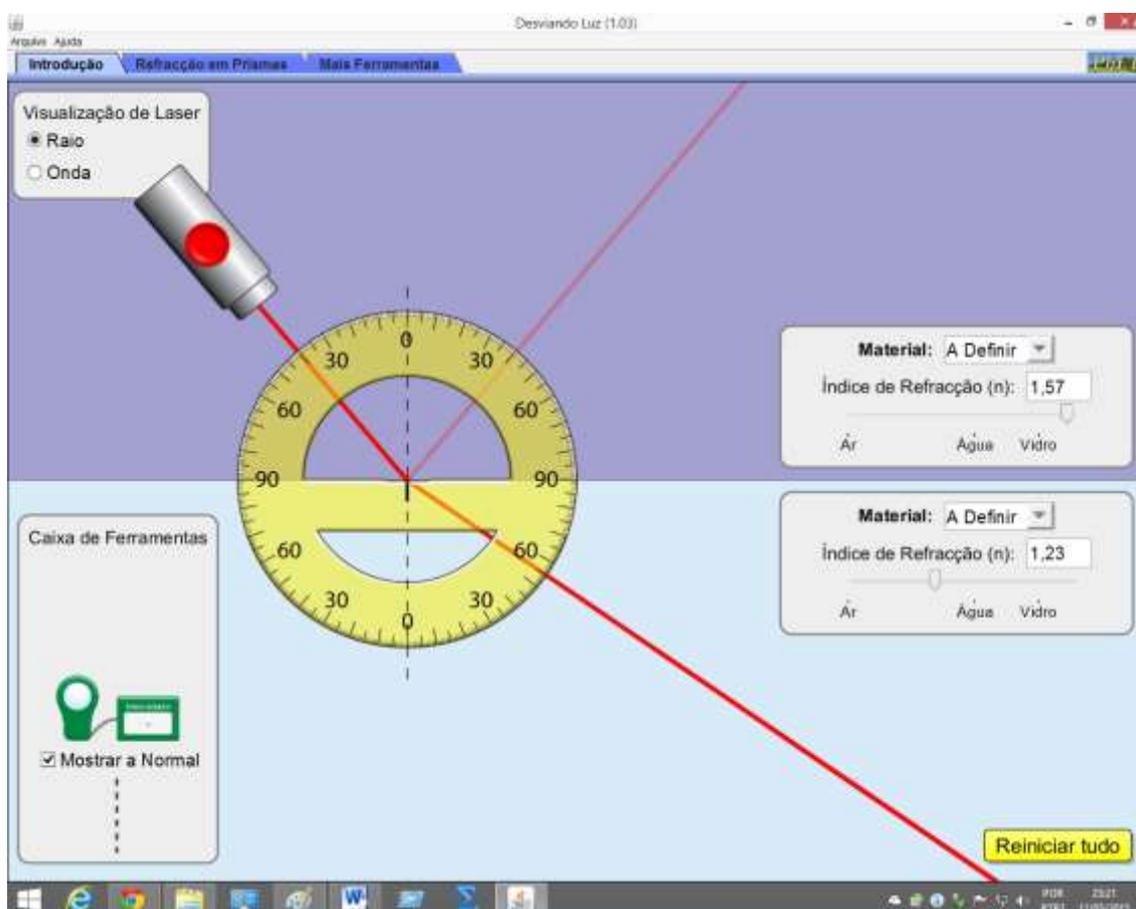


Figura 08. Verificação dos ângulos de incidência e reflexão. Acessado em 11 de maio de 2015.

Neste momento proponho utilizar o luxímetro do simulador para verificar a porcentagem de luz refletida e refratada numa simulação para qualquer valor sugerido pelos alunos. Havendo tempo suficiente na aula pode ser mencionado a relação:

$$A+R+T=1$$

Onde:

- R=% de Reflexão – porcentagem da incidência de radiação luminosa refletida.
- A=% de Absorção – porcentagem da incidência de radiação luminosa absorvida pelo material. Neste caso a absorção é nula.
- T=% de Transmissão – porcentagem da incidência de radiação luminosa transmitida. Neste caso transmissão por refração.

Obviamente a soma das porcentagens da reflexão, absorção e transmissão totalizam 100%. Note que o simulador não trabalha com a porcentagem de luz absorvida pela superfície de separação entre os meios. Logo a soma da parcela refletida e refratada (transmitida) totalizam 100%.

Caso apareça a sugestão de usar o mesmo valor de índice de refração dos dois meios, seria propício antes de efetuar tal animação perguntar aos alunos o que eles imaginam que vai acontecer.

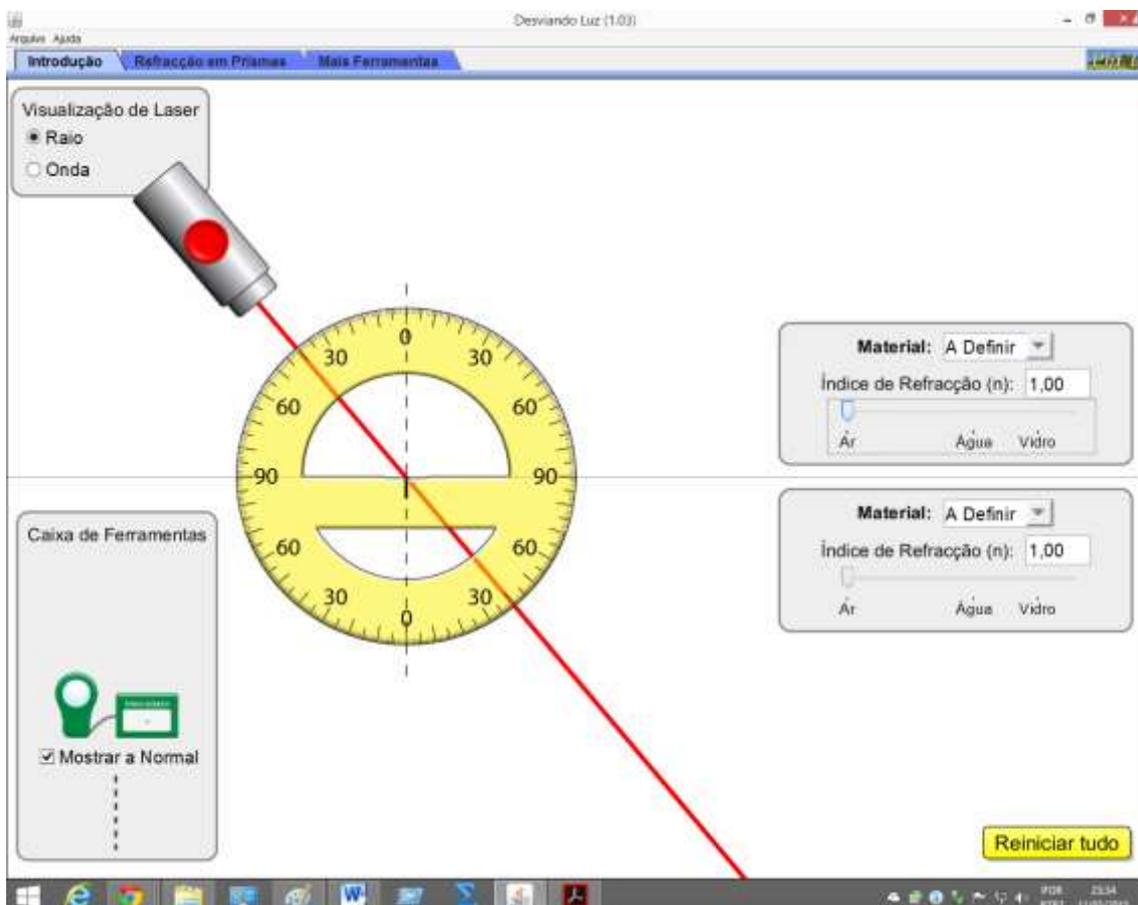


Figura 09. Os dois meios com mesmo valor nos índices de refração. Acessado em 11 de maio de 2015.

Acredito que a imagem acima do simulador não deve aparecer antes das possíveis respostas dos alunos, o uso de simulação e modelos computacionais não devem substituir o processo cognitivo do aluno, e sim auxiliar e contribuir no processo de ensino e aprendizagem como uma ferramenta que de forma alguma substitua a imaginação do aluno ou a figura do professor.

No caso de os meios apresentarem o mesmo valor nos índices de refração temos um exemplo da propagação retilínea em meios homogêneos, isotrópicos e transparentes, o caráter demonstrativo do simulador pode ser utilizado para possibilitar contribuições na construção e interações destes conceitos físicos. Neste momento proponho ainda perguntar aos alunos o que vai acontecer se utilizarmos o luxímetro. Incentive as respostas dos alunos sobre o valor que será encontrado neste caso.

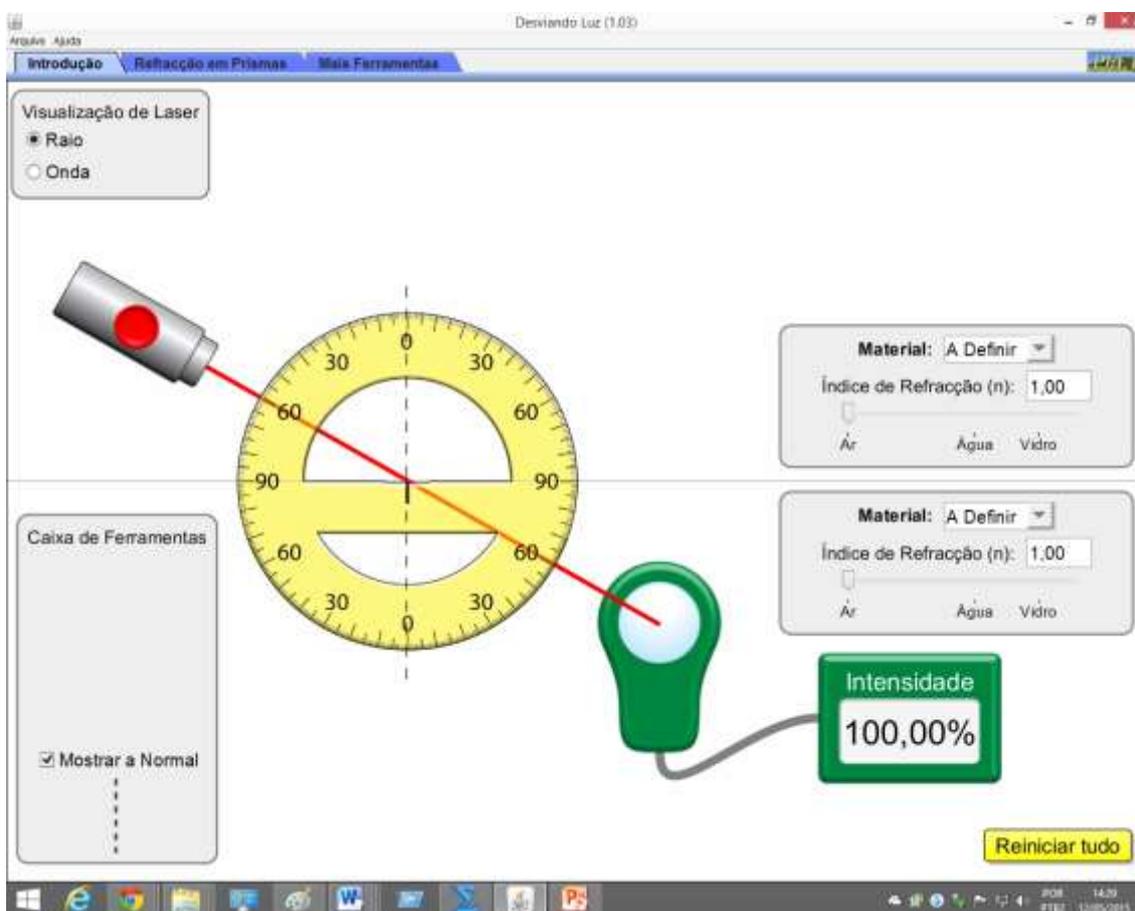


Figura 10. Marcação no luxímetro na propagação retilínea. Acessado em 12 de maio de 2015.

Neste momento faço mais uma proposta de perguntas aos alunos: Em cima desta figura o que ocorre com o ângulo de refração ao aumentarmos o valor do índice de refração do material da parte de baixo. A resposta desta simples “provocação” tem conclusões físicas bem simples de serem visualizadas na animação.

Antes de aumentar gradativamente o índice de refração do meio, faça o aluno supor o que vai ocorrer com os ângulos de refração que irão surgir. Após as respostas insista em verificar se as suposições dos alunos coincidem com o que está ocorrendo com o ângulo de refração, não se preocupe em anotar valores mas perceber que quanto maior o valor de refração do meio, mais próximo da normal fica o raio refratado ou seja o ângulo de refração é cada vez menor.

Neste ponto pode ocorrer de o aluno fazer suposições mentais erradas que vão em desacordo com a representação do fenômeno pelo simulador, converse com seu aluno para que ele explique o processo de construção mental que pode tê-lo levado a cometer o erro. Veja que a percepção do erro em si é um bom momento de aprendizagem, vale reforçar que o aluno que corrige ou compreende seus erros acaba tendo um aprendizado. Moreira (2011) defende que:

A aprendizagem pelo erro é natural na aprendizagem humana... a escola vê o aluno como um receptor de respostas certas que devem ser memorizadas e reproduzidas (sem erros) , mas, na verdade, o ser que aprende é um perceptor, ou seja, um sujeito que percebe e representa o que lhe está sendo ensinado.(MOREIRA, 2011, p.174).

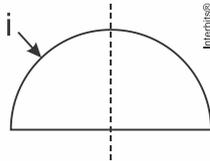
Do ponto de vista do conteúdo da física a conclusão obtida aqui com a última pergunta deve ser reforçada com os alunos, sendo este um tópico importante nos exames vestibulares.

Acredito que para que a conclusão sobre o comportamento de um raio refratado ao mudar de meio seja aprendida de forma profunda não basta somente seguir os poucos passos do roteiro apresentado, pois a consciência semântica está nas pessoas e não nas palavras ou nos processos descritos pelo roteiro. Moreira (2006) neste aspecto afirma que:

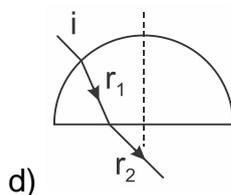
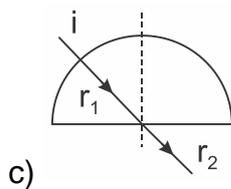
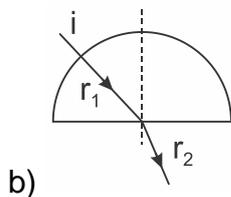
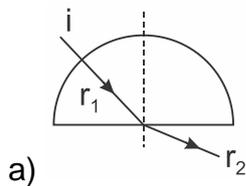
O processo ensino-aprendizagem envolve apresentação, recepção, negociação, e compartilhamento de significados, no qual a linguagem é essencial e, assim sendo, é preciso ter sempre consciência de que os significados são contextuais e arbitrariamente atribuídos pelas pessoas aos objetos e eventos, e de que elas também atribuem significados idiossincráticos aos estados de coisas do mundo. A aprendizagem significativa requer o compartilhamento de significados, mas também implica significados pessoais. (MOREIRA, 2006, p.13).

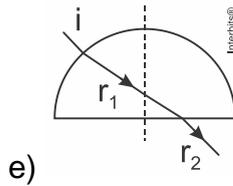
Para reforçar e auxiliar nas conclusões obtidas com o simulador seguem abaixo exemplos de questões de vestibular recentes sobre as conclusões possíveis de serem obtidas com o uso do simulador:

1. (Ufrgs 2015) Na figura abaixo, um raio luminoso i , propagando-se no ar, incide radialmente sobre placa semicircular de vidro.

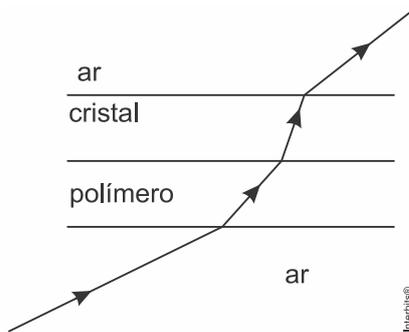


Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória dos raios r_1 e r_2 refratados, respectivamente, no vidro e no ar.





2. (Fgv 2015) Em um laboratório de ótica, é realizada uma experiência de determinação dos índices de refração absolutos de diversos materiais. Dois blocos de mesmas dimensões e em forma de finos paralelepípedos são feitos de cristal e de certo polímero, ambos transparentes. Suas faces de maior área são, então, sobrepostas e um estreito feixe de luz monocromática incide vindo do ar e no ar emergindo após atravessar os dois blocos, como ilustra a figura.



Chamando de n_{ar} , n_{po} e n_{cr} aos índices de refração absolutos do ar, do polímero e do cristal, respectivamente, a correta relação de ordem entre esses índices, de acordo com a figura, é:

- a) $n_{ar} > n_{po} > n_{cr}$.
- b) $n_{cr} > n_{po} > n_{ar}$.
- c) $n_{cr} > n_{ar} > n_{po}$.
- d) $n_{ar} > n_{cr} > n_{po}$.
- e) $n_{po} > n_{cr} > n_{ar}$.

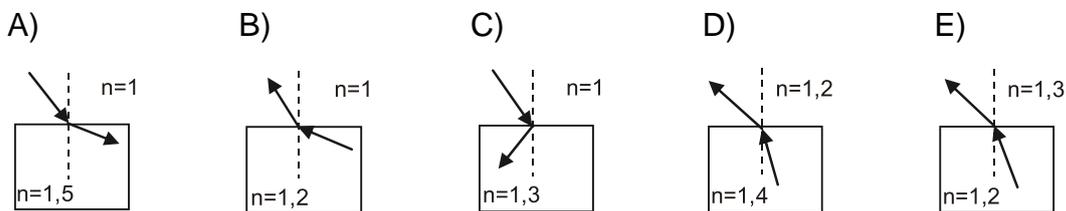
3. (Enem 2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na

temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

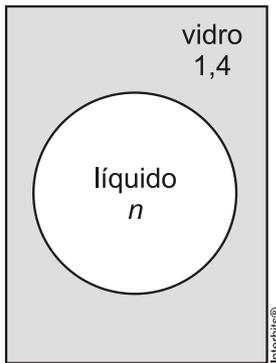
- Mudou de sentido.
- Sofreu reflexão total.
- Atingiu o valor do ângulo limite.
- Direcionou-se para a superfície de separação.
- Aproximou-se da normal à superfície de separação.

4. (Ufpe 2011) As figuras ilustram trajetórias de raios de luz que penetram ou saem de blocos de materiais transparentes. Quais figuras mostram situações fisicamente possíveis quando consideramos os índices de refração que estão indicados?



- Somente a situação A.
- As situações A e E.
- As situações B e C.
- Somente a situação D.
- As situações A e D.

5. (Fuvest 2011) Um objeto decorativo consiste de um bloco de vidro transparente, de índice de refração igual a 1,4, com a forma de um paralelepípedo, que tem, em seu interior, uma bolha, aproximadamente esférica, preenchida com um líquido, também transparente, de índice de refração n . A figura a seguir mostra um perfil do objeto.



Nessas condições, quando a luz visível incide perpendicularmente em uma das faces do bloco e atravessa a bolha, o objeto se comporta, aproximadamente, como

- a) uma lente divergente, somente se $n > 1,4$.
- b) uma lente convergente, somente se $n > 1,4$.
- c) uma lente convergente, para qualquer valor de n .
- d) uma lente divergente, para qualquer valor de n .
- e) se a bolha não existisse, para qualquer valor de n .

Respostas das questões acima:

Resposta da questão 1:

[A]

Ao incidir radialmente sobre uma superfície circular o raio não sofre desvio, independentemente do sentido de propagação. Ao sair para o ar, o raio está passando do meio mais refringente para o menor refringente, afastando-se da normal.

Resposta da questão 2:

[B]

Utilizando a Lei de Snell, tem-se que:

$$n \cdot \sin(\theta) = \text{cte.}$$

Com isto, podemos analisar as refrações que acontecem na situação proposta.

[I] Refração na separação Ar-Polímero:

Se o feixe de luz aproxima-se da normal após a refração, o ângulo está diminuindo e conseqüentemente $\text{sen}(\theta)$ também diminui. Logo, podemos concluir que $n_{\text{po}} > n_{\text{ar}}$.

[II] Refração na separação polímero-cristal:

Como na situação anterior, a luz aproxima-se da normal após a refração. Logo, podemos concluir que $n_{\text{cr}} > n_{\text{po}}$.

Assim, nem existe a necessidade de analisar a terceira refração, pois temos o resultado de que $n_{\text{cr}} > n_{\text{po}} > n_{\text{ar}}$.

Resposta da questão 3:

[E]

Como os ângulos de incidência e refração são definidos no intervalo de 0° a 90° , o menor ângulo tem menor seno. Sendo fixo e não nulo o ângulo de incidência, apliquemos a lei de Snell às duas situações, gasolina não adulterada e gasolina adulterada.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r_1} = 1,4 \\ \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r_2} = 1,9 \end{array} \right\} \div \Rightarrow \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r_1} \times \frac{\text{sen } r_2}{\text{sen } i} = \frac{1,4}{1,9} = 0,74 \Rightarrow \text{sen } r_2 = 0,74 \text{ sen } r_1 \Rightarrow$$

$$\text{sen } r_2 < \text{sen } r_1 \Rightarrow \boxed{r_2 < r_1.}$$

Portanto o raio refratado no caso da gasolina adulterada é menor do que para a gasolina não adulterada. Isso significa que o raio refratado aproximou-se da normal à superfície de separação.

Resposta da questão 4:

F – F – F – V – F.

Quando um raio luminoso passa de um meio mais refringente para um meio menos ele afasta-se da normal. Obviamente se a passagem for de um meio menos para um meio mais refringente ele aproxima-se da normal.

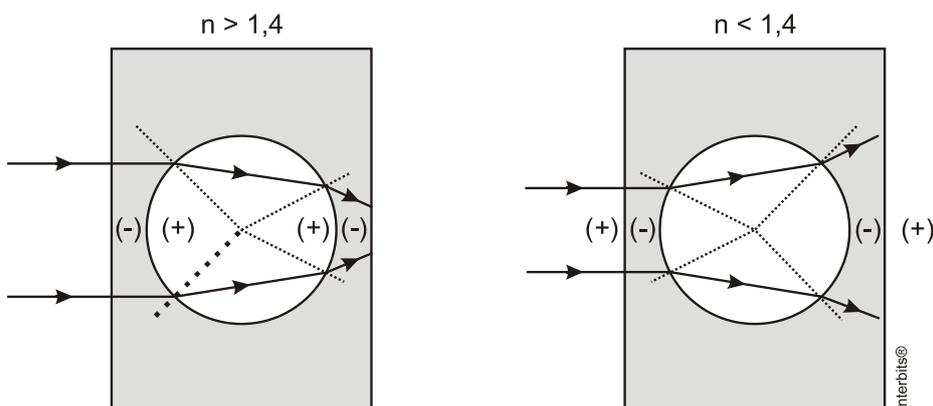
A única opção que se encaixa no que foi descrito é a situação D.

Resposta da questão 5:

[B]

De acordo com a lei de Snell, quando a luz passa do meio menos para o mais refringente a luz aproxima-se da normal e, quando passa do mais para o menor refringente, a luz afasta-se da normal.

As figuras mostram as duas situações propostas na questão: $n > 1,4$ e $n < 1,4$. Analisando-as, concluímos que para $n > 1,4$, o objeto comporta-se com lente convergente.



Não aparenta ser didático, neste momento, nos testes acima cobrar exercícios que sejam sobre metamateriais (embora o assunto apareça no OA em outros exercícios).

Vários outros simuladores citados na dissertação podem ajudar na visualização dos conceitos presentes nestes exercícios, a escolha e planejamento do professor com ajuda de um RE OA A bem estruturado pode auxiliar no processo de elaboração de uma aula. A finalidade dos exemplos é ilustrar a aplicação de ferramentas pedagógicas que permitam enriquecer o conteúdo de óptica, sendo o OA produzido uma tentativa de auxiliar no processo de ensino, e não um manual de como proceder em cada caso específico. A possibilidade de um simulador é mais rica sensorialmente para o aluno do que figuras estáticas ou imagens do livro didático. Neste aspecto Papert (2008) sugere uma adaptação das teorias de

aprendizagem e propõe uma teoria face às implicações inerentes a utilização de tecnologia no ensino. Sua proposta, o construcionismo, defende que a aprendizagem é mais eficaz quando se constroem objetos tangíveis ou por meio de imagens.

As situações e perguntas propostas para os alunos permitem organizar os pensamentos e ideias e utilizar a linguagem para dissertar sobre a conclusão entre o ângulo de refração e o índice de refração do meio.

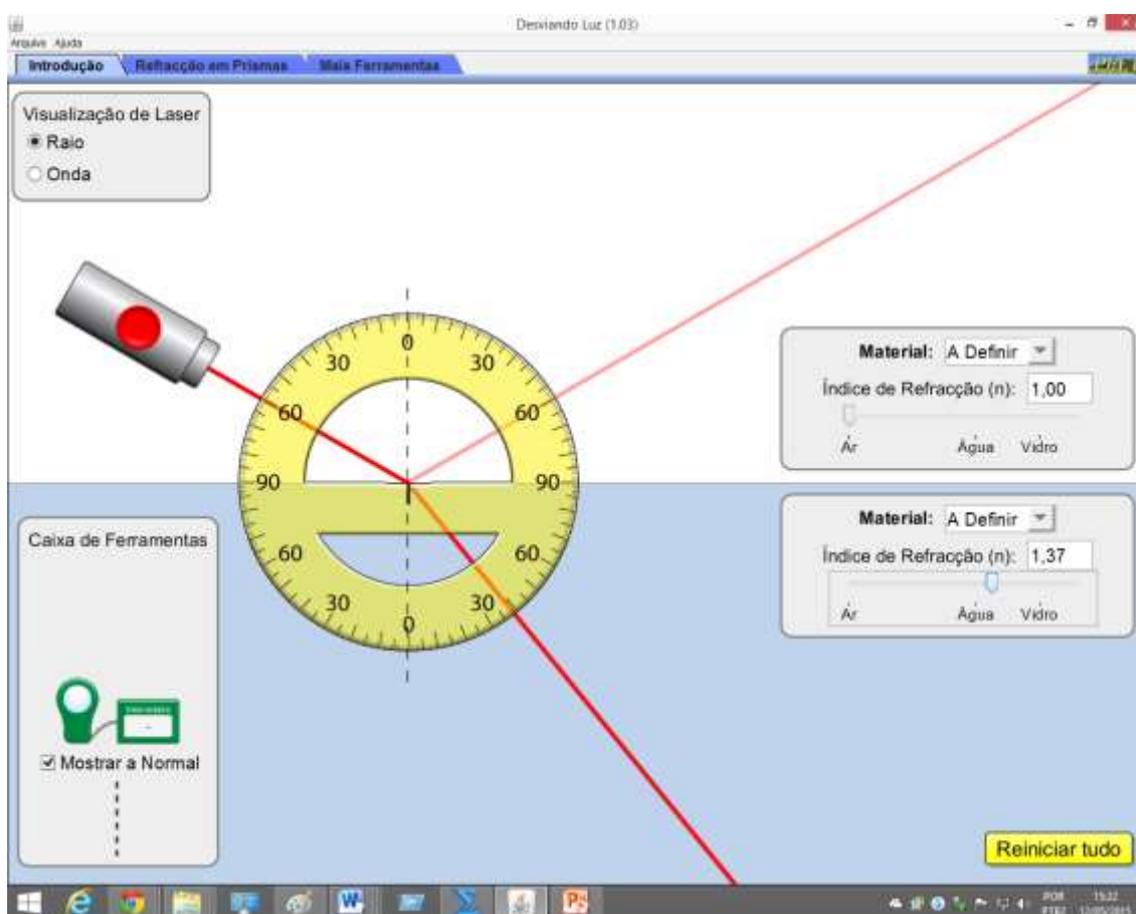


Figura 11. Diminuição do ângulo de refração ao aumentar a refração. Acessado em 12 de maio de 2015.

Aqui ainda é possível mais uma indagação aos alunos. O que ocorre com a porcentagem de luz refratada quando aumentamos o índice de refração?

Agora diferente dos outros momentos o aluno provavelmente não apresenta pré-requisitos para responder conscientemente à pergunta, utilizando o luxímetro numa posição que o raio refratado toque no instrumento, mude os valores

de refração do meio inferior e possibilite o aluno verificar que a porcentagem de luz refratada diminui com o aumento da refração do meio.

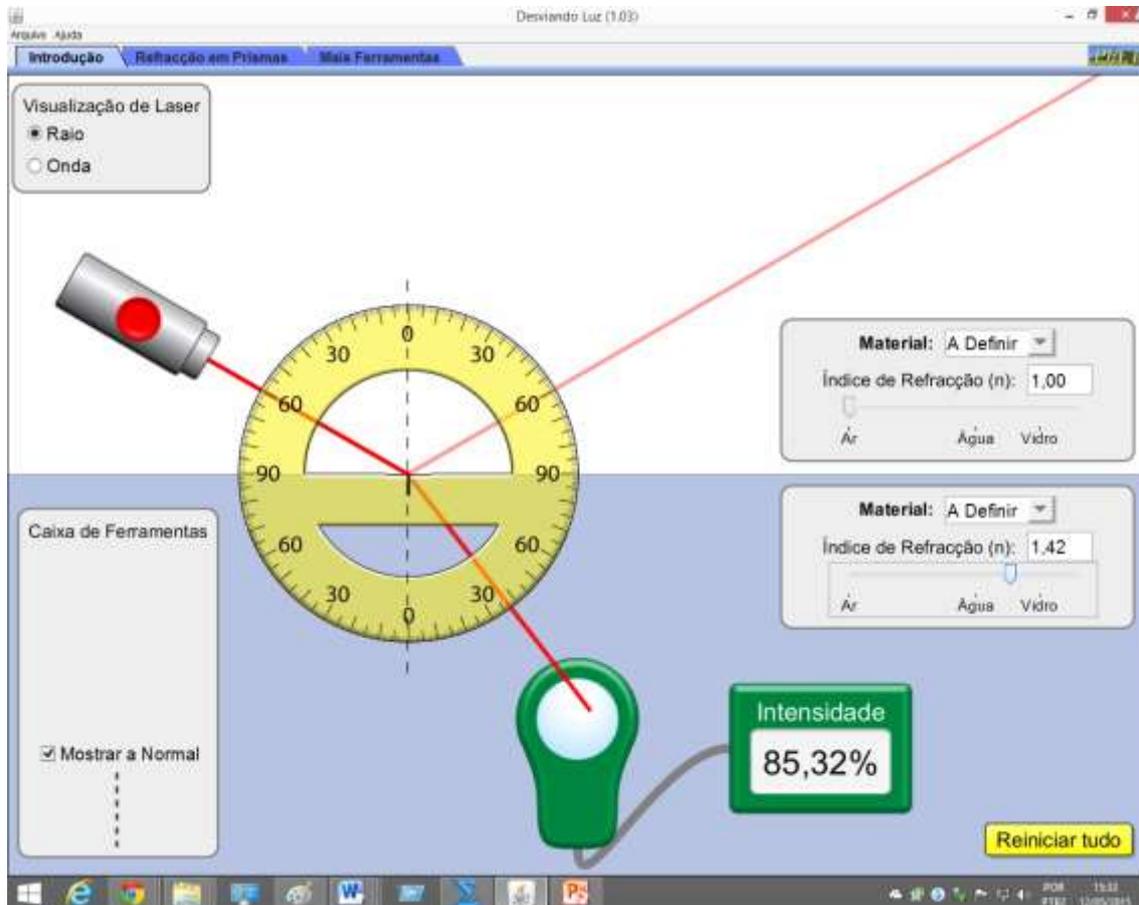


Figura 12. Diminuição da intensidade ao aumentar a refração. Acessado em 12 de maio de 2015.

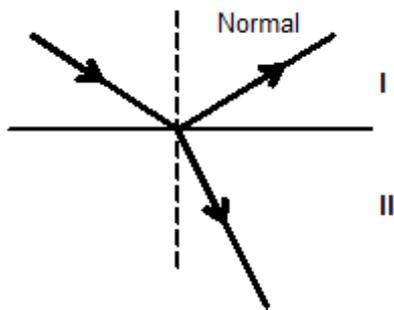
Note que o simulador permite uma visualização instantânea dos ângulos de incidência e de reflexão em qualquer momento, possibilitando uma interação do aluno com o simulador, fortalecendo através do simulador a retenção da 2ª lei da reflexão. Segundo Ronca (1994):

Se um novo conteúdo interagir com um conceito mais amplo, os efeitos iniciais da inclusividade se darão tanto na facilitação da aprendizagem como na própria retenção. A estabilidade na memória de um material significativo é ampliada pela ancoragem na estrutura cognitiva. O estabelecimento de uma rede de conceitos interligados e com níveis de inclusividade diferenciados aumenta a resistência ao esquecimento. (RONCA, 1994, p. 1.).

Existe uma observação a ser feita sobre o uso deste simulador para obter o raio refletido para o caso de um raio incidente perpendicular à superfície

(ângulo de incidência = 0°), neste caso não se nota a diferença entre o raio refletido e refratado sendo recomendado outros simuladores para auxiliar nesta possibilidade.

3- Aqui faço uma proposta de utilizar inicialmente o exercício abaixo. Um raio luminoso, ao passar de um meio I com índice de refração $n_1=1$ para o meio II com índice de refração $n_2= 1,41$, sofre um desvio na sua trajetória. Se o ângulo de incidência é de 45° , qual o valor do ângulo de refração no meio II?



Aplicando a lei de Snell na refração:

$$n_1 \sen \theta_1 = n_2 \sen \theta_2 \Rightarrow 1 \cdot \sen 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \sen \theta \Rightarrow$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \sen \theta \Rightarrow \sen \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$\theta = 30^\circ.$

Agora que o aluno realizou o cálculo do valor do ângulo de refração proponha utilizar o simulador para verificar se o modelo computacional está adequado as equações utilizadas na refração. Não esqueça de utilizar o transferidor e colocar os valores corretos nos índices de refração dos meios I e II.

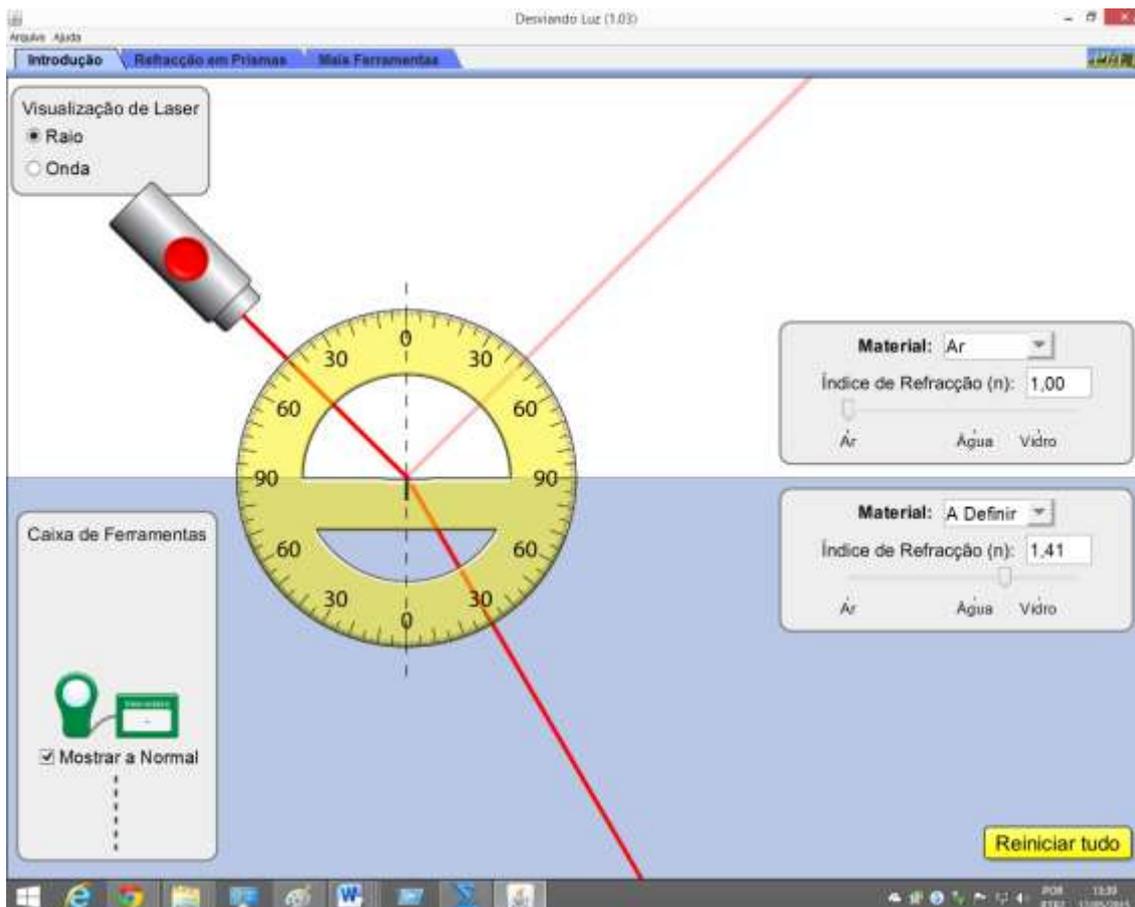
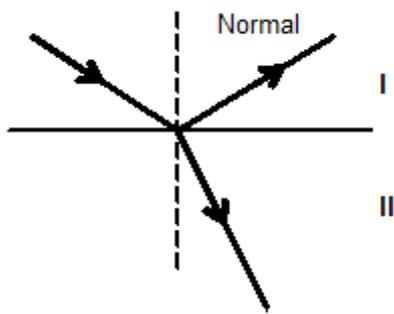


Figura 13. Simulação com os dados do exercício 3. Acessado em 11 de maio de 2015.

Permita o aluno visualizar que os valores calculados no exercício 3 estão em concordância com os valores obtidos na simulação.

Agora no simulador seria pertinente perguntar aos alunos qual o ângulo formado entre o raio refletido e o raio refratado. A resposta é um ângulo no valor de 105° (cuidado o transferidor não é contínuo nas marcações de valores).

4-Aqui faço mais uma vez a proposta de utilizar inicialmente o exercício abaixo. Um raio luminoso, ao passar de um meio I para outro II (vide figura), tem sua trajetória alterada, passando a formar um ângulo menor com a normal à superfície de separação dos dois meios. Podemos afirmar que:



- a) o meio I é mais refringente que o meio II.
- b) a velocidade da luz no meio I é menor que no meio II.
- c) o ângulo de incidência no meio I é maior que no meio II.
- d) o meio II é mais refringente que o meio I.
- e) o ângulo de reflexão no meio I é igual ao ângulo de refração do meio II.

A resposta do exercício é a alternativa D. Conforme visto na conclusão final do exercício 3 o aluno deve ser capaz de visualizar que no meio II o ângulo de refração é menor do que o ângulo de incidência, logo o meio II é mais refringente do que o meio I. A finalidade do exercício é reforçar e aplicar a conclusão feita pelo próprio aluno.

Proponha para seus alunos utilizar o simulador para descobrir:

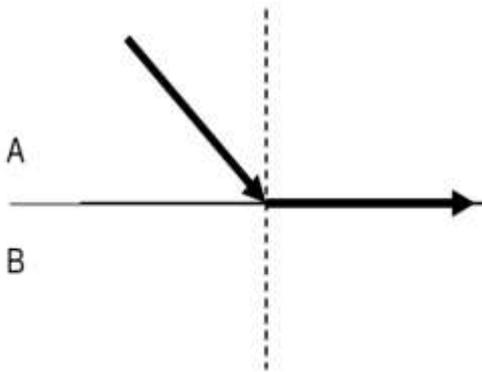
5- A partir de qual valor de ângulo de incidência, para um raio luminoso que vai da água (meio superior) para o vidro (meio inferior), ocorre a reflexão total?

Existe a possibilidade de escolher um aluno para utilizar o simulador neste exercício, peça ajuda da classe para orientar este aluno a selecionar a água no meio superior e o vidro no meio inferior. Antes do aluno ligar o laser certifique se da escolha estar correta, somente depois disso peça para o aluno ligar o laser e girar o mesmo. Neste caso não será possível obter reflexão total, pois o feixe luminoso está se propagando do meio menos para o meio mais refringente. A escolha aqui é pela experimentação do simulador neste caso e não por uma retomada dos conceitos teóricos.

Ao utilizar esta questão você professor poderá ajudar seus alunos a investigar e descobrir que a reflexão total não ocorre do meio menos para o meio mais refringente.

6-No simulador agora proponha a montagem do seguinte experimento, um feixe luminoso vindo do meio I com $n_1=1,41$ e o meio inferior (meio II) com $n_2=1$ e neste caso pedir para um aluno achar o ângulo limite. (Não usar transferidor e normal inicialmente).

A provável dificuldade aqui reside no aluno perceber que fica difícil visualizar o ângulo limite. Acredito que a dificuldade talvez ocorra devido a relação visual que o aluno faz do ângulo limite com a seguinte imagem:



Inicialmente a imagem acima está incompleta pois não apresenta o raio refletido, a figura também não é de fácil reprodução num experimento qualquer pois nem sempre é de fácil visualização o raio refratado rasante entre os meios A e B da figura, sendo mais perceptível num experimento a não existência do raio refratado. Proponho aqui então pedir aos alunos para calcular o ângulo limite neste caso com os mesmos valores meio I com $n_1=1,41$ e o meio inferior (meio II) com $n_2=1$. Para facilitar a resolução matemática utilizar $\sqrt{2} \gg 1,41$.

Antes de realizar os cálculos pergunte aos seus alunos qual o valor do ângulo de refração para o ângulo limite. A resposta de um ângulo de 90° nem sempre aparece para todos os alunos.

Aplicando a lei de Snell na refração:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sqrt{2} \cdot \sin L = 1 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow$$

$$\sqrt{2} \cdot \sin L = 1 \Rightarrow \sin L = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$\sin L = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) \Rightarrow \sin L = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

L = 45°.

Por opção didática utilizei a lei de Snell na forma acima e não uma equação para calcular diretamente o ângulo limite dado pela abaixo que denominarei de equação (2):

$$\sin L = \frac{n_1}{n_2}$$

Reconheço que dependendo da realidade de cada tipo de ensino ou do fator tempo possa ser conveniente ensinar as duas relações matemáticas de formas separadas, contudo neste roteiro optei por utilizar a lei de Snell e não comentar nesta aula que a equação (2) é um caso à parte da lei de Snell (Isto já foi feito nas duas aulas teóricas neste caso). O professor deve escolher o processo que for mais conveniente a ele na aplicação deste roteiro.

Agora com o resultado do ângulo limite, proponha ao mesmo aluno escolhido nesta resolução que faça uma incidência com um ângulo de incidência de 45° (necessário o uso do transferidor e da reta normal). A imagem obtida deve ficar muito próxima desta:

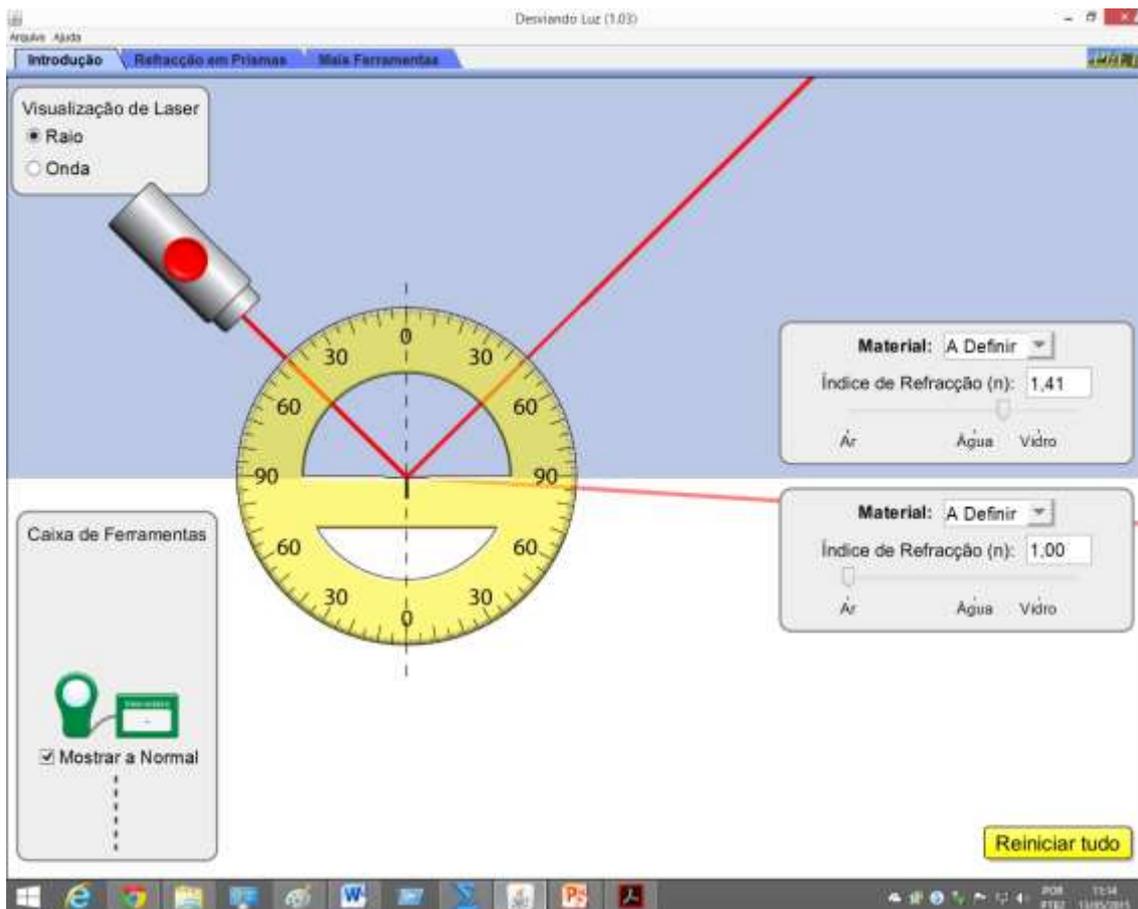


Figura 14. Simulação inicial do ângulo limite. Acessado em 13 de maio de 2015.

Peça para o aluno aumentar suavemente o ângulo de incidência e a imagem obtida agora deve ficar muito próxima desta:

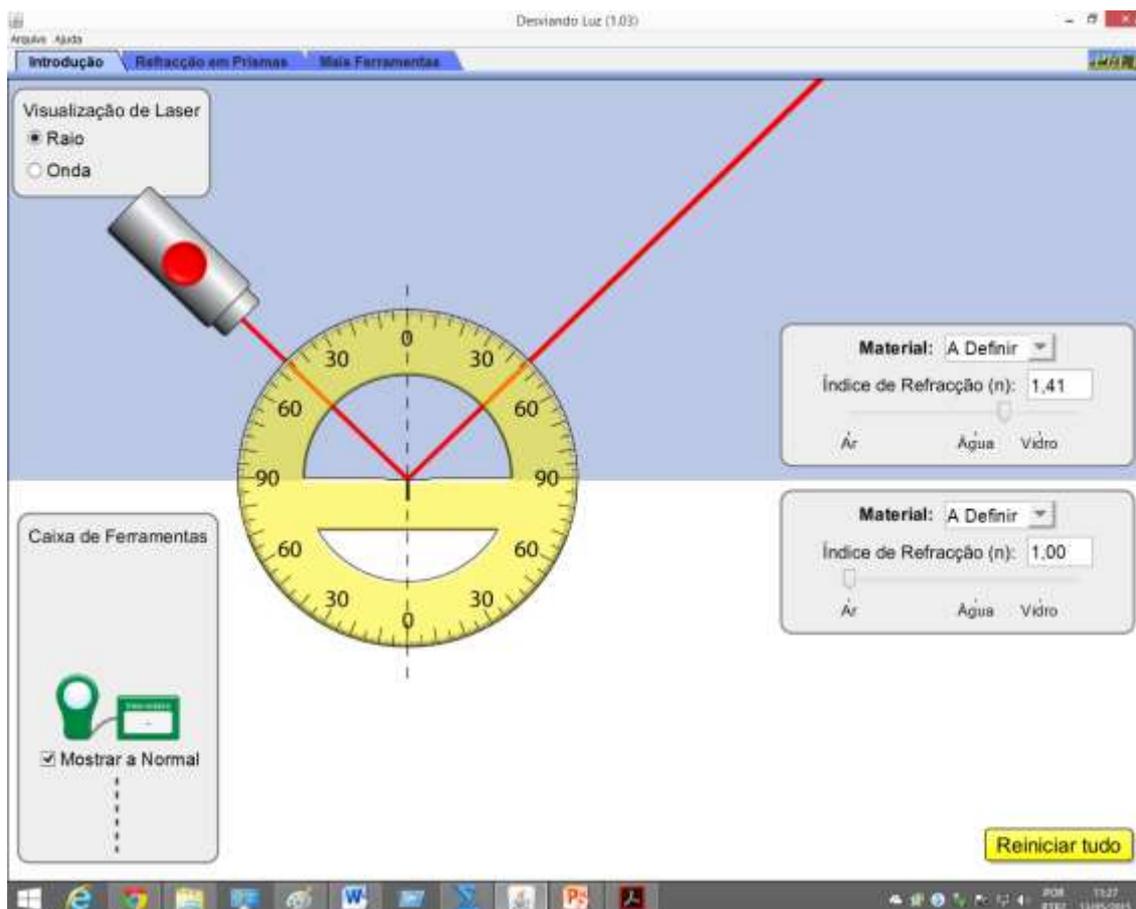


Figura 15. Simulação final do ângulo limite. Acessado em 13 de maio de 2015.

A simulação neste caso é bem similar ao fenômeno físico real, sendo que temos uma reflexão total na figura acima.

Uma proposta de atividade aqui seria propor um desafio aos alunos em forma de pergunta:

7- Qual dos meios é mais refringente o meio mistério A ou o meio mistério B?

Recomendo que após a pergunta os alunos proponham um processo de obtenção da conclusão com o uso do simulador.

Minhas experiências ao usar o simulador permitem afirmar que os alunos costumemente propõem hipóteses válidas para a verificação de qual dos meios é mais refringente, contudo como o procedimento aqui está relacionado a dar suporte para o professor e não comentar detalhadamente os casos de utilização que já vivenciei cito dois possíveis processos para se chegar a uma conclusão. Por exemplo na tela abaixo:

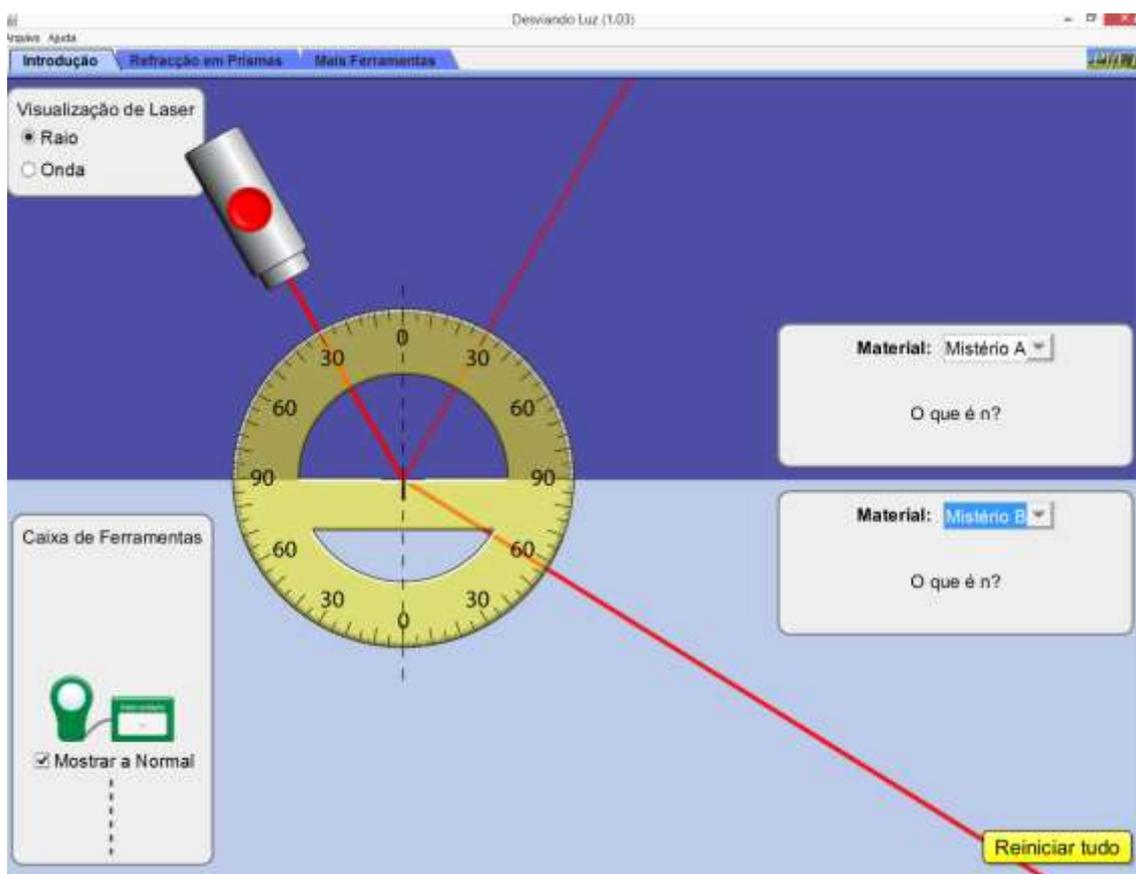


Figura 16. Simulação inicial para descobrir qual meio é mais refringente. Acessado em 24 de novembro de 2015.

Ao incidir um raio luminoso do meio mistério A para o meio mistério B com um ângulo de incidência de 30° o ângulo de refração é de aproximadamente 60° , o que leva o aluno a concluir que o meio mistério A é mais refringente.

Uma outra possibilidade de conclusão sobre qual desses meios é mais refringente pode ser obtida usando a ferramenta velocidade na terceira aba da animação.

Neste caso a verificação da velocidade nos dois meios vai permitir o aluno deduzir que no meio mais refringente (mistério A) a luz possui menor velocidade.

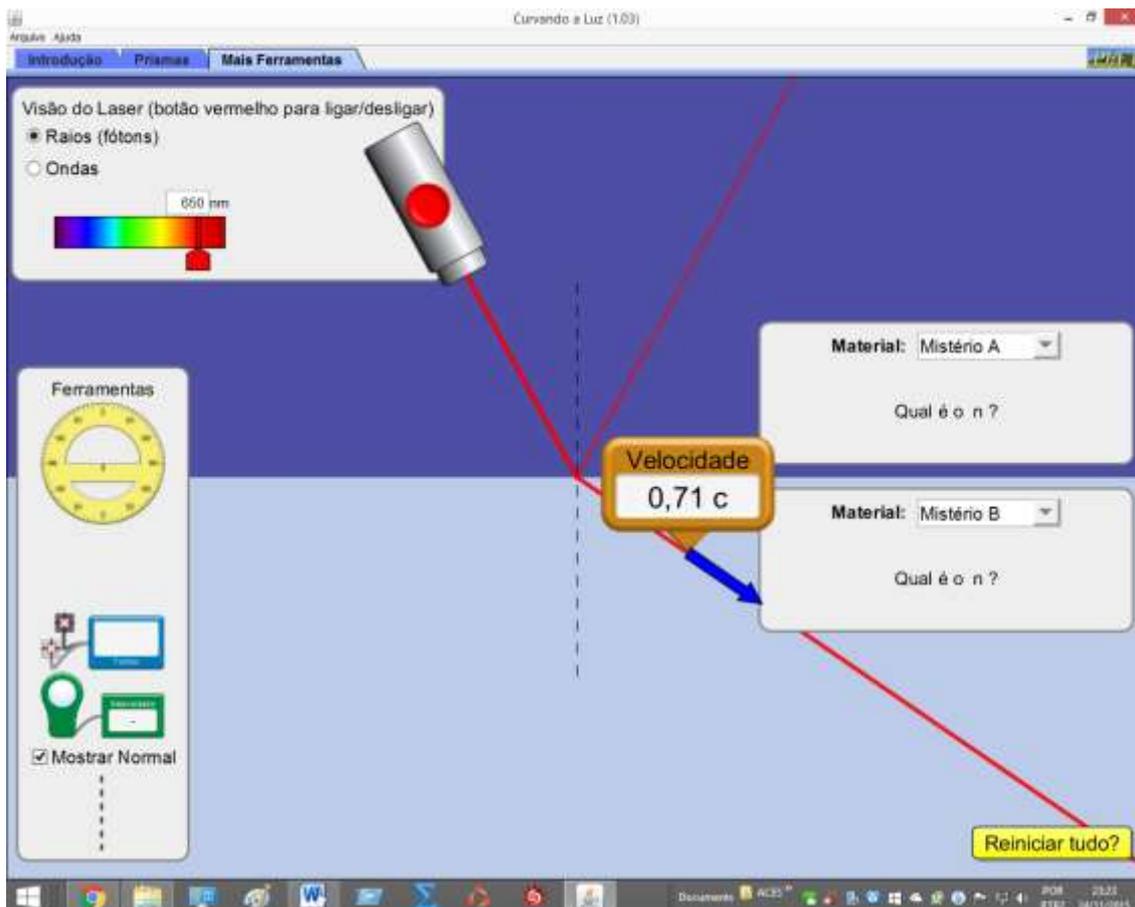


Figura 17. Simulação final para descobrir qual meio é mais refringente. Acessado em 24 de novembro de 2015.

O simulador permite ainda outras possibilidades de utilização que não foram propositalmente mencionadas neste roteiro.

ANEXO D

Simuladores de Óptica Geométrica:

1. Animações sobre arco íris:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14344>

ou <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/21/18892652arcoiris.swf>

Animação interativa. Descrição: Apoema, menina indígena, escreve uma carta para seu amigo da cidade, Beto. Ela deseja compartilhar suas recentes descobertas e estudos envolvendo a natureza, como a decomposição da luz e formação de arco-íris. Beto, na resposta à carta da amiga, conta por sua vez, como ele vê a formação de arco-íris no ambiente onde vive. Juntos, chegam à conclusão de que o arco-íris forma algo único, como as diferentes origens deles formam a humanidade.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9277>

A animação descreve de modo simples o que acontece em um arco íris. O exemplo mais encantador de dispersão cromática é um arco-íris. Quando a luz solar branca é interceptada por uma gota de água na atmosfera, a luz refrata na gota, reflete da superfície interna da gota, e então refrata fora da gota. Como o prisma, a primeira refração separa a luz solar em suas cores componentes e a segunda refração aumenta a separação.

<http://demonstrations.wolfram.com/UnweavingTheRainbow/>

Animação simples sobre o arco íris.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19175>

Animação com vários recursos para explicar os fundamentos da óptica geométrica. Simulações, vídeos e imagens.

http://www.skool.pt/content/ks4/physics/waves_1/03_Properties_of_Waves_Reflection/index.html

Animação interativa sobre a luz.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=44.0>

Animação sobre arco íris com explicações em vídeo sobre o fenômeno.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/692>

Vídeo sobre o arco íris.

2. Animação sobre câmara escura:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17521>

Nessa animação interativa onde acontecerá a simulação do funcionamento de uma câmara escura, com e sem lente na abertura. O aluno poderá alterar as dimensões do dispositivo, a localização do objeto, o tipo de lente (divergente e convergente), bem como a sua distância focal.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/camara-escura/740>

Vídeo sobre a montagem uma câmara escura com regulagem de foco.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=38.0>

ou <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=38>

Animação interativa sobre formação de imagens numa câmara escura.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17688>

Vídeo sobre montagem de uma câmara escura. (1º das três partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17689>

Vídeo sobre montagem de uma câmara escura. (2º das três partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17690>

Vídeo sobre montagem de uma câmara escura. (3º das três partes).

3. Animação sobre o espectro eletromagnético:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17484>

Inicialmente serão apresentadas informações sobre a frequência e comprimento das ondas eletromagnéticas numa tela central para o aluno. Após, esse primeiro momento o aluno poderá interagir com sete tipos de espectros eletromagnéticos. Assim, o aluno poderá selecionar o espectro e observar a frequência, comprimento de onda, geração, aplicação e os perigos de lidar com estas ondas.

4. Animação sobre o cinema:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14354>

A animação terá como tela principal uma sala de vídeo de uma escola na qual os alunos assistem filmes, programas, documentários e slides através das TVs, retroprojetores e computadores. Dois alunos estão sozinhos na sala conversando enquanto a suposta aula não se inicia. Nesse meio tempo, com o suporte dos diálogos, ocorrem todas as interações possíveis no ambiente. As interações consistem em: desenhos em folhas de papel (sequência e superposição de

imagens), imagem na tela da TV (verificação de que as imagens são compostas pontos luminosos), imagem no monitor do computador (verificação de que esses pontos luminosos aparecem com grande velocidade) e projetor de cinema (verificar como a imagem é formada no cinema).

5. Animação sobre composição cromática:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17471>

O laboratório virtual simula o estúdio mundo das cores que é uma espécie de estúdio gráfico que funcionará como uma fábrica de idéias, relacionando cores, imagens e textos para a produção de cartazes comunicativos de qualquer teor, a partir de provocações pedagógicas. O objetivo principal, enquanto objeto de aprendizagem de física, é testar a mistura das cores nos sistemas RGB e CMY e entender as sínteses aditiva e subtrativa da luz. Para que o laboratório não se esgote aí, seu objetivo secundário é o de instigar a criatividade do usuário, permitindo que ele selecione 1 entre 5 imagens pré-definidas, pinte-as (o professor pode dar dicas de harmonia das cores) e lhes atribua uma legenda para formar uma idéia, a partir de tema livre (pode ser sugerido pelo professor). O laboratório conta com 05 etapas: 1-Escolher sistema RGB ou CMY 2-Testar mistura de cores (+ sínteses aditiva e subtrativa da luz) 3-Criar (escolher desenho e colorir cartaz a partir da mistura de cores e dicas de harmonia) 4-Colocar legenda no cartaz 5-Visualizar cartaz em tela cheia.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=39.0>

Animação interativa sobre composição cromática.

http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/color/color_e.html

Animação interativa sobre composição cromática.

<http://demonstrations.wolfram.com/NewtonsColorWheel/>

Animação simples sobre o disco de Newton.

<http://www.ideiasnacaixa.com/emexposicao/index.htm>

Laboratório virtual com várias possibilidades de interações e rico em exemplos sobre as cores, luzes e imagens. Possibilita a diferenciação entre a mistura de luzes e de cores, percepção de profundidade de cores e resolução da imagem.

6. Animação sobre visualização das cores:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/5309>

Animação simples sobre cores.

7. Animação com simulador simples sobre a visualização das cores.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16806>

Software. São apresentados alguns conceitos básicos como composição de cores, subtração de cores, sistema primário, sistema secundário. Uma atividade é proposta de forma a ilustrar e exemplificar, fixando de maneira mais dinâmica o conteúdo passado. Apresentam-se dois ambientes. No primeiro, o aluno irá compor cores a partir de fontes luminosas das cores primárias vermelho, verde e azul. No segundo, o aluno irá explorar os fenômenos de reflexão e absorção da luz por pigmentos.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9281>

Animação simples que mostra a mistura de luzes e o resultado interpretado pelo cérebro. Mostra também o que ocorre quando a luz branca ou uma luz monocromática passa por um filtro.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/uma-solucao-duas-cores/1178>

A cor é uma propriedade da substância, certo? Ou será que ela... depende? Depende de que? Neste experimento mostramos que uma solução pode ter duas cores. Leia mais para saber como.

http://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html

Animação com várias interfaces e possibilidade de mudança de parâmetros para compreender a visualização das cores.

8. Animação sobre filtros associados ao espectro solar :

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/light/filters.html>

Animação interativa sobre absorção solar e filtros.

http://grupospupnik.com/Paginas_com_Flash/Filters%20Simulator%20%28NAAP%29.htm

Animação simples sobre filtros e cor.

9. Animação sobre a posição do Sol:

<http://demonstrations.wolfram.com/BlueSkyAndRedSunset/>

Animação simples sobre a posição do Sol ao se pôr.

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/ancientastro/heliacalrisingsim.html>

Animação simples sobre a posição do Sol ao nascer.

10. Animação sobre relação luminosa entre Sol e Terra:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/sunrays.html>

Animação simples sobre a sombra do Sol na Terra.

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

Animação simples sobre incidência solar durante o ano.

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/sunmotions.html>

Animação simples sobre posição solar durante o ano e a sombra de uma pessoa.

11. Animação sobre relação luminosa entre Terra e Lua :

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/lunarapplet.html>

Animação simples sobre fases da Lua.

http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/flashlets/eclipse3.htm

Animação simples sobre eclipses.

12. Animação sobre propagação retilínea:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/basketball.html>

Animação simples sobre sombra em uma bola de basquete.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=695.0>

Animação sobre propagação retilínea da luz e reflexão dos raios.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=42.0>

Animação sobre propagação retilínea da luz de 3 feixes de cores diferentes.

http://gruposputnik.com/Paginas_com_Flash/Three%20Views%20Simulator.htm

Animação simples sobre eclipses.

13. Animação sobre refletor olho de gato:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/5616>

Animação simples sobre um refletor de canto consiste de dois ou três espelhos mutuamente perpendiculares que refletem a luz de volta na direção da fonte . Alguns exemplos deste princípio incluem refletores de bicicleta , luzes traseiras de automóveis, e os alvos de radar ou marcadores em navios , especialmente em botes salva-vidas. A NASA colocou refletores de canto na Lua para medir sua órbita. Um refletor de canto também é conhecido como refletor olho de gato ou refletor de cubo.

14. Animação sobre as leis da reflexão:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9297>

Animação simples sobre as leis de reflexão. O incidente e os raios refletidos estão ambos em amarelo e a reta normal em laranja. Visualização do ângulo de incidência e do ângulo de reflexão.

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/4138>

ou <http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/leisdareflexao.swf>

Animação com vários parâmetros. O objetivo educacional deste simulador é permitir que o estudante visualize e comprove as leis da reflexão regular num espelho plano. Esta simulação, consiste de um sistema óptico composto por um espelho plano, cuja reflexão ocorre de forma regular, um laser e um transferidor. Através destes elementos, o aluno poderá comprovar que o raio incidente, o raio refletido e a normal estão contidas num mesmo plano (1° lei), e que o ângulo de incidência e de reflexão são sempre iguais (2° lei).

15. Animação sobre reflexão regular e difusa:

<http://demonstrations.wolfram.com/SpecularAndDiffuseReflection/>

Animação simples sobre a reflexão regular e difusa.

16. Animação sobre reflexão em mais de um espelho:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/10725>

ou

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10725/mintemporefl.swf?sequence=1>

Animação simples sobre o tempo mínimo de reflexão (o princípio que diz que a luz escolhe o caminho que leva o menor tempo entre dois pontos) e a lei da reflexão.

17. Vídeos sobre luz e suas interações:

<https://www.youtube.com/watch?v=SQggDnScsvI&list=PL16649CCE7EFA8B2F&index=45>

Vídeo sobre como um camaleão muda de cor (língua inglesa e com legenda) com explicações sobre como um camaleão consegue mudar de cor.

https://www.youtube.com/watch?v=O_y2UFchplw&feature=related

Vídeo em português de Portugal sobre a luz e reflexão.

https://www.youtube.com/watch?v=y_a91YEhdhA

Vídeo sobre reflexão no espelho plano.

18. Animação sobre reflexão numa superfície.

<http://www.ideiasnacaixa.com/laboratoriovirtual/>

Animação simples sobre propriedades da reflexão e útil na percepção da imagem numa superfície polida.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/fontes-de-luz-fluorescencia-x-fosforescencia/811>

Experimento que ilustra a diferença temporal entre a emissão de luz de um material fluorescente e um material fosforescente a partir do momento em que a fonte excitadora é retirada do sistema. Embora os dois processos sejam de luminescência, o tempo em que o material fosforescente continua emitindo luz é muito maior que o tempo do material fluorescente.

[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod= principiodefermat1](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod=_principiodefermat1)

Animação simples. Através do Princípio de Fermat e utilizando exemplos simples são analisadas a reflexão e refração.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/angulos-de-incidencia-reflexao-de-feixes-de-luz/825>

Neste vídeo mostraremos como o ângulo de reflexão de um feixe de luz é igual ao ângulo de incidência em uma superfície.

<http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/mintemporefl.swf>

Animação com vários parâmetros para determinar o tempo para luz chegar a um ponto por reflexão.

[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod= principiodefermat2](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod=_principiodefermat2)

Animação simples. Utilizando exemplos simples será analisado o Princípio de Fermat.

Simuladores Espelhos planos:

19. Animação sobre espelho plano:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9482>

Numa tela aparecem um traço vertical representando o espelho plano e um ponto referenciado vertical e horizontalmente, representando um objeto real refletido no espelho plano. Em outra tela localizada na parte inferior esquerda aparecem as instruções para clicar os botões da tela inferior direita, com os quais é possível deslocar o ponto e visualizá-lo diferentes situações, variar a abertura dos raios refletidos, medir a distância ao espelho do objeto real e da imagem, bem como observar o estigmatismo do espelho plano.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/vela-fantasma/761>

Neste vídeo mostraremos como realizar um truque de óptica utilizando um semi-espelho.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/o-espelho-que-nao-embaca/716>

Quando tomamos um banho com água quente percebemos que o espelho no banheiro fica embaçado. Você já parou para pensar por que isso acontece? Seria possível fazer com que isso não acontecesse?

20. Animação sobre rotação de um espelho plano:

<http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=101&cat=physics>

A animação simples permite rotacionar um espelho plano e visualizar o ângulo de incidência e reflexão obtidos com a normal do espelho. Clicando no botão verde na parte inferior da página a outra aba da animação demonstra a relação entre a rotação do espelho e a rotação do raio refletido.

21. Animação sobre campo visual de um espelho plano:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10723/espelhoplano.swf?sequence=1>

ou <http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/espelhoplano.swf>

A animação possibilita várias interações para auxiliar na aprendizagem do campo visual de um espelho plano. Este aplicativo apresenta três modos de explorá-lo. O modo 1 apresenta a construção de raios que, partindo do objeto, são refletidos pelo espelho e a extensão dos raios refletidos para a observação da imagem formada do objeto. No modo 2 vemos as linhas tracejadas (em azul) que indicam a região na qual o objeto pode estar caso desejemos que ele seja visto pelo observador. Essas linhas delimitam o campo visual do objeto. No modo 3 a construção dos raios e a delimitação do campo visual aparecem superpostas.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=290.0>

Animação simples sobre campo visual de um espelho plano.

<http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/espelhoplano.swf>

22. Animação sobre tamanho do espelho para se ver totalmente:

<http://demonstrations.wolfram.com/OpticsLawOfReflection/>

Animação simples associada a relação do tamanho do espelho e tamanho do objeto.

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tex&cod= espssimplificado>

Animação simples. Nesta simulação veremos o funcionamento de um espelho plano simplificado que usa joaninhas como objetos reais.

23. Animação sobre associação de espelhos planos:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9481>

Animação simples sobre formação de imagens múltiplas na associação de dois espelhos planos formando um ângulo entre eles. Na animação múltiplas imagens de um objeto são observadas quando este objeto é colocado entre dois espelhos planos, e suas prolongações, que formam entre si um ângulo. No caso mostrado os espelhos formam vários possíveis ângulos. O caleidoscópio funciona graças a essa propriedade, entre os espelhos há um triângulo formado por 3 bolinhas que podem ser arrastadas com o mouse modificando o aspecto do triângulo. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/levitacao-optica/573>

Vídeo sobre experimento óptico que ilustra o fenômeno da "levitação", que serve como sugestão para ser utilizado em feiras de ciências.

24. Animação sobre múltiplas reflexões em espelhos planos:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=373.0>

Animação simples sobre reflexão em dois espelhos planos.

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

Vídeo sobre múltiplas reflexões numa associação de espelhos planos.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=183.0>

Animação simples sobre imagens em uma associação de espelhos planos.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17380>

Vídeo sobre montagem de um caleidoscópio. (1º de 2 partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/173801>

Vídeo sobre montagem de um caleidoscópio. (1º de 2 partes).

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod=caleidoscopio>

A animação mostra o princípio de funcionamento de um caleidoscópio que é um objeto óptico formado por espelhos, que através da reflexão da luz, cria a cada movimento diversos e impressionantes efeitos visuais.

25. Animação sobre periscópio:

<http://demonstrations.wolfram.com/Periscope/>

Animação simples sobre o uso do periscópio.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=1348.0>

Animação simples sobre a imagem formada por um periscópio.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18442>

Vídeo sobre montagem de um periscópio. (1° das três partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18443>

Vídeo sobre montagem de um periscópio. (2° das três partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18444>

Vídeo sobre montagem de um periscópio. (3° das três partes).

26. Animação sobre espelho plano e esférico:

http://www.propostasensinodefisica.net/Materiais/simulacoes/Apendice_4_html/Apendice_4.html

Animação sobre espelhos plano e esférico e obtenção da imagem.

27. Animação sobre espelhos:

<http://www.edy.pro.br/espelhos/simulador.swf>

Animação simples com instruções iniciais de uso. Possibilita mensurar (usar régua colocada na parte superior) a relação entre a distância do objeto e imagem até o espelho.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19087>

Quanto aos objetivos específicos, este simulador contempla: 1 - O estudo do comportamento dos raios de luz incidentes sobre um espelho plano; 2 - A obtenção gráfica da imagens conjugadas por um espelho plano; 3 - Análise da translação da imagem em função da translação do espelho; 4 - Análise da rotação da imagem em

função da rotação do espelho; 5 - Estudo das imagens de um objeto conjugadas pela associação de dois espelhos planos.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=218.0>

Animação simples relacionando a velocidade do objeto e da imagem no espelho plano. Existem vídeos relacionados ao assunto na página.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=206.0>

Animação simples relacionando a posição do objeto e da imagem no espelho plano. Existem vídeos relacionados ao assunto na página.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=1347.0>

Animação simples relacionando pontos do objeto e da imagem no espelho plano. Existem vídeos relacionados ao assunto na página e outras animações.

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod=imagemnoespelho>

Animação simples. Esta animação serve para analisar algumas propriedades da imagem de um objeto diante de um espelho plano: quanto de seu corpo um observador vê quando está diante de um espelho plano, que tamanho deve ter o espelho para que o observador consiga enxergar-se por inteiro no espelho etc.

28. Animação sobre leis da reflexão no espelho plano:

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/4138>

Animação que comprova as leis da reflexão regular num espelho plano. Esta simulação, consiste de um sistema óptico composto por um espelho plano, cuja reflexão ocorre de forma regular, um laser e um transferidor. Através destes elementos, o aluno poderá comprovar que o raio incidente, o raio refletido e a normal

estão contidas num mesmo plano (1º lei), e que o ângulo de incidência e de reflexão são sempre iguais (2º lei). O simulador permite que sejam ajustados uma série de parâmetros, tais como: o ângulo de incidência e a direção do espelho.

http://www.skool.pt/content/toolkits/physics_toolkits/mirrors/mirrors_pt.html

Animação com caráter lúdico sobre a reflexão de espelhos planos.

29. Animação sobre campo visual de um espelho plano:

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/4136>

Animação sobre campo visual de espelho plano. O objetivo educacional deste objeto é permitir que o estudante visualize o campo visual fornecido por um espelho plano para diferentes observadores. Esta simulação consiste de um sistema óptico composto por um espelho plano, cuja reflexão ocorre de forma regular, e um observador, cuja posição pode ser alterada com cursor do mouse. A região visualizada pelo observador através do espelho é determinada graficamente através de um conjunto de raios luminosos que incidem na superfície dele e são refletidos na direção do observador, possibilitando ao aluno reconhecer o seu campo visual. O simulador permite que sejam ajustados uma série de parâmetros, tais como: a posição do observador, a posição do objeto, os raios luminoso que incidem na superfície do espelho e o posicionamento do mesmo.

Simuladores Espelhos esféricos:

30. Animação sobre elementos de uma superfície refletora esférica:

<http://demonstrations.wolfram.com/TracingRaysReflectedFromASphericalMirror/>

Animação simples sobre a curvatura de um espelho esférico e suas propriedades.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=218.0>

Animação simples relacionando a velocidade do objeto e da imagem nos espelhos. Existe um parâmetro que altera a curvatura da superfície refletora.

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod= espelhoesferico>

Nesta simulação é possível experimentar com diferentes ângulos a projeção de um objeto. Assim, é fácil de visualizar o raio de curvatura do espelho, a posição da imagem projetada em relação ao objeto e tirar conclusões sobre espelhos côncavos, convexos e normais.

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod= astig>

Animação simples. A formação das imagens nos sistemas ópticos é pouco discutida. Nesta animação, mostraremos que essa questão pode ser facilmente abordada e abre novos assuntos para serem discutidos. Mostra, por exemplo, um ponto objeto gerando mais de um ponto imagem.

31. Animação sobre anamorfose cilíndrica:

<http://demonstrations.wolfram.com/CylindricalMirrorAnamorphosis/>

Animação simples sobre que explora a anamorfose cilíndrica de espelho de curvos. Quando visto à distância, a projeção anamórfica cilíndrica de uma imagem parece não deformada em um espelho cilíndrico colocado em seu centro.

<http://www.manualdomundo.com.br/2014/12/como-fazer-ilusao-anamorfica-em-casa/>

Vídeo sobre uma ilusão anamórfica com espelho cilíndrico.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17387>

Vídeo sobre anamorfose. (1º de 2 partes).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17388>

Vídeo sobre anamorfose. (1° de 2 partes).

32. Animação sobre espelho parabólico:

<http://demonstrations.wolfram.com/AParabolicMirror/>

Animação simples sobre espelho parabólico e suas propriedades.

33. Animação sobre propriedades dos espelhos esféricos:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10643/EspelhoEsfericoConcavo.swf?sequence=1>

Animação simples. Neste aplicativo é possível escolher os raios que se partem do objeto e refletem no espelho. O raio de curvatura e a posição do espelho podem ser alterados.

<http://demonstrations.wolfram.com/RayDiagramsForSphericalMirrors/>

Animação simples. Esta demonstração permite que você visualize os diagramas de raios para os espelhos esféricos côncavos e convexos. O raio paralelo ao eixo principal e o raio que atinge o centro do espelho são desenhados com suas propriedades.

<http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod= espelhoesferico-equacao>

Animação simples. Simulação que fornece dados matemáticos para a equação de Gauss.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16289>

Diversos vídeos e animações sobre espelhos esféricos. O simulador possibilita o estudo do comportamento dos raios de luz incidentes sobre um espelho esférico; a obtenção gráfica das imagens conjugadas por espelhos esféricos; estudo analítico das lentes esféricas a partir da equação dos pontos conjugados de Gauss; estudo da equação do aumento linear transversal.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48.0>

Animação que permite alterar entre espelhos esféricos e lentes, possibilitando a obtenção das imagens para diversas posições do objeto.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/imagem-real/837>

Neste vídeo mostraremos um brinquedo que pode gerar imagens reais de objetos. Apesar do nome, no lugar em que acreditamos existir um objeto real, como origem desse tipo de imagem, não há nada que possa ser, efetivamente, tocado: há apenas luz! Aprenda as diferenças entre imagem real e objeto real nesse experimento.

34. Animação sobre raios luminosos nos espelhos esféricos:

http://www.cienciamao.usp.br/dados/tex/_espelhoesferico.flash.swf

Animação com vários parâmetros que podem ser modificados possibilitando visualização dos raios e pontos dos espelhos esféricos. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=376.0>

Animação simples sobre raios e imagens em espelhos esféricos.

35. Animação sobre espelhos líquidos parabólicos:

<http://demonstrations.wolfram.com/LiquidMirror/>

Animação simples. Esta demonstração simula um espelho líquido. Como um reflexo roda líquido, ele empurra para cima contra as paredes do seu recipiente cilíndrico e assume a forma de um parabolóide.

36. Animação sobre telescópio Newtoniano:

<http://demonstrations.wolfram.com/NewtonianTelescope/>

Animação simples. Esta demonstração permite calcular as características ideais para um telescópio newtoniano, incluindo espelho e parâmetros das lentes, e largura da abertura.

Simuladores Refração:

37. Animação sobre refração no arco íris:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/14344>

Descrição: Apoema, menina indígena, escreve uma carta para seu amigo da cidade, Beto. Ela deseja compartilhar suas recentes descobertas e estudos envolvendo a natureza, como a decomposição da luz e formação de arco-íris. Beto, na resposta à carta da amiga, conta por sua vez, como ele vê a formação de arco-íris no ambiente onde vive. Juntos, chegam à conclusão de que o arco-íris forma algo único, como as diferentes origens deles formam a humanidade.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9277>

A animação descreve de modo simples o que acontece em um arco íris. O exemplo mais encantador de dispersão cromática é um arco-íris. Quando a luz solar branca é

interceptada por uma gota de água na atmosfera, a luz refrata na gota, reflete da superfície interna da gota, e então refrata fora da gota. Como o prisma, a primeira refração separa a luz solar em suas cores componentes e a segunda refração aumenta a separação.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=44.0>

Animação simples sobre a dispersão no arco íris.

38. Animação sobre dispersão da luz branca:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/8022>

Animação simples demonstrando a decomposição da luz branca num prisma e possibilitando relacionar o índice de refração de um material com a radiação incidente.

<http://demonstrations.wolfram.com/DispersionOfLightThroughAPrism/>

Animação simples demonstrando a decomposição da luz branca num prisma

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16289>

Animação sobre dispersão com vários recursos didáticos.

<http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/dispprism/index.html>

Dispersão da luz por um prisma.

http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ex&cod=_prisma

Animação simples sobre a lei de Snell em um prisma. Vários parâmetros podem ser alterados. Existe um texto explicativo anexo ao simulador.

<http://demonstrations.wolfram.com/UnweavingTheRainbow/>

Animação simples. Formação do arco-íris em um pingo de chuva em forma de disco. Arraste o localizador cima e para baixo para variar, onde o raio de luz atinge o pingo de chuva, ou a direita e esquerda para engrossar as linhas de raios.

39. Animação sobre lei de Snell:

<http://demonstrations.wolfram.com/RefractionThroughASemicylindricalPrism/>

Animação simples. Um raio de luz que entra em um meio cilindro, através da parte plana, onde é refratado. Pode-se variar o índice de refração do prisma e o do ambiente é fixo igual a 1. Também é possível variar o ângulo de incidência a partir de 0° até 90° .

<http://demonstrations.wolfram.com/RefractionByASemicylindricalPrism/>

Animação simples. Um raio de luz que vai de um semi cilindro para o ar, podendo variar o ângulo de incidência a partir de 0° até 90° .

http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/optics_interactive/refraction_Snell_Descartes_law.htm

Animação simples. Um raio luminoso muda de meio e os ângulos de incidência e refração são visíveis. Existe a possibilidade de clicar no ícone que fica no alto a esquerda para relacionar os senos dos ângulos.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=37.0>

Animação simples sobre a lei de Snell dentro de um prisma.

40. Animação sobre profundidade aparente:

<http://demonstrations.wolfram.com/RefractionFromASubmergedLightSource/>

Animação simples. Um feixe de luz é produzido por uma fonte submersa numa solução aquosa de índice de refração maior do que o ar. Esta demonstração mostra como a fonte de luz aparece para diferentes direções e índices de refração.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=303.0>

Animação simples mostrando a posição real e aparente de um peixe dentro da água.

41. Animação sobre fibra óptica:

<http://demonstrations.wolfram.com/LightInAFiberOpticCable/>

Animação simples. Demonstra o comportamento de um raio luminoso dentro de uma fibra óptica.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/sbpc-natal-fibras-opticas/748>

Você já deve ter ouvido falar em fibras ópticas, material muito utilizado nas telecomunicações. Apresentaremos um vídeo para introduzir o assunto.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=200.0>

Animação simples sobre a reflexão total dentro de uma fibra óptica.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=205.0>

Animação simples sobre reflexão total e comportamento dos raios luminosos.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=412.0>

Animação simples sobre reflexão total dentro de um prisma.

42. Animação sobre refração em uma placa de vidro:

<http://demonstrations.wolfram.com/RefractionThroughARotatingGlassSlab/>

Animação simples. Esta demonstração mostra a refração da luz através de uma placa de vidro rotativa de 0° até 90° graus. Também é mostrada a variação do deslocamento lateral com o ângulo.

<http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/dispslab/index.html>

Animação simples sobre dispersão através de uma placa de vidro.

43. Animação sobre deslocamento lateral:

<http://demonstrations.wolfram.com/LightRayPassingThroughATransparentPlate/>

Animação simples. Um raio de luz que passa de um meio com o índice de refração $n=1$ através de uma placa com índice de refração diferente e continua novamente para fora para o meio 1. Vários parâmetros podem ser alterados.

<http://demonstrations.wolfram.com/RefractionThroughParallelFaces/>

Animação simples. Um raio de luz passa através do ar para uma placa de vidro, em seguida, volta para o ar. Pela lei de Snell, os ângulos de refração com a primeira e segunda superfícies são iguais e, portanto, os raios de entrada e saída são paralelos.

44. Animação sobre miragem:

<http://demonstrations.wolfram.com/Mirage/>

Animação simples. O ar frio, medido a partir do solo, tem um índice de refração maior, porque é mais denso do que o ar quente. Com camadas de ar com temperaturas diferentes, dependendo da distância a partir do solo, a luz viaja sofrendo mudanças de direção até o observador.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/a-curva-da-luz-efeito-miragem/224>

Vídeo que ilustra um experimento em que pode-se observar a luz propagando-se em trajetória curvilínea.

45. Animação sobre reflexão e refração:

<http://demonstrations.wolfram.com/ReflectionAndRefractionOnAFlatSurfaceBetweenTwoDifferentMate/>

Animação simples. Quando um raio de luz atinge a superfície entre dois materiais diferentes, parte dela é refletida e parte dela é refratada através do segundo material.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/lei-de-beer/896>

Quando olhamos para o fundo de uma xícara com chá percebemos que, quanto mais funda é a xícara, mais dificilmente conseguimos enxergar o fundo dela. Por outro lado, se o chá estiver mais escuro, mesmo em xícaras mais rasas nós não conseguimos enxergar o fundo. Em ambos os casos, a luz que deveria vir do fundo não chega aos nossos olhos. Você seria capaz de explicar o porquê dessas observações à luz da química e da física?

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/desvio-da-luz-o-poder-da-refracao/808>

Vídeo sobre refração em um copo com água.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=16.0>

Animação simples. Mostra a direção e o sentido da reflexão e refração e as frentes de onda se propagando.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/visualizando-a-refracao/792>

Este vídeo ilustra um simples experimento para visualizar a refração, identificando uma "quebra" de uma caneta, que pode ser explicada pelo desvio da luz ao passar por meios de propagação cujos índices de refração são diferentes.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/invisibilidade-indices-de-refracao-iguais/1131>

Vídeo sobre continuidade óptica na água. O áudio explica sobre o fenômeno.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/cristais-de-agua-optica/182>

Vídeo sobre continuidade óptica.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/invisibilidade-devido-a-reflexao-total-da-luz/1132>

Vídeo sobre um experimento em que a reflexão total da luz impossibilita a visão de um objeto dependendo de sua posição.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/invisibilidade/1134>

Vídeo sobre continuidade óptica.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16291>

Animação com várias possibilidades de uso. Contempla a compreensão dos fenômenos relacionados aos conceitos que envolvem o estudo do comportamento óptico dos prismas, tanto os de reflexão quanto os de dispersão

46. Animação sobre comportamento do raio refratado:

<http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=102&cat=physics>

Animação sobre refração em meios que podem mudar o índice de refração. Existe um roteiro disponibilizado ao final desta lista de como utilizar este simulador em particular.

<http://www.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/mintemporefr.swf>

Animação com vários parâmetros para determinar o tempo para luz chegar a um ponto por refração.

47. Animação sobre refração:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light

Animação sobre refração com vários parâmetros que podem ser alterados para melhor compreensão do fenômeno. Existe um roteiro disponibilizado ao final desta lista de como utilizar este simulador em particular.

48. Animação sobre reflexão interna total:

<http://demonstrations.wolfram.com/TotalInternalReflection/>

Animação simples. Um raio luminoso que sofre reflexão total e retorna ao meio de origem.

49. Animação sobre refração e dispersão dentro de um prisma:

<http://demonstrations.wolfram.com/LightRayInAPrism/>

Animação simples. Demonstração dos ângulos de incidência e refração nas duas faces do prisma. O simulador possui vários parâmetros que podem ser alterados.

50. Animação sobre refração e reflexão:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=49.0>

Animação simples sobre refração entre duas superfícies e visualização do raio luminoso.

51. Animação sobre posição aparente:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=43.0>

Animação simples sobre a visão de um peixe dentro da água e posição aparente.

52. Animação sobre refração:

http://www.walter-fendt.de/ph14br/refraction_br.htm

Animação simples. Um raio de luz vindo da parte de cima à esquerda bate em uma superfície que divide dois meios. (É possível escolher as substâncias através das listas). O meio que tem maior índice de refração está em azul, o outro em amarelo.

Você pode variar o raio incidente arrastando-o com o mouse. O simulador mostrará o raio refletido e refratado e então calculará os ângulos correspondentes.

53. Animação sobre dióptro plano:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/tex/dioproplano.flash.swf>

Animação simples sobre dióptro plano com vários recursos que podem ser alterados. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

54. Animação sobre ângulos e refração:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/telescopes/snellsaw.html>

Animação simples. Demonstração da lei de Snell com vários parâmetros. É preciso girar a lanterna para o raio luminoso mudar de meio.

55. Vídeo sobre refração em um copo com água:

<http://tvuol.uol.com.br/video/agua-no-copo-cria-ilusao-de-optica-04028C1C3566D4C94326>

Vídeo sobre refração em um copo com água e imagens obtidas pela refração.

56. Vídeo sobre reflexão total:

<http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/6/6a/6a4420.mpg>

Vídeo sobre reflexão total. É necessário baixar o vídeo para assistir.

57. Animação sobre dióptro plano:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10266/dioptro.swf?sequence=1>

Animação de refração com vários parâmetros que são utilizados para aprendizado de profundidade aparente e visualização de uma moeda no fundo de uma piscina.

58. Animação sobre comportamento dos raios refratados:

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/4183>

Animação de reflexão e refração. O objetivo educacional deste simulador é permitir que o estudante construa os conceitos e conheça as tecnologias que envolvem os princípios da reflexão e refração, enfatizando as aplicações que envolvem a lei de Snell-Decartes, absorção luminosa e reflexão da luz. relacionadas à refração e reflexão da luz. A simulação possibilita experimentações simuladas envolvendo os fenômenos da reflexão, refração e reflexão total. Finalizando, este objeto de aprendizagem apresenta uma aba, por meio do qual, os educadores poderão encontrar orientações, sugestões e informações, que em geral, favoreçam o melhor aproveitamento do recurso.

<http://www.skool.pt/content/los/physics/refraction/launch.html>

Animação interativa sobre refração e suas propriedades.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=46.0>

Animação simples que mostra o comportamento do raio refratado em diferentes materiais.

http://www.skool.pt/content/ks4/physics/waves_1/04_Properties_of_Waves_Refraction/index.html

Animação interativa sobre refração e suas propriedades.

59. Animação sobre trigonometria associada a refração:

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/2143>

Animação com conceitos de Trigonometria, função seno, função arco seno; física, raios luminosos e Lei de Snell. Mostrar uma aplicação da função seno e sua inversa por meio de um fenômeno físico (refração da luz) de fácil observação e presente em nosso cotidiano; usar a calculadora para calcular o seno de ângulos não notáveis; mostrar o conceito geométrico associado à reflexão da luz. Consulte o guia pedagógico! Neste *software* apresenta alguns aspectos matemáticos do percurso dos raios luminosos que são refletidos ou que podem ser refratados ao passar de um meio transparente para outro, como as imagens que podem ser observadas numa gota d'água ou a régua quebrada quando parcialmente imersa em um copo d'água.

60. Animação sobre reflexão total:

<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/3823>

ou <http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudo/exibir/id/4183>

Animação sobre refração e reflexão. O objetivo educacional deste simulador é permitir que o estudante construa os conceitos e conheça tecnologias que envolvam os princípios da reflexão e refração, enfatizando as aplicações que envolvem a lei de Snell-Descartes, absorção luminosa e reflexão da luz. O Objeto de aprendizagem trata dos fenômenos e aplicações tecnológicas relacionadas à refração e reflexão da luz. O simulador possibilita explicações sobre os fenômenos da reflexão, refração e reflexão total.

http://www.skool.pt/content/ks4/physics/waves_1/05_Total_Internal_Refraction/index.html

Animação interativa sobre reflexão interna total.

Simuladores Lentes:

61. Animação sobre propriedade dos raios na lente convergente:

<http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=103&cat=physics>

Animação simples sobre raios luminosos que se refratam numa lente.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19176>

Animação com vários parâmetros. A simulação explica as condições de Gauss para a formação de imagens nítidas conjugadas por lentes esféricas; As condições de Gauss para a formação de imagens nítidas conjugadas por espelhos esféricos; Os referenciais para o estudo da formação de imagens conjugadas por espelhos esféricos e por lentes esféricas.

62. Animação sobre um banco ótico:

<http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=104&cat=physics>

Animação simples sobre características da imagem formada por uma lente convergente.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17478>

Animação interativa. O Sala de Jogos Kit Ótico é ambientado num laboratório onde alguns equipamentos e lentes estão dispostos. O *software* propõe diversos desafios, entre eles a utilização de lentes para correção de problemas de visão. Há também desafios que propõem a construção de aparelhos como microscópio, luneta e periscópio.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=523.0>

Animação simples imitando um banco ótico. Existe a possibilidade de simular o comportamento de raios com lentes e espelhos.

63. Vídeo sobre lentes e cinema:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15093>

Este vídeo educacional é unidade independente de um conjunto de mídias digitais para a educação que fazem parte da obra 'FÍSICA VIVENCIAL: UMA AVENTURA DO CONHECIMENTO' cujo acesso pode ser feito através do endereço: www.fisicavivencial.pro.br. No vídeo o professor Galileo Lattes (avatar do autor) e os jovens Cleber e Mariana Brasil estão envolvidos em situações que se contextualizam através do fenômeno óptico da reflexão regular e difusa da luz. Imagens formadas por espelhos esféricos de Gauss, côncavos e convexos, são analisadas em um contexto real, além de outras situações que envolvem os espelhos planos.

64. Animação sobre lentes:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16054>

O simulador permite o estudo do comportamento dos raios de luz incidentes sobre uma lente esférica; a obtenção gráfica das imagens conjugadas por espelhos esféricos; estudo analítico das lentes esféricas a partir da equação dos pontos conjugados de Gauss; estudo da equação dos fabricantes de lentes e o estudo da equação do aumento linear transversal. O simulador apresenta ainda várias animações e exemplos de aplicações.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48>

Obtenção de imagens nas lentes.

<http://demonstrations.wolfram.com/LightRaysInALens/>

Obtenção de imagens e raios notáveis das lentes.

<http://demonstrations.wolfram.com/RayDiagramsForLenses/>

Obtenção de imagens para lente convergente e divergente.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9278>

ou

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=48.0>

Obtenção de imagens para lente convergente e divergente.

<http://noas.com.br/ensino-medio/fisica/optica/lentes/optica-geometrica/>

Obtenção de imagens nas lentes. Vários parâmetros podem ser alterados.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/17521>

Animação sobre lentes e distância focal. Nessa animação acontecerá a simulação do funcionamento de uma câmera escura, com e sem lente na abertura. O aluno poderá alterar as dimensões do dispositivo, a localização do objeto, o tipo de lente (divergente e convergente), bem como a sua distância focal.

<http://demonstrations.wolfram.com/LensmakersEquation/>

Animação com vários parâmetros associados a equação dos fabricantes de lentes.

http://www.skool.pt/content/toolkits/physics_toolkits/lenses/lens_pt.html

Animação com caráter lúdico sobre lentes.

[http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/lentes-a-dependencia-do-indice-de-refracao/1112](http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/lentes-a-dependencia-do-<u>indice-de-refracao/1112</u>)

Vídeo sobre a dependência do índice de refração na caracterização de uma lente convergente ou divergente. Usamos dois tipos de lentes (biconvexa e bicôncava) com índices de refração diferentes. Duas lentes biconvexas (uma de acrílico e outra de ar) e duas lentes bicôncavas (uma de acrílico e outra de ar).

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9331>

ou <http://demonstrations.wolfram.com/DesigningOpticalSystems/>

Animação simples. Sistema de lentes e pontos. Mova qualquer ponto azul para controlar o local, a espessura e curvatura das lentes, ou o ponto de partida ou o ângulo dos raios.

65. Animação sobre instrumentos de observação:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15764>

O Laboratório Virtual possibilita experimentação simulada a respeito dos fenômenos pertinentes ao tema e apresenta tarefas experimentais complementares. Em teoria se fundamentam conceitos, com variados exemplos, contando com acessos a outras fontes selecionadas de informação, vídeos e recursos de imagem, dirigidos para determinados endereços na web. Finalizando este objeto de aprendizagem apresenta um Guia do Professor por meio do qual os educadores poderão encontrar orientações, sugestões e informações, em geral que favoreçam o melhor aproveitamento do recurso. Várias animações sobre instrumentos de observação associados ao olho humano estão presentes.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=1875.0>

Animação permite verificar a ampliação da imagem por lentes, microscópio ou telescópio. Um desenho da imagem é obtido no simulador e a distância do objeto até a lente e sua distância focal podem ser alterados.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/1645>

Animação interativa. Discorre sobre a óptica geométrica, por meio do personagem de histórias em quadrinhos Mr. Magôo que possui dificuldades de visão. Permite entender os conceitos relacionados a miopia ou hipermetropia, tipos de lentes convergente ou divergente e de distância focal da lente.

<http://demonstrations.wolfram.com/RayDiagramsForMicroscopeAndTelescope/>

Animação simples sobre instrumentos de projeção e observação.

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/tex/lentesjustapostas77274.flash.swf>

Animação com vários parâmetros para obtenção de imagem por duas lentes justapostas. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16342>

Animação simples imitando a imagem obtida por uma lupa. A lupa é um instrumento óptico munido de uma lente com capacidade de criar imagens virtuais ampliadas. É utilizada para observar com mais detalhe pequenos objetos ou superfícies. Mova o localizador para simular o efeito da ampliação com a lupa, sobre um fundo a sua escolha.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9484>

Animação com vários parâmetros. A simulação mostra o funcionamento de uma lupa, ou seja, uma lente convergente, é possível simular objetos reais e virtuais e

verificar a formação de imagens fornecidas pela lupa. O usuário pode escolher diferentes tamanhos da lupa, distância entre a lupa e o objeto e entre a lupa e o anteparo. Em cada caso é possível observar as imagens possíveis para cada situação. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

66. Animação sobre instrumentos de projeção:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15765>

O Laboratório Virtual possibilita experimentação simulada a respeito dos fenômenos pertinentes ao tema e apresenta tarefas experimentais complementares. Em teoria se fundamentam conceitos, com variados exemplos, contando com acessos a outras fontes selecionadas de informação, vídeos e recursos de imagem, dirigidos para determinados endereços na web. Finalizando este objeto de aprendizagem apresenta um Guia do Professor por meio do qual os educadores poderão encontrar orientações, sugestões e informações, em geral que favoreçam o melhor aproveitamento do recurso. Várias animações sobre instrumentos de projeção como projetores, máquinas fotográficas e filmadoras.

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/objetos_de_aprendizagem/FISICA/sim_otica_fotofisica.swf

Animação interativa. Qual a distância correta de uma pessoa em relação à uma máquina fotográfica para que a foto saia perfeita?

67. Animação sobre formação de imagens:

http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/java/dlens/index.html

Animação simples sobre formação de imagem em lente divergente.

http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/java/clens/index.html

Animação simples sobre formação de imagem em lente convergente.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=377.0>

Animação simples sobre formação de imagem em lente convergente relacionando pontos do objeto com a imagem.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=47.0>

Animação simples sobre formação de imagem em lente convergente relacionando pontos do objeto com a imagem e mudando a distância da lente até o objeto.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=130.msg580#msg580>

ou <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=130.0>

Animação que mostra o que ocorre com a imagem quando uma parte da lente é ocultada.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=1170.0>

Animação de obtenção de imagem por uma ou duas lentes conjugadas.

68. Vídeo sobre lentes esféricas:

<https://www.youtube.com/watch?v=iVCEiwC8Zqg>

Vídeo sobre lentes esféricas e suas imagens.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/lentes-esfericas/36>

Vídeo sobre o comportamento das lentes.

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

Vídeo em espanhol sobre construção de uma lente com garrafa de água.

69. Animação sobre obtenção de imagem com uma lente:

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/geometric-optics>

Animação com vários parâmetros para obtenção de imagem por uma lente. Neste simulador é possível alterar o índice de refração da lente, seu diâmetro, e seu raio de curvatura. O simulador pode fornecer uma análise qualitativa sobre as grandezas associadas na equação dos fabricantes de lentes (equação de Halley).

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/tex/lentesdelgadas-equacao.flash.swf>

Animação com vários parâmetros para obtenção de imagem por lente convergente e divergente. Existe um pequeno texto explicativo sobre o conteúdo.

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=121.msg552#msg552>

Animação com vários parâmetros para mudar comportamento da lente. (equação de Halley). Animação prática para mostrar o comportamento da lente com a variação do índice de refração do meio e da lente.

70. Animação sobre lente divergente:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/14797/open/file/lentes%20divergentes.swf?sequence=1>

Animação simples sobre raios na lente divergente e formação de imagem.

71. Animação sobre lente convergente:

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/13805/open/file/Funcionamento%20de%20las%20lentes%20convergentes.swf?sequence=1>

Animação simples sobre raios na lente convergente e formação de imagem.

Simuladores Visão humana e defeitos da visão:

72. Vídeos sobre visão humana:

https://www.youtube.com/watch?v=YaQ0-7m_AZo&feature=related

Vídeo didático sobre o funcionamento do olho humano.

<https://www.youtube.com/watch?v=xzrx7H8Bvg4>

Vídeo didático sobre o funcionamento do olho humano e defeitos da visão.

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/intro/smallangledemo.html>

Animação simples sobre ângulo visual.

73. Animação sobre visualização das cores:

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/luz-e-cores-primarias-e-secundarias/109>

Vídeo que mostra as cores primárias da luz e suas combinações que dão origem às cores secundárias.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/5309>

Animação sobre percepção das cores.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16806>

Software. Animação com simulador simples sobre a visualização das cores. São apresentados alguns conceitos básicos como composição de cores, subtração de cores, sistema primário, sistema secundário. Uma atividade é proposta de forma a ilustrar e exemplificar, fixando de maneira mais dinâmica o conteúdo passado. Apresentam-se dois ambientes. No primeiro, o aluno irá compor cores a partir de fontes luminosas das cores primárias vermelho, verde e azul. No segundo, o aluno irá explorar os fenômenos de reflexão e absorção da luz por pigmentos.

74. Animação sobre vergência do olho humano:

<http://demonstrations.wolfram.com/LensAccommodationInTheHumanEye/>

Animação simples. Esta demonstração mostra como a lente ocular humana ajusta a sua convergência em resposta à distância de um objeto a partir dos olhos, a fim de obter uma imagem focada na retina. Use os controles deslizantes para alterar a distância do objeto e ver como a lente se torna mais ou menos convergente e como os raios de luz do objeto refratam na retina para obter uma imagem completamente focada. Quando o objeto se aproxima, o cristalino requer mais refração da lente para focar melhor.

75. Animação sobre defeitos da visão :

<http://demonstrations.wolfram.com/NearsightednessAndFarsightedness/>

Animação simples sobre miopia e hipermetropia.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/1645>

ou <http://noas.com.br/ensino-medio/fisica/optica/lentes/ajude-mr-magoo-a-ver-o-mundo-com-outros-olhos/>

Animação interativa. Discorre sobre a óptica geométrica, por meio do personagem de histórias em quadrinhos Mr. Magoo que possui dificuldades de visão. Permite entender os conceitos relacionados a miopia ou hipermetropia, tipos de lentes convergente ou divergente e de distância focal da lente.

<http://www.master.uevora.pt/refracex.swf>

Animação simples sobre os defeitos da visão e as lentes que corrigem estes defeitos.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15752>

Animação com o objetivo é permitir que o estudante construa os conceitos e conheça tecnologias que envolvam a discussão relativa ao conceito e aos tipos de lentes esféricas; a análise dos elementos de uma lente esférica; a realização de cálculos relativos à determinação da vergência de uma lente esférica e a discussão sobre o significado de grau de uma lente e a discussão dos principais defeitos da visão e as respectivas indicações para sua correção.

76. Animação sobre olho humano e defeitos da visão:

<http://www.ideiasnacaixa.com/laboratoriovirtual/>

Animação sobre olho humano e os principais defeitos da visão.