

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E
INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado

**Simulação computacional com o software Algodoo:
refração luminosa**

Por

Fabiano Freire da Silva

Natal

2018

Simulação computacional com o software Algodoo: refração luminosa

Fabiano Freire da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Melquisedec Lourenço da Silva, D. Sc.

Natal

2018

**Simulação computacional com o software Algodoo:
refração luminosa**

Fabiano Freire da Silva

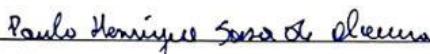
Melquisedec Lourenço da Silva, D. Sc.

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

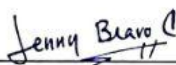
Aprovada por:



Prof. Melquisedec Lourenço da Silva, D. Sc., Presidente
IFRN Campus Natal Central



Prof. Paulo Henrique Sousa de Oliveira, D. Sc., Examinador Externo
UFRN



Prof. Jenny Paola Bravo Castrillón, D. Sc., Examinador Interno
IFRN Campus Natal-Central

Natal, RN
Novembro/2018

Silva, Fabiano Freire da.

S586s Simulação computacional com o software Algodoo / Fabiano Freire da Silva. – Natal, 2018.

68 f : il. color.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

Orientador (a): Dr. Melquisedec Lourenço da Silva.

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Tatiana N A Dutra Alves CRB15/446

Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) - IFRN

Dedico esta dissertação aos meus queridos pais João Maria e Maria Sueli.

Agradecimentos

Ao Prof. Melquisedec Lourenço, pela orientação e apoio.

Aos professores da banca examinadora por haverem aceitado a incumbência, por seu interesse e dedicação na tarefa de avaliar o conteúdo do texto e oferecer suas valiosas contribuições.

Ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, por me proporcionar esta oportunidade de aprendizado.

Aos professores que não pouparam esforços para nos proporcionar a oportunidade de atualizar e expandir nossos conhecimentos.

A todos os colegas de mestrado, pela amizade, pelo apoio e sugestões.

Ao meu amigo Rodolpho Marcell por ter me oportunizado chegar tão longe em minha carreira acadêmica.

RESUMO

Uma maneira de se mudar a dinâmica de como se leciona em detrimento do ensino que só prioriza o “quadro” e o “giz” (o chamado ensino tradicional), é a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Essas novas tecnologias podem proporcionar aulas mais atrativas, que mexam com o imaginário do aluno e que os desafiem a serem mais reflexivos, que deem ênfase aos procedimentos, ao pensamento lógico-científico e a socialização de conhecimento. É preciso que tudo isso faça do aluno um ser mais ativo no processo de aprendizagem e personagem principal de seu próprio conhecimento. Dentre todas as possibilidades proporcionada pelas TICs, pode se destacar o uso de simulações computacionais para maximizar e melhorar o ensino mais global e mais incisivo no tocante a recepção do conhecimento, acabando, assim, com vários problemas do ensino tradicional. A experiência vem mostrando que simulações computacionais aprimoram o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física. Nesse sentido, este trabalho apresenta e retrata unidades didáticas para o ensino de Óptica Geométrica utilizando o software Algodoo. Este software é proposto como uma ferramenta promissora para o ensino de Física nas mais diversas áreas.

Palavras-chave: TICs, Simulação, Óptica, Algodoo.

ABSTRACT

One way to change the dynamics of how to teach to the detriment of a teaching that only prioritizes the "blackboard" and "chalk" (the so-called traditional teaching), is the use of Information and Communication Technologies (ICT). These new ways of teaching can provide more attractive classes that gear the student's imagination and challenge them to be more reflexive, emphasizing procedures, logical-scientific thinking, and socialization of knowledge. All this may allow the student to have a more active role in the learning process and the leading character in his own knowledge. Among all the possibilities offered by the ICTs, one can highlight the use of computer simulations to maximize and improve a more global and more incisive teaching regarding the reception of knowledge, thus ending with several problems related to traditional teaching. Experience has shown that computer simulations improve the teaching-learning process in the Physics discipline. Therefore, this work presents and portrays didactic units for the teaching of Geometric Optics using the Algodoo software. This software is proposed as a promising tool for the teaching of Physics in the most diverse areas.

Keywords: ICTs, simulations, Optics, Algodoo.

Lista de figuras

Figura 1-Refração de um raio de luz que se propaga no.....	23
Figura 2-Refração de um raio luminoso e a visualização dos ângulos de incidência e refração através do transferidor.....	24
Figura 3- Dispersão da luz branca ao atravessar um prisma.....	25
Figura 4- Dispersão da luz branca em uma gotícula de água.....	26
Figura 5-Lentes esféricas delgadas com índice de refração absoluto maior que o índice de refração absoluto do meio do qual estão inseridas.	27
Figura 6-Lentes esféricas delgadas com índice de refração absoluto menor que o índice de refração absoluto do meio do qual estão inseridas.....	27
Figura 7- Esquema do olho humano com defeito de miopia.	29
Figura 8-Esquema do olho humano com defeito de hipermetropia.	29
Figura 9- Aplicação da simulação na aula de dispersão luminosa.	31
Figura 10- Aplicação da simulação na aula de refração luminosa.	32
Figura 11- Aplicação da simulação na aula de ametropias.....	32
Figura 12-Respostas dadas por diferentes alunos	53
Figura 13-Respostas dadas por alunos diferentes	54
Figura 14-Resposta dada pelo aluno	61
Figura 15- Respostas dadas por diferentes alunos	62

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 MOTIVAÇÃO.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	18
4. PRODUTO EDUCACIONAL	22
4.1 Simulação 1: refração luminosa.	23
4.2 Simulação 2: dispersão luminosa.....	24
4.3 Simulação 3: lentes esféricas delgadas.	26
4.4 Simulação 4: defeitos de visão.....	28
5.METODOLOGIA	31
5.1 Primeiro encontro: refração de um raio luminoso.....	33
5.2 Segundo Encontro: dispersão da Luz.	36
5.3 Terceiro encontro: lentes esféricas.	38
5.4 Quarto encontro: defeitos de visão (miopia e hipermetropia)	42
6.RESULTADOS E DISCURSÕES.....	45
6.1 Questionário 1: refração de um raio luminoso.....	45
6.2 Questionário 2 : dispersão da luz branca.	51
6.3 Questionário 3: lentes esféricas.	56
6.4 questionário 4 : ametropias (defeitos de visão).	60
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
8. REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE- QUESTIONÁRIOS APLICADOS.....	66

1. INTRODUÇÃO

Há uma convergência na ideia de que o avanço na tecnologia tem se mostrado profundamente crucial para a evolução da sociedade, pois determina rapidez na interação humana, potencialização das etapas produtivas, melhoramento em ferramentas (entre elas as educacionais), melhorando a execução de diversos procedimentos, entre eles o educacional.

Não obstante, a ideia de se utilizar tecnologia em um ambiente educacional (principalmente em sala de aula) é uma discussão bastante atualizada.

O Mestrado Profissional em Ensino de Física vem trazendo bastante trabalhos que se debruçam sob estas novas tecnologias computacionais. Isto acontece porque essas tecnologias educacionais abordam temas presentes do cotidiano e, que na maioria das vezes, consegue explicar fenômenos que não podem ser demonstrados facilmente.

Diante desta importância, este trabalho de dissertação de mestrado também vem trazer um produto educacional, como pré-requisito para conclusão do curso, que utiliza uma ferramenta da tecnologia educacional. Tal produto se apresenta na forma de um conjunto de simulações abordando temas de Óptica Geométrica. Estas simulações foram criadas através do software Algodoo que será melhor descrito posteriormente.

1.1 MOTIVAÇÃO

A motivação primordial para se conceber este trabalho foi o fato de a Física ser uma Ciência de cunho experimental e que exige aparatos que muitas vezes as escolas não possuem.

A ideia de se usar simulação computacional em aulas de Física é profundamente válida, tendo em vista que o computador se tornou uma

ferramenta de fácil acesso na escola e que a maioria dos fenômenos físicos podem ser modelados em computadores. Tais modelagens computacionais podem substituir experimentos em sala de aula que demandem certos instrumentos de difícil acesso pela escola. Por outro lado, a presença de computadores, smartphones, tablets, etc vem dando uma dinâmica diferente as aulas de Física. Já existe diversos programas do governo com o objetivo de proporcionar a inclusão digital nas escolas da rede pública de ensino por meio da aquisição de equipamentos de informática, programas de computador, suporte e assistência técnica. Tudo isso faz com que a escola se torne mais moderna.

O programa mais vultoso no tocante a inclusão digital é o Programa Um Computador Por Aluno (PROUCA). Este programa determina que todos os alunos da rede pública tenham acesso a um notebook para ser usado como ferramenta educacional. Portanto, é facilmente perceptível que existe um esforço governamental na tentativa de modernizar o ambiente escolar.

Diante do exposto, é notório que simulações computacionais podem diminuir problemas trazidos pela falta de ferramentas necessárias para demonstrações de Física em sala de aula. O presente trabalho faz uso do software Algodoo para mostrar algumas simulações que envolvam o fenômeno da Refração Luminosa.

O Algodoo é um software de simulação educacional de Física (mas envolve Ciências como um todo) em duas dimensões para criar cenas interativas de uma maneira lúdica como um desenho animado. Este software desencadeia a criatividade dos estudantes (ou de qualquer um que tenha contato com ele, sendo estudante ou não). Também desenvolve a capacidade e a motivação para se evoluir na aquisição de conhecimento. A relação intrínseca que o Algodoo possui entre ciência e arte faz deste software uma ferramenta educativa e divertida.

Este software é bastante intuitivo em seu manuseio. As ferramentas ficam distribuídas na área de trabalho de maneira bastante simples. Com o uso dessas ferramentas pode-se criar as simulações e modificar as grandezas e fatores existentes e que afetem na situação que está sendo simulada.

Para a execução do software é necessário um computador com os seguintes requisitos:

Requisitos	SO	CPU	RAM	Placa vídeo	de Espaço em disco
Mínimos	Windows XP ou superior, Linux ou Mac OS	1 GHz	256 MB	96 MB	40 MB
Recomendados	Windows XP ou superior, Linux ou Mac OSX	1.6 GHz	512 MB	256 MB	100 MB
Otimizado	Windows XP ou superior, Linux ou Mac OSX, com os últimos “service packs”	2,5 GHz	2 GB	512 MB, com os <i>drivers</i> mais recentes e modelo Shader 2.0	100

1.2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho de dissertação de mestrado possui por objetivo geral descrever a aplicação de um produto educacional em sala de aula da segunda série do ensino médio, além de discutir e analisar os resultados alcançados com o uso de simulações computacionais criadas no software Algodo, com a intenção de demonstrar fenômenos de refração luminosa.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar e desenvolver simulações computacionais no software Algodoo, com a intenção de demonstrar fenômenos físicos relacionados com a refração luminosa;
- Desenvolver um conjunto de apresentações para as simulações computacionais no Algodoo;
- Desenvolver um conjunto de orientações de como cada simulação poderá ser entendida, como também as atividades indicadas a serem usadas em cada simulação;
- Orientar em cada simulação como o interessado em aprender refração luminosa poderá criar, desenvolver e manusear as ferramentas existentes no software;
- Aplicar um conjunto de simulações de autoria própria criadas no Algodoo;
- Aplicar um conjunto de questionários para avaliação de aprendizagem;
- Analisar o desempenho de cada aluno de acordo com o que foi respondido no questionário

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho aqui apresentado não se trata de uma obra inédita nem tão pouco revolucionária no tocante ao processo de ensino e aprendizagem em aulas de Física. No entanto, apesar de existirem vários trabalhos que utilizam o software Algodoo como ferramenta de auxílio ao ensino de Física, este produto difere de praticamente todos os outros que serão citados a seguir. É importante ressaltar que nossa pesquisa e revisão bibliográfica teve foco principal na biblioteca de simulações disponível no próprio site do Algodoo e em textos de autores que se debruçaram sob tal tema.

A diferença entre nosso trabalho e a maioria dos outros já produzidos está no conteúdo abordado. Mesmo quando o conteúdo abordado é mesmo desta obra, a forma como se é abordado é bastante diferente.

Em um trabalho, também do Mestrado Profissional de Ensino de Física, a autora Carina de Freitas Velloso Nozela (2016), produziu uma obra intitulada “Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta)materiais refrativos”. A dissertação trata de alguns tópicos de óptica, tais como reflexão, refração, absorção, etc.

A obra de Nozela mostra estes tópicos utilizando diversos outros softwares computacionais além do Algodoo, entre eles se encontram: PhET – Interactive Simulations, EasyJava Simulations, Geogebra, Modellus, entre outros.

Notoriamente ela teve êxito em seu trabalho, pois aplicação correta de simulações computacionais aumenta o nível de entendimento por parte dos alunos. A grande diferença entre o trabalho dela e este que aqui se apresenta está no fato dela ter empregado vários softwares na explicação de fenômenos de Óptica Geométrica, enquanto o trabalho aqui apresentado foca apenas no Algodoo. No entanto, o êxito de nosso trabalho prova que não é a quantidade de softwares utilizados que maximiza o aprendizado do aluno e sim a boa aplicação e utilização da ferramenta computacional. A metodologia empregada pelo professor na utilização da ferramenta educacional é crucial para se alcançar tal objetivo.

Dentre as obras que dão prioridade ao software Algodoo, podemos citar a da autora Eloá Dei Tós Germano (2016) intitulada “o software algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de física: simulações e mudanças conceituais possíveis” da autora Eloá Dei Tós Germano (2016). Esta obra foi elaborada como dissertação de um mestrado profissional em ensino de ciência e tecnologia. A autora deixa claro que

“A escolha do Software Algodoo [...] levou em consideração sua acessibilidade, interface dinâmica e precisões consistentes dos fenômenos físicos” (GERMANO,2016).

e continua dizendo o seguinte:

O software incentiva a criatividade dos usuários de todas as idades e como sua interface é relativamente mais simples comparado com programas que utilizam uma linguagem de programação mais avançada, permite que usuários de vários níveis escolares, consigam desenvolver diferentes funções de acordo com suas limitações e conhecimentos (GERMANO, 2016).

Diante disso, fica notório e explícito que acertamos na escolha do software como ferramenta educacional nas aulas de Física. No entanto, o nosso baseia-se em um conteúdo de Física diferente do abordado por ela. Nosso trabalho envolve temas de Óptica Geométrica, Enquanto Germano (2016) apresenta Cinemática e Dinâmica.

Dando continuidade à revisão bibliográfica, podemos comentar o conjunto de três roteiros experimentais de temas de Óptica Geométrica semelhantes do apresentado nesta dissertação. Elaborados pelo professor Samir Lacerda da Silva, Estes roteiros abordam os seguintes fenômenos: a reflexão de um raio luminoso, a refração de um raio luminoso, reflexão interna total e dispersão da luz branca. A explicação fornecida pelo autor na manipulação da simulação e na obtenção das grandezas físicas enriquece bastante o trabalho e dinamiza o entendimento. No entanto a obra se limitou a três temas de Óptica Geométrica não mencionando simulações que envolvessem lentes esféricas e defeitos de visão. Por outro lado, o autor não mostrou o resultado da utilização das simulações junto a turmas de alunos como forma de teste da eficácia da metodologia implementada.

Diante do que foi exposto nessa breve revisão da literatura, notou-se que já existe muito material de Física que utiliza o Algodoo como ferramenta educacional. Não obstante, poucos são aqueles que versam sobre os temas de Óptica Geométrica e com a abrangência exposta na presente dissertação, como, por exemplo, lentes esféricas e os defeitos de visão, onde, além de apresentar uma descrição detalhada a respeito da utilização do software, sugere atividades para sua utilização e apresenta uma avaliação inicial do ganho no aprendizado dos alunos com o seu uso.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O software Algodoo possui uma dinâmica bastante simples para a criação de situações que envolvam fenômenos físicos, possibilitando que qualquer pessoa que tenha interesse em tais fenômenos, possa criar, desenvolver e manusear simulações físicas que englobe áreas da Física, tais como Mecânica, Ondulatória, Óptica, etc.

O uso de simulações no ensino de Física (ou no ensino como um todo) é algo relativamente recente e que não ultrapassa cinco décadas. Para entender como se deu esse avanço, também é importante saber como se deu o avanço na tecnologia computacional.

Para alguns autores, “O desenvolvimento da internet, nos anos 80, impulsionou o uso da informática na educação. No final desta mesma década, surgiu o World Wide Web (WWW), que se popularizou por volta dos anos 90” (Pires Junior, 2014). O autor continua com a seguinte informação:

A década de 90 foi significativa para ratificação da informática como instrumento de ensino, pois no mesmo período começam aparecer processadores mais potentes, ocorrem também melhorias nas qualidades gráficas e os custos dos equipamentos tornam-se mais acessíveis aos lares e principalmente à escola. (Pires Junior, 2014).

Portanto, o uso do computador mudou substancialmente a dinâmica do ensino e aprendizagem, não só da Física, mas em todas as disciplinas que compõe a educação. Vive-se um momento no qual a sociedade (incluindo a escola) não consegue viver sem as benesses trazidas pelo desenvolvimento da computação.

Os autores Carraro e Pereira afirmam com propriedade que “o computador vem se transformando em um poderoso aliado do homem” (PEREIRA e CARRARO, 2014). Indo mais além nessa importante afirmação, também podemos concluir que o computador também se tornou uma poderosa ferramenta para a escola e, conseqüentemente, para o professor.

É inconcebível se imaginar sem esse dispositivo na sociedade de hoje e no ambiente escolar. Sempre que uma escola não tem acesso ao laboratório de informática, o aprendizado fica comprometido, visto que alguns temas só

ficam melhores explicados com o uso de computadores ou de dispositivos que desempenham a mesma função ou função parecida. Tais dispositivos podem ser tablets, celulares, smartphones, etc.

É importante ressaltar que a presença do computador no ambiente escolar não significa acabar com todas as dificuldades educacionais de uma sala de aula ou de uma escola. O que se defende neste trabalho é a capacidade que essa ferramenta possui de melhorar e aprimorar o cotidiano escolar. Portanto, "as tecnologias não são a solução de todos os problemas do processo de ensino-aprendizagem" (PIRES JUNIOR, 2014).

A medida que o computador ia evoluindo, começava a surgir programadores preocupados em produzir simulações e ferramentas computacionais que melhorasse o processo de ensino-aprendizagem.

O uso de simulações evita preocupação por parte do docente, a respeito dos materiais utilizados em sala de aula, e também pode preencher algumas lacunas estruturais, como por exemplo, a falta de um laboratório de Física, pois, os custos de alguns equipamentos estão fora da realidade de muitas escolas brasileiras. (PIRES JUNIOR, 2014)

O autor deixa claro que simulações podem ser usadas no ambiente escolar, proporcionando outras alternativas para a solução de problemas. Aprimorando esse pensamento, também é possível afirmar que simulações também podem ser usadas no cotidiano científico. Neste, tais simulações abraçam uma função mais importante do que uma mera ferramenta manipulativa: elas formam uma maneira alternativa de elaboração acadêmica e científica. Isto significa que é plenamente possível usar o método científico utilizando simulações para moldar fenômenos que não podem ser recriados palpavelmente.

A possibilidade de se utilizar simulações, no ambiente de sala de aula, é devido ao fato de possibilitar um momento que culmine em maior interação. Essa interação será tanto entre o discente e aquilo que tem que ser aprendido, quanto entre ele e seus colegas ou professores.

Para o autor que se segue, “nos últimos anos, a simulação computacional, vem assumindo uma importância cada vez maior como ferramenta de aquisição do conhecimento”. (GAVIRA, 2003).

Para este autor, simulações permite um procedimento de ensino e aprendizagem pelo qual o estudante pode ser ativo, avaliar seus pensamentos próprios, obter um retorno significativo, evoluir na caminhada estudantil de acordo com suas habilidades e desenvolver capacidades e competências que são pedidas para uma boa compreensão da ciência.

Seguindo a mesma linha de pensamento, CARRARO e PEREIRA afirmam que “para a escola dar o salto qualitativo, passa pelo uso do computador como ferramenta capaz de fazer a ligação entre o conhecimento e o educando, tornando-o um pensador autônomo, ativo e crítico”. (CARRARO e PEREIRA, 2014). Essa ligação à qual os autores se referem pode ser feita através de simulações educacionais.

Além do mais, é preciso criar um ambiente escolar cujos conteúdos ministrados em sala de aula tenham relação com o cotidiano e estejam o mais próximo possível da realidade do aluno. Para que isso aconteça, é necessário incluir simulações em todas as áreas que forem possíveis, principalmente em Física (ou em Ciências no geral). Vale lembrar que simulações não é a única maneira de se fazer essa aproximação entre Física e a realidade do aluno, mas é uma alternativa bastante viável e prática.

É de crucial importância ressaltar que simulações computacionais não são apenas uma nova ferramenta, mas é uma nova maneira de aproximar o cotidiano científico do cotidiano educacional escolar.

Tudo que até o presente momento foi apresentado como vantagem pedagógica no processo de ensino-aprendizagem, está em consonância com algumas das teorias de aprendizagens mais conhecidas e debatidas atualmente, tais como Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2002), Sociointeracionismo (VYGOTSKY, 2002), Modelos Mentais (JOHNSON-LAIRD, 1983), Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990).

Portanto, o desenvolvimento desta dissertação se deu pela aplicação das mais diversas teorias da aprendizagem, quando se foi percebido o momento oportuno para o uso de uma ou outra. A escolha da melhor teoria a ser aplicada para uma determinada turma ficará a cargo do professor.

Todas as teorias de aprendizagem são favoráveis ao ensino de Física e oportunizam a aprendizagem em um ambiente construtivista.

4. PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido neste trabalho, no âmbito do programa de pós-graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Física, é um conjunto de simulações com unidades didáticas. Tal produto foi desenvolvido de maneira que cada fenômeno da refração luminosa pudesse ser entendido por intermédio de simulações criadas pelo autor no software Algodoo.

Cada tema de cada aula foi explicado de maneira que, o interessado em entender tal conteúdo, possa manusear a simulação de modo que o fenômeno estudado se torne mais fácil de se entender. A medida que a aula vai se desenvolvendo, a simulação vai ganhando novas ferramentas para que o interessado tenha contato gradual tanto com os conceitos, quanto com o Algodoo.

É importante mencionar que o produto educacional relatado não é um manual de como usar o software e sim uma maneira de se trabalhar o conteúdo da refração luminosa com o auxílio de tal ferramenta. No entanto, os comandos necessários para manusear cada simulação são explicados concomitantemente com o conteúdo da refração luminosa. Apesar do software ser bastante intuitivo no que refere ao uso de suas ferramentas, não é aconselhável usá-lo em sala de aula de improviso. Isso pode prejudicar significativamente o andamento da aula. Portanto, se aconselha um planejamento e um contato prévio com o Algodoo antes da execução de cada aula.

Para todos os tópicos estudados, segue-se uma simulação que potencializa o entendimento de tema; também acompanha um plano de aula informando como cada conteúdo e cada simulação devem ser trabalhados. O conjunto de todos estes planos de aula, formará uma unidade didática de refração luminosa; em consonância com tudo isso, ao final de cada uma dessas etapas, tem-se um questionário com perguntas referentes ao conteúdo atrelado a respectiva simulação.

A seguir, será mostrado o que está contido em cada simulação em relação ao conteúdo de refração luminosa.

4.1 simulação 1: refração luminosa.

Na primeira simulação (que está explicada mais detalhadamente no produto educacional que deu origem a esta dissertação), tem-se o fenômeno da refração luminosa. O software mostra o que acontece quando um raio luminoso passa de um meio mais refringente para outro menos refringente, ou vice-versa. No próprio corpo do texto do produto educacional se encontra um link para se ter acesso a esta simulação e ao final deste, uma explicação envolvendo a definição de refração e o uso da simulação. Também se encontra no Produto Educacional uma unidade didática e um questionário.

Todos esses recursos são usados para ajudar a maximizar o entendimento do fenômeno físico abordado. A figura 1 (criada no Algodoo pelo autor desta dissertação) que se segue mostra um raio luminoso proveniente de um laser. Tal raio está originalmente se propagando no vácuo até que penetra em uma placa de vidro. Observe na figura a orientação do raio ao entrar na placa de vidro. O raio que penetra na placa de vidro (raio refratado) sofre um desvio em relação ao raio que se propaga no vácuo (raio incidente).

Figura 1-Refração de um raio de luz que se propaga no vácuo e penetra numa placa de vidro.

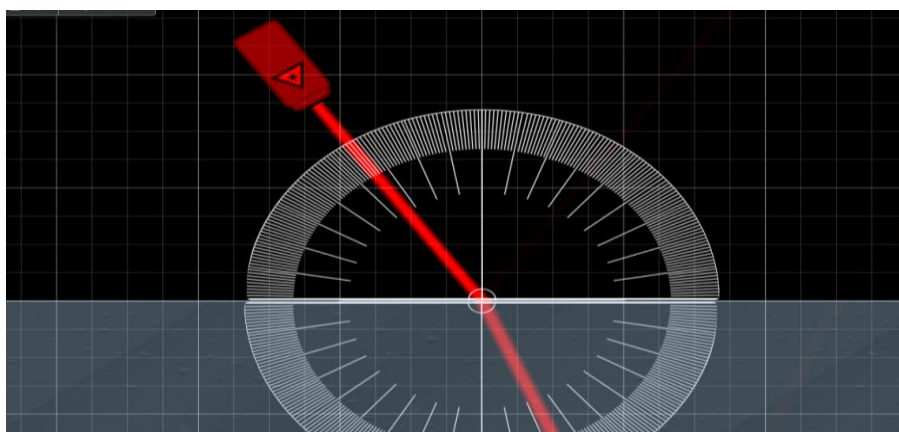


Fonte: autoria própria (2018).

É importante ressaltar que, com algumas ferramentas acrescentada nessa simulação, pode-se estudar as leis da refração e o fenômeno da reflexão interna total.

Na Figura 2 que será mostrada a seguir, tem-se a mesma montagem da figura anterior. No entanto, acrescentamos um transferidor para determinarmos o valor do ângulo de incidência (aquele formado entre a reta normal e o raio incidente) e o ângulo de refração (aquele formado entre a reta normal e o raio refratado). Na montagem, percebe-se que o ângulo de incidência é maior que o ângulo de refração. Só é possível ver essa diferença com certa facilidade fazendo uso do transferidor devidamente construído e acrescentado na simulação anterior.

Figura 2-Refração de um raio luminoso e a visualização dos ângulos de incidência e refração através do transferidor.



Fonte: autoria própria (2018).

4.2 Simulação 2: dispersão luminosa.

Na segunda simulação inserida no produto educacional, apresenta-se o fenômeno da dispersão luminosa. Tal simulação conduz ao leitor entender o que acontece com um feixe de luz branca quando este atravessa um prisma ou uma gotícula de água. A explicação desse conteúdo em sintonia com a simulação, conduz ao entendimento de como se forma um arco-íris e quais são as condições suficientes e necessárias para que este fenômeno seja capaz de acontecer.

Observe a simulação na Figura 3. Ela mostra a luz branca atravessando um prisma. Ao atravessar o prisma, a luz branca (policromática) se separa em

aproximadamente em sete cores (luz monocromática). Essa separação de cores caracteriza o fenômeno da dispersão. Apesar dessa simulação se encontrar praticamente pronta no próprio software (pode-se usar o prisma próprio do software Algodo ou construir um prisma, tal como foi feito neste trabalho), ela é apresentada nesta dissertação por mostrar de maneira precisa e clara o fenômeno em questão.

Figura 3- Dispersão da luz branca ao atravessar um prisma.

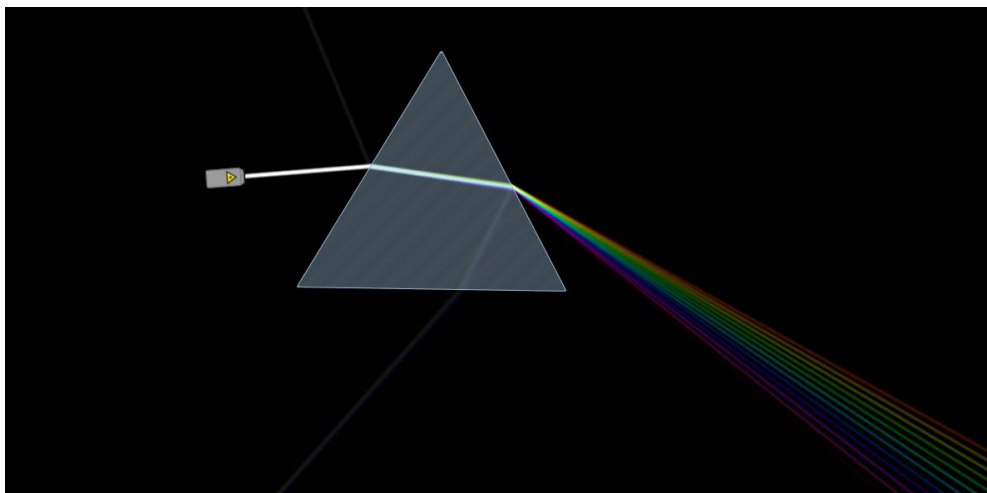
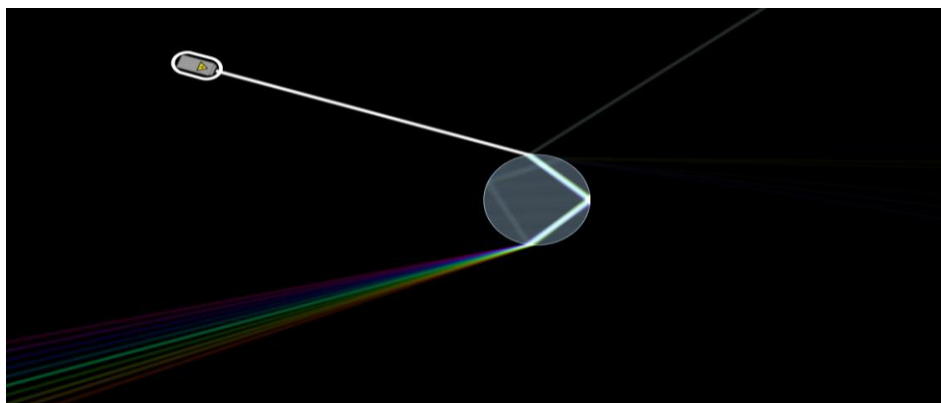


Figura 3: autoria própria (2018).

Esta imagem mostrada anteriormente (Figura 3) faz parte da simulação que se encontra no produto educacional e nela é possível observar a importância do prisma na observação do fenômeno da dispersão luminosa, uma vez que a luz atravessa o mesmo.

Por outro lado, a Figura 4 mostra como acontece um arco-íris em gotículas de água em suspensão na camada atmosférica. O fenômeno continua sendo o mesmo-dispersão luminosa- mas a ocorrência é um pouco diferente, tendo em vista que a luz sofre reflexão interna até sofrer uma segunda refração e sair em dispersão da gotícula de água.

Figura 4- Dispersão da luz branca em uma gotícula de água.



Fonte: autoria própria (2018).

É importante ressaltar, mais uma vez, que quase não tivemos trabalho na montagem dessa simulação, já que a construção da gotícula de água é extremamente fácil e pode ser encontrada já pronta no próprio software. No entanto, a riqueza de informações trazida pela imagem e a beleza da figura, nos fizeram manter esta simulação.

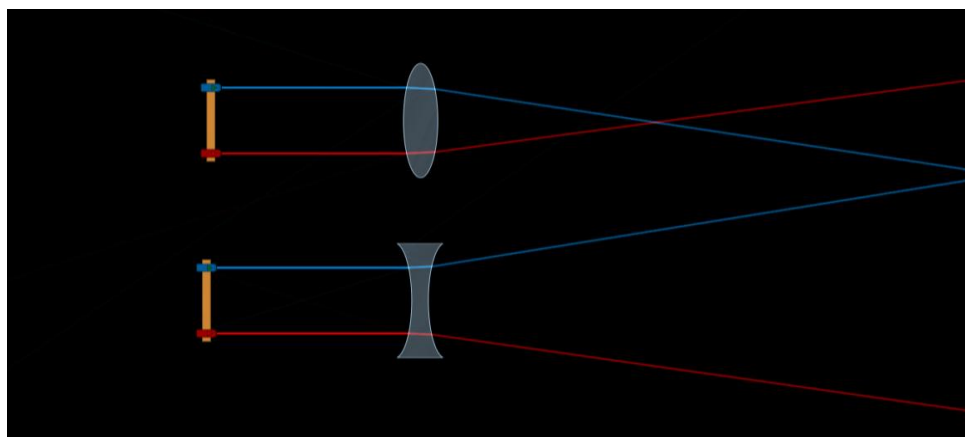
Ao final deste conteúdo, no Produto educacional, se encontrará um plano de aula com orientações de como esse tema deve ser trabalhado. Também se encontrará um questionário que corrobora e potencializa o entendimento da dispersão luminosa.

4.3 Simulação 3: lentes esféricas delgadas.

Esta simulação tem por finalidade mostrar lentes esféricas delgadas de bordas finas e lentes esféricas delgadas de bordas grossas. Este tema, assim como todos os outros já citados anteriormente, também é explicado através do plano de aula que acompanha cada simulação. O conteúdo é explanado de maneira a definir os elementos geométricos de uma lente esférica, a nomenclatura de tais lentes e a definição de lentes esféricas delgadas de bordas grossas e de bordas finas. Também é colocada a equação de Halley que relaciona o índice de refração absoluto da lente, o índice de refração absoluto do meio onde se está inserido a lente e os raios de curvatura de suas respectivas faces com a distância focal dessa mesma lente esférica delgada. No entanto, o principal objetivo da simulação é diferenciar o comportamento óptico de uma lente esférica delgada em convergente e divergente.

A simulação mostra, com muita clareza, o comportamento óptico de uma lente esférica delgada quando atravessada por um raio. A simulação exibida na figura 5, criada no Algodoo, mostra o comportamento óptico de duas lentes esféricas delgadas que possuem o índice de refração absoluto maior que o índice de refração absoluto do meio no qual estão inseridas. As de bordas finas possuem um comportamento convergente, já as de bordas grossas possuem um comportamento divergente.

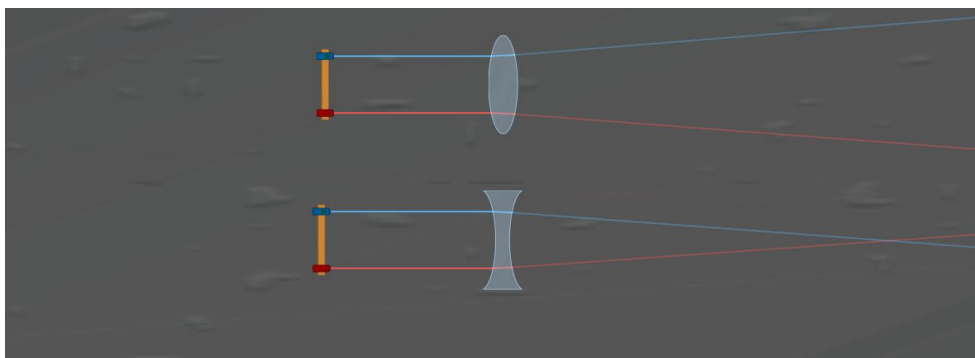
Figura 5-Lentes esféricas delgadas com índice de refração absoluto maior que o índice de refração absoluto do meio do qual estão inseridas.



Fonte: autoria própria (2018).

Observe na figura 6 o que acontece com o comportamento óptico das lentes quando construímos um ambiente cujo índice de refração absoluto é maior que o índice de refração absoluto das lentes. As lentes de bordas finas tornam-se divergentes e as lentes de bordas grossas tornam-se convergentes.

Figura 6-Lentes esféricas delgadas com índice de refração absoluto menor que o índice de refração absoluto do meio do qual estão inseridas.



Fonte: autoria própria (2018).

Por fim, esta simulação também é seguida de um plano de aula e de um questionário que visa, como em todos os conteúdos citados anteriormente, melhorar o entendimento e a compreensão de tal conteúdo.

4.4 Simulação 4: defeitos de visão.

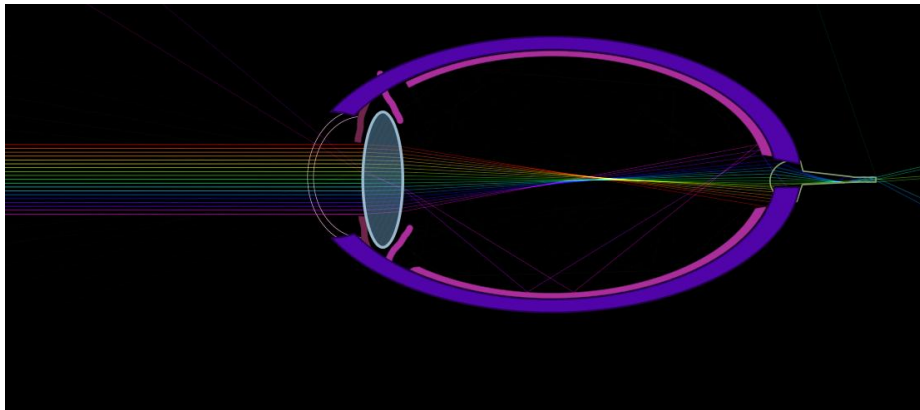
Esta simulação finaliza o nosso produto educacional. Ela englobará o conteúdo das ametropias (defeitos de visão). Por isso, ela possui a finalidade de mostrar o olho humano de maneira esquemática e como ocorre os defeitos de miopia e hipermetropia em função do mal funcionamento do globo ocular.

Para entender bem este conteúdo, se fez necessário definir as principais partes do olho humano, como córnea, cristalino, retina, íris, etc. Para isso, foi construída uma simulação que apresenta partes do olho humano afim de explicar a função de cada uma delas na formação de imagens.

O conteúdo das ametropias (miopia e hipermetropia) é explicado apenas fazendo o uso da simulação. É necessário seguir as orientações do roteiro para a manipulação da simulação e, dessa forma, entenderá perfeitamente cada defeito de visão. No entanto, como já mencionamos anteriormente, é preciso um contato prévio com a simulação e um planejamento como ferramenta para a boa utilização da simulação que construímos.

A simulação representada na figura 7 representa um olho humano que apresenta o defeito de miopia. É possível perceber que os raios luminosos que emergem do cristalino estão convergindo para uma posição antes da retina. Pessoas que apresentam este defeito têm dificuldades de enxergar objetos que estão distantes.

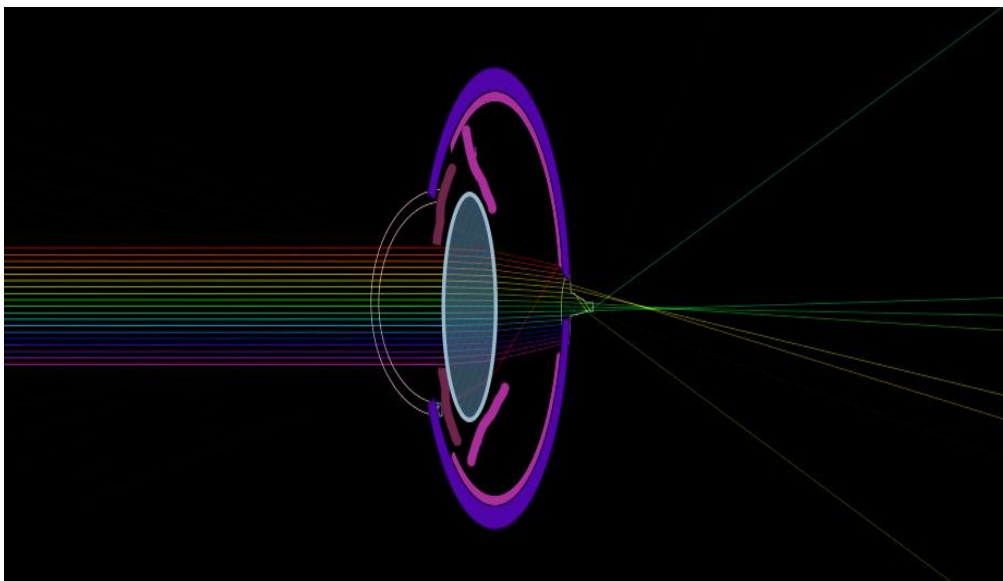
Figura 7- Esquema do olho humano com defeito de miopia.



Fonte: autoria própria (2018).

A figura 8, por outro lado representa um olho humano que apresenta o defeito de hipermetropia. Pessoas que apresentam este defeito têm dificuldades de enxergar objetos próximos. É possível perceber que os raios luminosos que emergem do cristalino estão convergindo para uma posição situada após a retina.

Figura 8-Esquema do olho humano com defeito de hipermetropia.



Fonte: autoria própria (2018).

É importante salientar que os defeitos de miopia e hipermetropia são causados por achatamento e alongamento do globo ocular, respectivamente. Isso também é explicado no produto educacional através das simulações já citada.

É importante lembrar que também abordamos em sala de aula os defeitos de astigmatismo, estrabismo e daltonismo. No entanto, não contemplamos tais defeitos nas simulações.

5. METODOLOGIA

Como já foi mencionado anteriormente, o presente trabalho trata-se de uma dissertação originada de um produto educacional cuja aplicação foi feita em uma turma da Segunda Série do Ensino Médio com 18 alunos na Escola Estadual Professora Dulce Vanderley. Tal escola fica localizada no Bairro da Redinha na cidade de Natal e no Estado do Rio Grande do Norte.

O procedimento metodológico consiste na aplicação de 4 planos de aulas que juntos geram uma unidade didática referente ao fenômeno da refração luminosa. Cada plano de aula aplicado possui uma simulação computacional que criamos no software Algodoo e que sedimenta o entendimento dos temas da refração luminosa. Cada plano de aula necessita de encontros de aulas com dois tempos de 50 minutos o que totaliza 4 encontros de aulas com dois tempos de 50 minutos ou 1h40min.

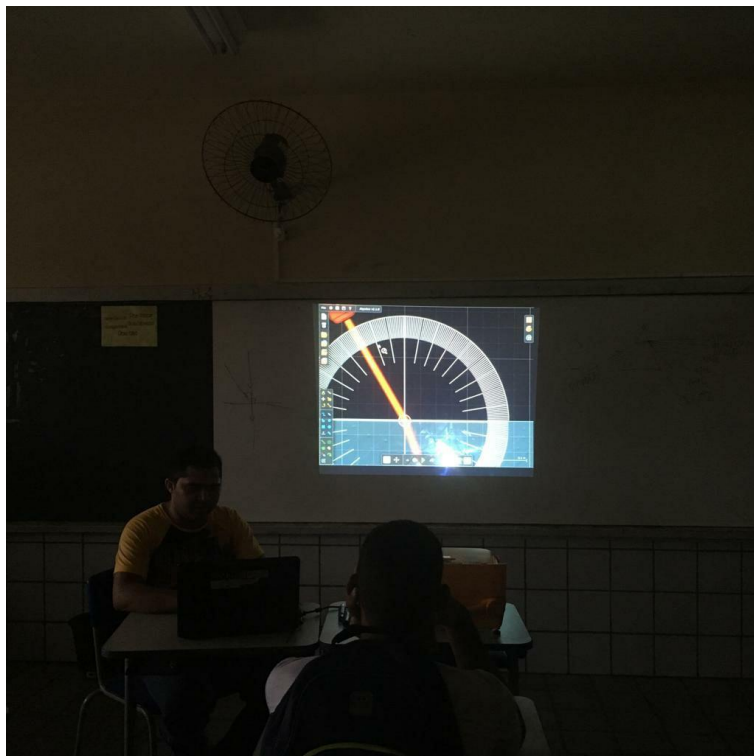
A aplicação deste produto educacional aconteceu entre os dias 08 e 29 de maio na referida escola já citada. Para cada encontro houve a necessidade de expor uma simulação computacional relacionada ao tema da aula e a aplicação de uma atividade sobre a aula realizada. As imagens que se seguem foram tiradas no momento da aplicação.

Figura 9- Aplicação da simulação na aula de dispersão luminosa.



Fonte: autoria própria (2018).

Figura 10- Aplicação da simulação na aula de refração luminosa.



Fonte: autoria própria (2018).

Figura 11- Aplicação da simulação na aula de ametropias.



Fonte: autoria própria (2018).

A seguir será relatado como aconteceu cada encontro de aula, incluindo a sua respectiva data e o conteúdo apresentada.

5.1 Primeiro encontro: Refração de um raio luminoso.

O primeiro encontro ocorreu no dia 08 de maio de 2018. Nesta aula foi-se introduzido o conceito de refração luminosa. Tal aula foi ministrada de maneira que a turma interagisse com o professor e externasse suas opiniões a respeito de refração. Foi explicado também quais grandezas se mantêm constantes e quais variam quando a luz se submete a tal fenômeno. Também foi muito importante, para o andamento da aula, os exemplos do cotidiano que envolvem refração. A aula se tornou bastante proveitosa ao se mostrar a simulação para a turma. As perguntas, baseadas na execução da simulação, começaram a fluir de maneira clara e espontânea.

É preciso mencionar que a simulação a qual foi mencionada se encontra no produto educacional com link para ser baixada e manuseada.

Alguns questionamentos por parte dos alunos só puderam ser feitos por causa da simulação, como por exemplo: “o que acontece se o ângulo de incidência aumentar ou diminuir?”; “o que acontece se mudarmos a cor do laser?”; “o que acontece se o laser entrar no vidro?” Tais perguntas foram alavancas para impulsionar o entendimento dos fatores que interferem na refração luminosa.

5.1.1 Plano de aula: Refração de um raio luminoso

Este plano de aula é uma sugestão de sequência de atividades para ser utilizada juntamente com a simulação que criamos no software Algodoo.

Tema:

Refração de um raio luminoso.

Duração:

Um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min

Objetivos:

Essa atividade tem por finalidade analisar o comportamento de um raio luminoso ao incidir numa superfície de separação entre dois meios ópticos. Tal atividade procura inferir:

- A velocidade do raio luminoso pela aproximação ou afastamento deste em relação a reta normal;
- A relação entre a variação de velocidade e o índice de refração
- A relação entre os ângulos de incidência e refração com os respectivos índices de refração absoluto de cada meio.
- O ângulo limite na reflexão interna total

Conteúdos:

DEFINIÇÃO DE REFRAÇÃO.

DEFINIÇÃO DE ÍNDICE DE REFRAÇÃO

LEIS DA REFRAÇÃO

REFLEXÃO INTERNA TOTAL

Materiais:

- Quadro
- Pincel
- Computador com o software com software Algodo instalado
- Projetor

Sequência de atividades:

1º Momento:

O professor deverá dar uma aula expositiva definindo o fenômeno da refração, índice de refração absoluto, primeira e segunda lei da refração e reflexão interna total. Para isso, será necessário um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min.

2º Momento:

- O professor deverá expor novamente o conteúdo do momento anterior usando, dessa vez, a simulação feita no programa Algodo evidenciando assim o comportamento do raio luminoso de forma dinâmica. Ele entregará um questionário contendo as seguintes perguntas:
 1. Quando o raio de luz se propaga no vácuo e sofre refração penetrando no vidro, o raio luminoso refratado A) se aproxima ou se afasta da reta normal? B) A velocidade do raio luminoso aumenta ou diminui?
 2. Quando o raio de luz se propaga no vidro e sofre refração penetrando no vácuo, o raio luminoso refratado A) se aproxima ou se afasta da reta normal? B) A velocidade do raio luminoso aumenta ou diminui?
 3. Utilizando a equação $n = \frac{c}{v}$, determine a velocidade do raio luminoso refratado na situação da questão 1, sabendo que a velocidade do raio luminoso no vácuo é 300000 km/s e que o índice de refração absoluto do vidro é de 1,5 (esse valor é fornecido pelo software). Compare o resultado encontrado com a resposta dada na questão 1 no item B.
 4. Utilizando a equação $n_1 \cdot \text{sen}(i) = n_2 \cdot \text{sen}(r)$, determine o ângulo de refração sabendo que o ângulo de incidência é 45° e que o índice de refração do vácuo vale 1. Compare o

resultado encontrado com a resposta dada na questão 1 no item A.

5. Utilizando a equação $\text{sen}(\theta_L) = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$, determine o ângulo limite para a placa de vidro, sabendo que o índice de refração absoluto do vácuo é 1 e o índice de refração absoluto do vidro é de 1,5.
6. Repita as questões 1, 2, 3, 4 e 5 substituindo a placa de vidro por uma placa de gelo. O valor do índice de refração absoluto do gelo é de 1,31. Compare as respostas encontradas para o gelo com as repostas encontradas para o vidro. Quais as diferenças?

Para o segundo momento, o professor precisará de um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min.

Para cada resposta encontrada pelo aluno, o professor deve corroborá-la com os dados fornecidos pelo software.

5.2 Segundo encontro: dispersão da Luz.

Este encontro ocorreu no dia 15 de maio de 2018 na turma de Segunda Série da Escola Estadual Dulce Wanderley, situada no Bairro da Redinha em Natal-RN. Neste encontro foi-se definido o fenômeno da dispersão da luz. Mais uma vez se fez uso de uma expositiva dialógica. Cada aluno foi levado a pensar como se forma um arco-íris e o que é necessário para que tal fenômeno ocorra. Muitos dos alunos relataram que sempre ficaram maravilhados com o arco-íris e que sempre tiveram vontade de entender como ele se formava. A medida que a aula foi fluindo, foi-se introduzindo os fatores suficientes e necessários para a ocorrência de um arco-íris. Ao final da aula expositiva, colocou-se a simulação produzida no Algodo para mostrar a formação do arco-íris em uma gotícula de água. Com isso, fundamentou-se que a formação de um arco-íris tratava-se da dispersão da luz e que a mesma pode ocorrer também fazendo uso de um prisma de refração. Tudo isso foi mostrado detalhadamente na simulação para os estudantes, o qual não teria

sido possível se usássemos apenas o quadro e giz ou apenas exibindo uma fotografia. A simulação que criamos se mostrou bastante eficaz no que diz respeito à dispersão luminosa.

5.2.1. Plano de aula: formação de um arco-íris.

A seguir, teremos uma sugestão com um roteiro de atividades de como este plano de aula pode ser utilizado em consonância com a simulação.

Tema:

Dispersão luminosa

Duração:

Um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min

Objetivos:

Essa atividade tem por finalidade analisar o fenômeno comportamento da luz branca ao incidir numa superfície de separação entre o vácuo e uma das faces de um prisma. Também, será analisado o fenômeno comportamento da luz branca ao incidir numa superfície de separação entre o vácuo e uma gotícula de água.

Conteúdos:

DISPERSÃO.

Materiais:

- Quadro
- Pincel
- Computador com o software Algodoo instalado
- Projetor

Sequência de atividades:**1º Momento:**

O professor deverá dar uma aula expositiva definindo o fenômeno da dispersão luminosa, evidenciado a maneira como cada uma das cores monocromáticas se desviam ao sofrer refração. É imprescindível explicar que o violeta é a cor que mais sofre desvio e que o vermelho é a cor que menos sofre desvio. Para isso, será necessário um encontro de 50min.

2º Momento:

O professor deverá expor novamente o conteúdo do momento anterior usando, dessa vez, a simulação feita no programa Algodoo evidenciando assim o comportamento da luz branca ao incidir em um prisma ou em uma gotícula de água e também ele entregará um questionário aos estudantes contendo as seguintes perguntas:

1. Observando a simulação e a explicação do professor, o que deve acontecer para se observar o fenômeno da dispersão?
2. O que caracteriza a dispersão?
3. A maneira como ocorre dispersão na gotícula de água é a mesma maneira que ocorre no prisma? Explique observando a simulação feita no Algodoo.
4. Qual das cores sofre menos desvio?
5. Qual das cores sofre mais desvio?

Para isso, será necessário um encontro de 50min.

5.3 Terceiro encontro: lentes esféricas.

Este encontro ocorreu no dia 22 de maio de 2018 na mesma escola e turma já mencionada. Da mesma forma, iniciou-se uma aula

expositiva dialógica definindo uma lente esférica delgada, como também foi informado para os alunos os elementos geométricos desse tipo de lente.

A medida que cada aluno ganhava confiança no entendimento do conteúdo, foi-se acrescentando mais informações importantes sobre estes dispositivos ópticos, como a classificação das lentes em bordas grossas e finas e a nomenclatura das mesmas.

Por último, acrescentamos o comportamento óptico das lentes quando o índice de refração absoluto dela é maior que o índice de refração absoluto do meio no qual esteja inserida.

Foi desenhado no quadro negro que as lentes de bordas finas são convergentes e as lentes de bordas grossas divergentes; no entanto, informou-se que quando o índice de refração absoluto da lente é menor que o índice de refração absoluto do meio no qual a lente esteja inserida, o comportamento óptico da lente se inverte. Isto equivale a dizer que as lentes de bordas de bordas finas se tornam divergente e as lentes de bordas grossas se tornam convergente. Isto também foi desenhado no quadro negro de forma estática.

Finalizando a primeira aula, colocou-se no quadro negro a Equação de Halley para que aluno percebesse, através da equação, a relação que existe entre distância focal da lente e os raios de curvatura das faces da lente juntamente com os índices de refração absoluto da lente e do meio que circunda a lente.

Na segunda aula, mostrou-se o mesmo conteúdo, mas agora com auxílio de uma simulação desenvolvida com software algodoo. A aula se mostrou-se bastante dinâmica e interativa a medida que se ia manuseando a simulação de forma a mostrar o comportamento óptico da lente nas duas situações já mencionadas. Na simulação, também se mostrou-se o que acontece com a distância focal quando se varia o índice de refração absoluto da lente.

5.3.1 Plano de aula: lentes esféricas

A seguir, teremos uma maneira orientada de como utilizar as atividades e a simulação para o melhor entendimento de lentes esféricas.

Tema:

Lentes esféricas.

Duração:

Dois encontros de 1h40min ou quatro encontros de 50min.

Objetivos:

Essa atividade tem por finalidade estudar uma lente esférica fazendo-se uso de uma simulação no software Algodoo. Tal atividade procura inferir:

- O comportamento óptico de uma lente esférica de acordo com o meio óptico no qual ela esteja inserida.
- A variação da distância focal quando se muda os entes geométricos da lente.
- Medir a distância focal de uma lente esférica sabendo os valores dos entes geométricos fornecidos pelo software para tal lente.

Conteúdos:

DEFINIÇÃO DE UMALENTE ESFÉRICA.

COMPOTAMENTO ÓPTICO DE UMALENTE ESFÉRICA

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE UMALENTE ESFÉRICA EQUAÇÃO DOS FABRICANTES (EQUAÇÃO DE EDMOND HALLEY)

Materiais:

- Quadro
- Pincel
- Computador com o software Algodoo instalado
- Projetor

Sequência de atividades:

1º e 2º Momento:

O professor deverá dar uma aula expositiva definindo lente esférica, comportamento óptico de uma lente, elementos geométricos de uma lente e a equação dos fabricantes.

Para isso, será necessário um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min.

3º e 4º Momento:

- O professor deverá expor novamente o conteúdo dos momentos anteriores usando a simulação feita no programa algodoo evidenciando os fenômenos físicos associados a ela e entregar um questionário contendo as seguintes perguntas:

1. Qual é o comportamento óptico de cada lente quando o índice de refração absoluto da lente é maior que o índice de refração absoluto do meio no qual as lentes estão inseridas?

2. O que acontece com o comportamento óptico das lentes quando o índice de refração absoluto do meio no qual elas estão

inseridas se torna maior que o índice de refração absoluto das lentes?

3. Utilizando a equação dos fabricantes de lentes, determine a distância focal da lente de bordos fino sabendo que o raio de curvatura de suas faces vale 0,16 m, o índice de refração absoluto do meio óptico no qual ela está inserida vale 1,0 e que o índice de refração da lente vale 1,5.

4. Quando aumentamos o índice de refração absoluto da lente para 2,0 o que acontece com a distância focal: aumenta, diminui ou se mantém constante?

5. Repita o exercício 3 e determine o novo valor da distância focal.

Para esses dois momentos, o professor precisará de um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min.

Para cada resposta encontrada pelo aluno, o professor deve corroborá-la com os dados fornecidos pelo software.

5.4 Quarto encontro: Defeitos de visão (miopia e hipermetropia)

O nosso último encontro ocorreu no dia 29 de maio de 2018. No início da aula passou-se um slide com os principais componentes do olho humano. Com auxílio do quadro negro, mostrou-se para os alunos a condição para que o olho humano não manifestasse nenhum defeito de visão(olho emétrepe). Em seguida também se mostrou em quais situações o olho humano seria acometido de miopia ou hipermetropia. Foi explicado para a turma como cada defeito de visão se corrige e qual tipo de lente esférica é responsável pela sua correção.

Quando todo o tema da aula foi explicado e copiado pela turma, mostrou-se uma simulação criada no Algodoo e que mostra de maneira bem mais clara os defeitos de visão. No produto educacional já citado neste trabalho, mostra um roteiro de como a aula de ametropias pode ficar mais dinâmica e interativa quando se utiliza esta simulação que modela os tais defeitos e evidenciando como as lentes podem corrigir estes defeitos.

5.4.1 Plano de aula: defeitos de visão.

Este plano de aula também consta de um roteiro com uma sequência de atividades para ser usadas com a simulação.

Tema:

Defeitos da visão: miopia e hipermetropia.

Duração:

Um encontro de 1h40min ou dois encontros de 50min

Objetivos:

Essa atividade tem por finalidade explicar os defeitos de miopia e hipermetropia em um olho humano. Tal atividade procura inferir:

- A condição para que uma pessoa tenha o defeito da miopia e como corrigir tal defeito.
- A condição para que uma pessoa tenha o defeito da hipermetropia

Conteúdos:

OLHO HUMANO ESQUEMÁTICO

MIOPIA

HIPERMETROPIA

Materiais:

- Quadro
- Pincel
- Computador com o software
- Projetor

Sequência de atividades:

1º Momento:

O professor deverá dar uma aula expositiva explicando o olho humano e as causas da miopia e hipermetropia.

Para isso, será necessário um encontro de 50min.

2º Momento:

- O professor deverá expor novamente o conteúdo do momento anterior usando, dessa vez, a simulação feita no programa Algodo evidenciando assim as condições para que ocorra miopia e hipermetropia. Também, será entregue aos alunos um questionário contendo as seguintes questões:

Todas as questões devem ser respondidas com o auxílio da simulação

1. Explique o que caracteriza o olho emétrope (sem defeito)
2. O que deve acontecer para que um olho humano tenha defeito de miopia?
3. O que deve acontecer para que o olho humano tenha defeito de hipermetropia?
4. Qual tipo de lente corrige o defeito de miopia?
5. Qual tipo de lente corrige o defeito de hipermetropia?

6. Resultados e Discursões

O produto educacional desenvolvido no âmbito deste mestrado profissional visa um melhor entendimento de fenômenos envolvendo refração luminosa. Portanto, ele constitui uma ferramenta para se ensinar tal conteúdo e avaliar o aprendizado do aluno em relação ao fenômeno já citado.

Também é importante ressaltar que em cada aula foi-se utilizada uma simulação que, quando manuseada, fornecia informações suficientes para que o aluno respondesse um questionário a medida que a simulação era conduzida.

A partir dos questionários aplicados ao longo de quatro encontros, foi plenamente possível avaliar o grau de entendimento por parte do aluno.

Salienta-se ainda que a análise da quantidade de questões que foram consideradas certa e erradas nos revela uma percepção quantitativa do entendimento dos resultados. No entanto, também é notoriamente possível fazer-se uma análise qualitativa de tais atividades realizadas em sala de aula. Isso é possível pelo fato de que questões discursivas podem ser analisadas pelo grau de informações que aluno mencionar em cada questão.

Disto isto, iremos fazer a contagem de números de erros e acertos em cada questão e em seguida faremos uma discussão a respeito dos dados levantados.

6.1 Questionário 1: refração de um raio luminoso.

Nesta atividade estava presente um total de 19 alunos. A aula constituiu um encontro com de dois tempos de 50min. No primeiro tempo, foi mostrada a simulação de um raio de luz emergindo de um laser que se encontra no vácuo e penetrando em uma placa de vidro. É importante ressaltar que a incidência foi oblíqua e que já havia sido informado para o aluno o que era índice de refração absoluto e como ele interfere na velocidade e na trajetória do raio refratado; também foi explicado aos alunos a equação que relaciona a

velocidade, o ângulo de incidência e refração, e os índices de refração absoluto de cada meio.

No segundo tempo de aula, foi entregue um questionário contendo 6 questões discursivas, das quais três exigiam cálculo e as outras exigiam raciocínio teórico.

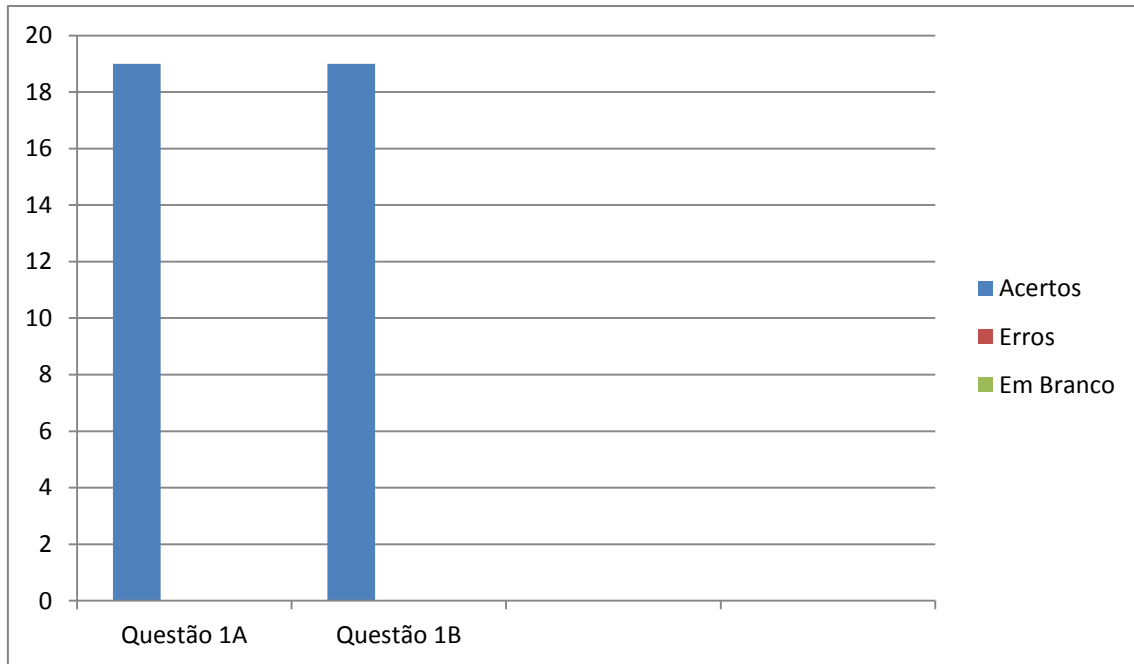
É importante lembrar que o questionário seria respondido de acordo com a simulação em execução. Isto significa que o professor deverá manipular a simulação sempre que for solicitado pelo aluno a fim de facilitar-lhe responder às questões.

6.1.1 Questão 1

No primeiro questionário, tem-se a primeira questão referente ao que acontece quando um raio de luz se propaga em um determinado meio e penetra em outro meio. Esta questão era formada pelos itens A e B. A questão se referia a um raio de luz se propagava no vácuo e penetrava em placa de vidro. No item A era perguntado se o raio refratado se aproximava ou se afastava da reta normal; já o item B perguntava se a velocidade do raio luminoso aumentava ou diminuía.

Cada aluno, ao analisar a simulação de minha autoria, respondeu corretamente esta questão, mostrando que a simulação foi de crucial importância para o êxito desta questão.

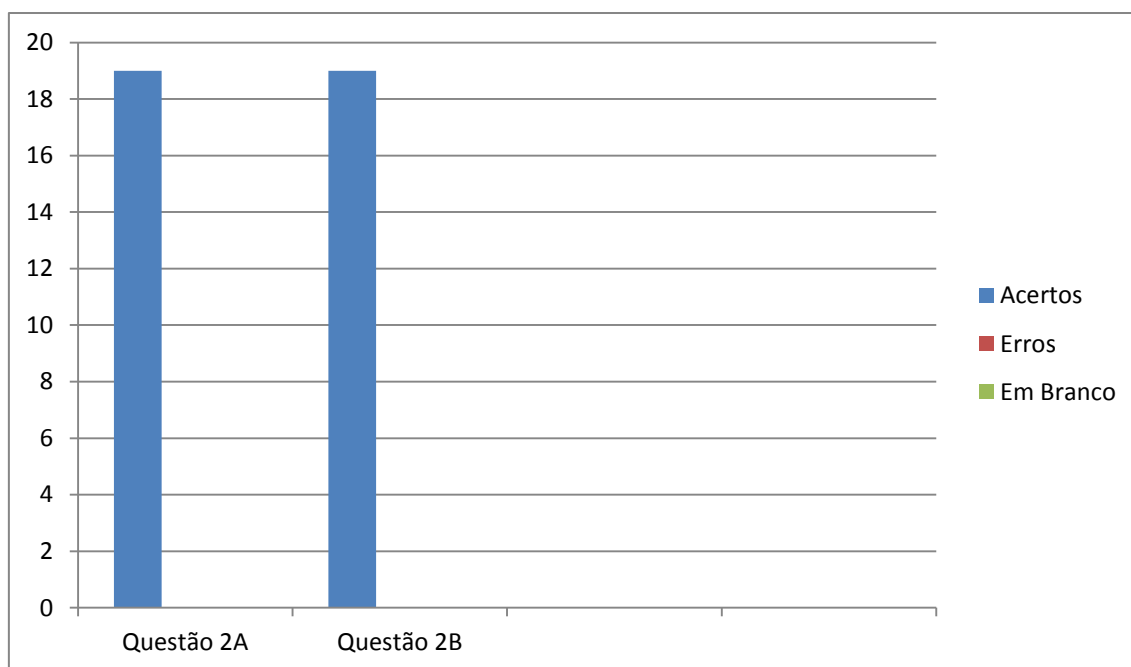
De acordo com esta informação, foi-se feito um gráfico que se dispensa uma análise mais detalhada pela simplicidade de seu entendimento.



6.1.2. Questão 2

A questão 2 do primeiro questionário era o oposto da questão 1, já que perguntava o que acontecia com a raio refratado ao se propagar no vidro e penetrar no vácuo.

Mais uma vez, também iremos mostrar o gráfico para se visualizar melhor esses dados.

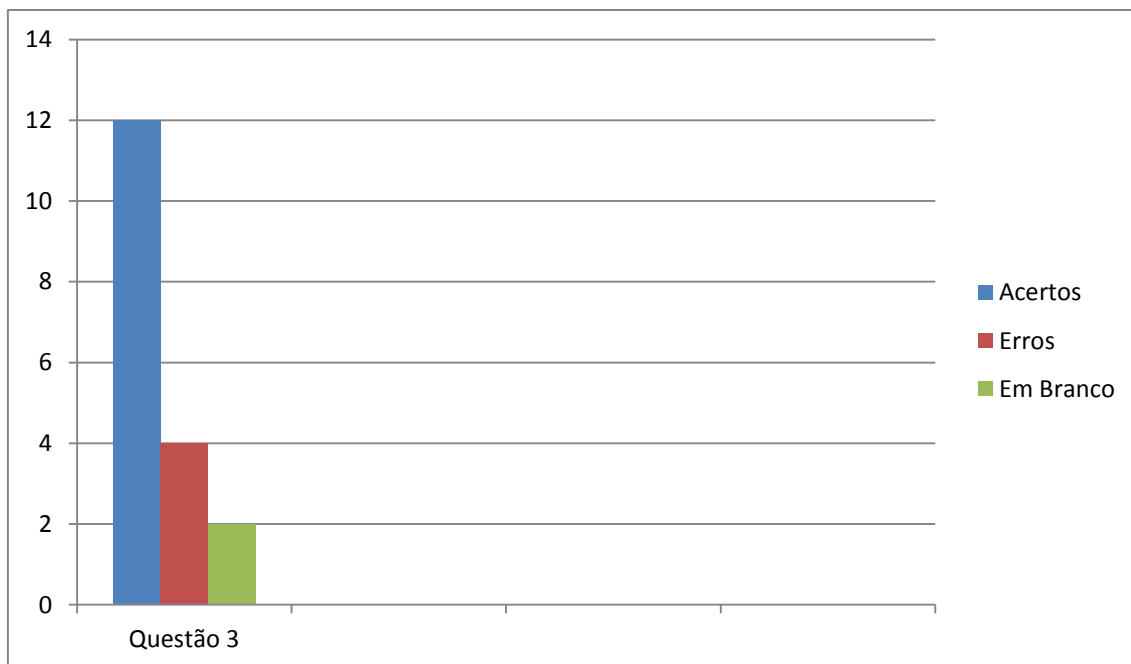


Perceba que todos também acertaram essa questão e isto dispensa uma análise minuciosa do gráfico.

6.1.3 Questão 3

Esta questão exigia que aluno fizesse o cálculo da velocidade do raio luminoso exibida na situação 1. Para isto, a questão fornece ao aluno qual é o índice de refração do vidro e qual é a velocidade do raio luminoso no vácuo.

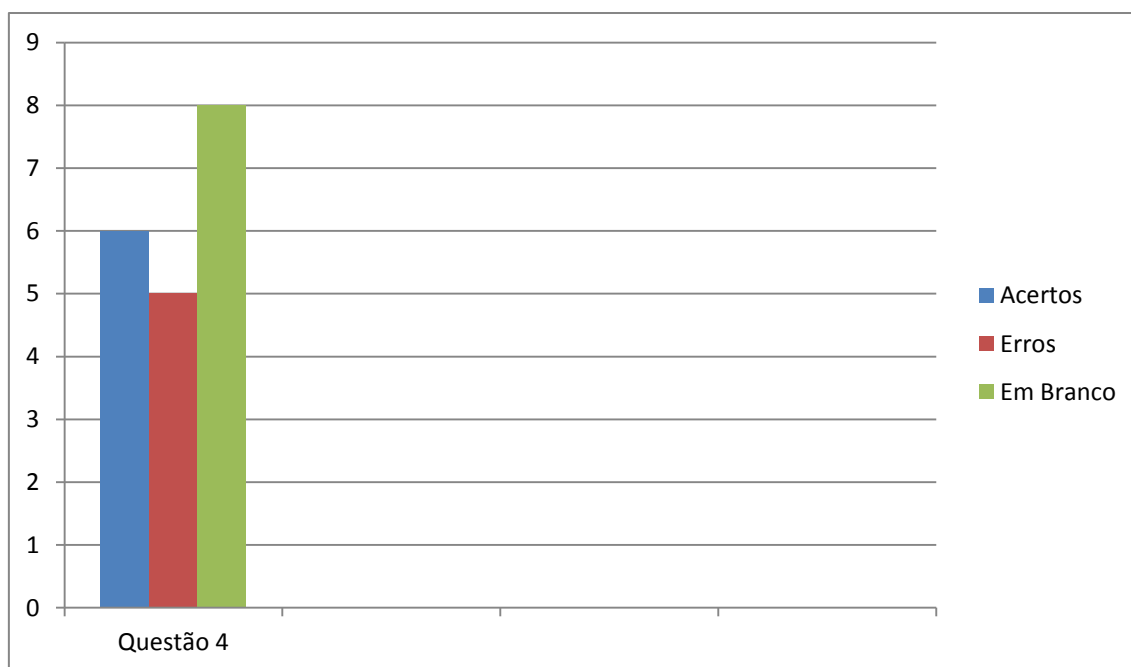
Após a análise do que foi respondido por cada aluno, concluímos que a maioria da turma respondeu corretamente à questão e que uma minoria teve dificuldade (veja o gráfico abaixo):



Este gráfico nos revela que alunos tiveram bastante dificuldade em responder este exercício, mas que mesmo assim, a maioria respondeu corretamente a questão.

6.1.4 Questão 4

Continuando com a bateria de questões, a questão 4 pedia para o aluno calcular o ângulo de refração utilizando a lei de Snell-Descartes. Para isto, a questão fornecia para o aluno o índice de refração absoluto do vácuo e o valor do ângulo de incidência. Esta questão já se mostrou um pouco mais complicada, visto que o número de acertos diminuiu bastante em relação as questões anteriores. Observe o respectivo gráfico.



É revelado, pela análise do gráfico, que esta questão teve um desempenho consideravelmente negativo comparado com as questões anteriores.

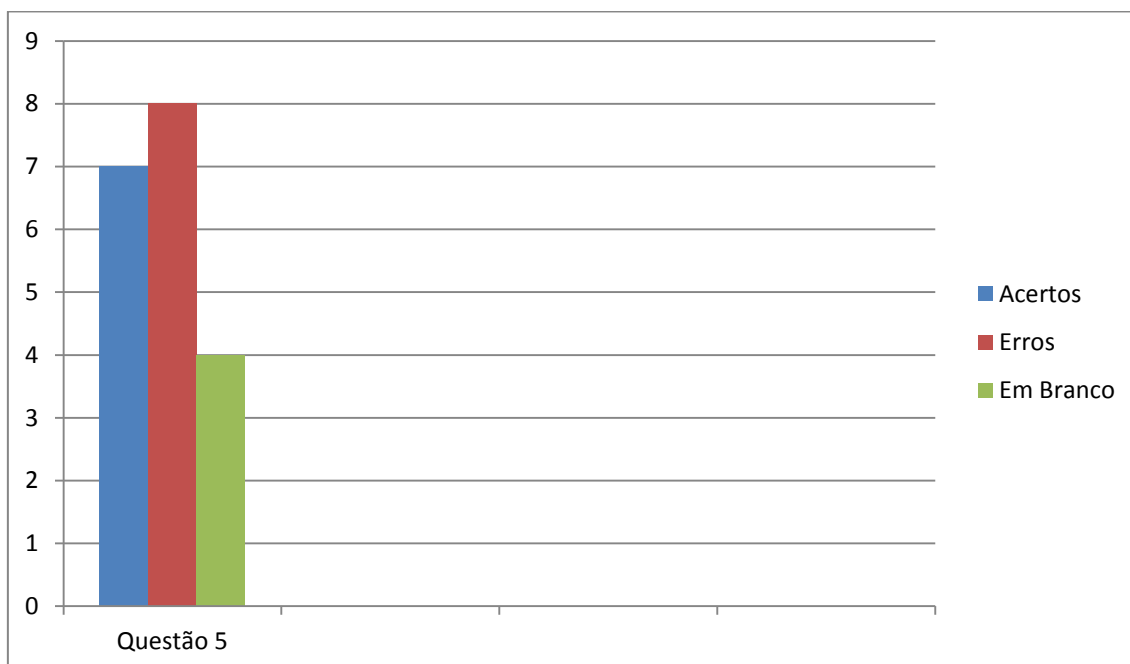
Ao se fazer uma espécie de pesquisa (informal) com a turma, descobri que eles tinham bastante dificuldade em resolver questões que envolviam cálculo devido ao fato de terem ficado mais de dois anos sem professor de matemática. A falta do conhecimento em matemática prejudicou bastante um melhor desempenho nesta questão. No entanto, acredito que a aplicação desta questão em uma turma que tenham tido aula de matemática regularmente, nos revele um melhor resultado.

6.1.5 Questão 5

Esta questão também envolvia cálculo sobre reflexão interna total. Esta questão pedia o valor do ângulo limite para a uma placa de vidro. Para isto, foi fornecido para o aluno o índice de refração absoluto do vácuo e o índice de refração absoluto do vidro.

O gráfico correspondente mostra um número de acertos menor do que o número total de respostas erradas e em branco. Mesmo não havendo um bom

desempenho nesta questão, o gráfico revela uma melhoria em comparação com a questão anterior.



É importante ressaltar que o mau desempenho nas questões que envolvem cálculo está na falta do conhecimento em matemática e não na falta de entendimento ou de interpretação da questão.

6.1.6 Questão 6

Esta questão pedia para que o aluno repetisse todos procedimentos das questões anteriores trocando a placa de vidro por uma de gelo. Sendo esta uma atividade para resolver em casa, não foi analisado o resultado qualitativo da mesma no presente trabalho.

6.2. Questionário 2: dispersão da luz branca.

O segundo questionário é constituído por 5 questões discursivas sobre dispersão da luz branca ao atravessar um prisma ou uma gotícula de água.

Estavam presentes 14 alunos para esta atividade e todos responderam às cinco questões.

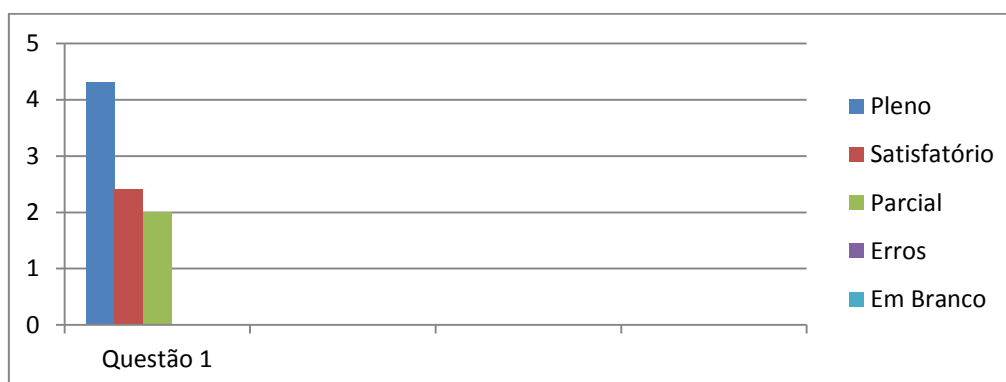
A aula foi dividida em dois tempos de 50min. No primeiro tempo, explicou-se para eles o que é o fenômeno da dispersão luminosa e mostrou-se esse fenômeno em simulação no programa Algodoo; no segundo tempo de aula, foi entregue o questionário para ser respondido pelos alunos.

Esta atividade também foi respondida com a simulação do Algodoo em execução.

6.2.1 Questão 1

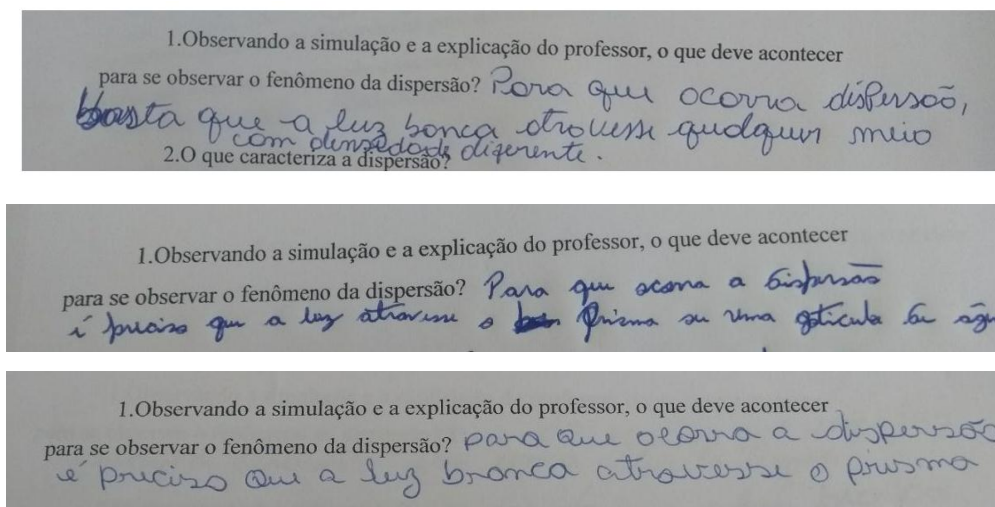
A primeira questão desta atividade referia-se ao que deveria acontecer para se observar o fenômeno da dispersão da luz branca. A resposta deveria ser dada observando a simulação em execução. Ao se analisar as repostas dadas pelos alunos, constatou-se que todos acertaram a questão. No entanto, houve uma diferença no “nível” de resposta. Veja o gráfico abaixo. Alguns alunos responderam a questão de maneira mais completa do que outros.

Todos mencionaram que para acontecer a dispersão, a luz teria que atravessar um prisma ou uma gotícula de água (no caso do arco-íris). Porém, alguns mencionaram ambas coisas: prisma e gotícula de água. Isso fez com que a resposta ficasse mais completa. Também houve aqueles que perceberam que basta a luz branca atravessar para um meio de densidade diferente para que tal fenômeno possa acontecer.



A seguir, será mostrada uma imagem com respostas de alguns alunos.

Figura 12-Respostas dadas por diferentes alunos



Fonte: autoria própria (2018).

6.2.2 Questão 2

Esta é uma questão bastante direta:” o que caracteriza a dispersão da luz branca?”

Como a questão envolvia uma resposta de acordo com a simulação em execução, todos acertaram essa questão sem maiores problemas. Todos mencionaram que o que caracteriza a dispersão da luz branca é a separação desta em sete cores.

Montaremos o gráfico da tabulação desta questão e em seguida será mostrado a imagem da resposta de dois alunos com informações bastante parecidas. Isto indica que quando o aluno responde de acordo com a simulação em execução, fica mais fácil dele entender e explicar o fenômeno.

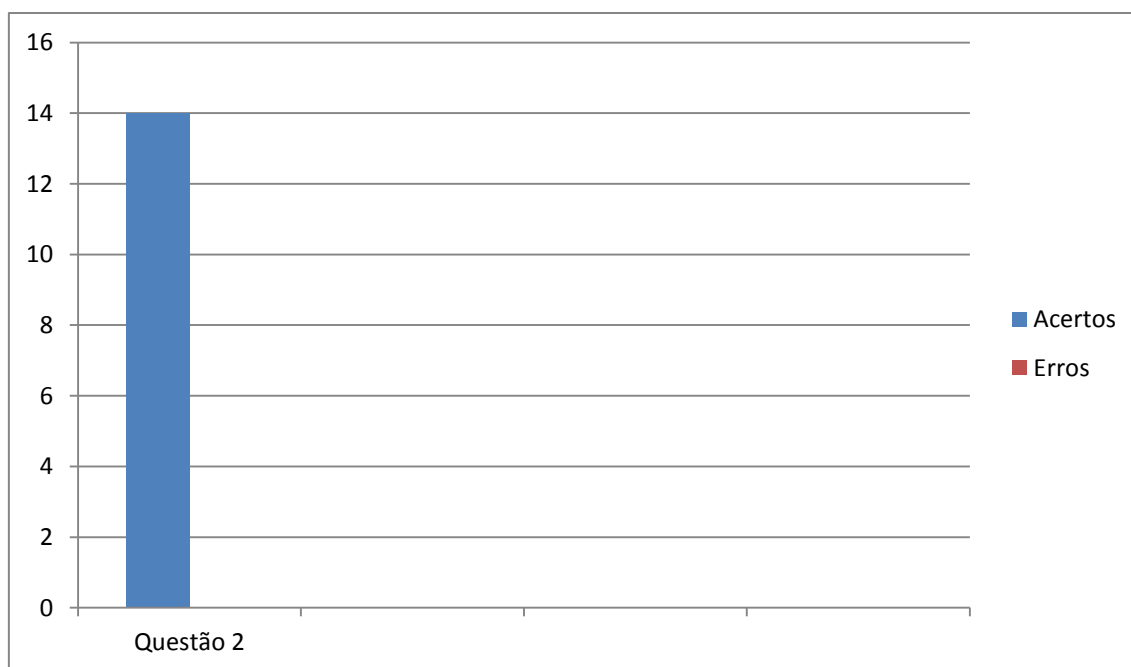
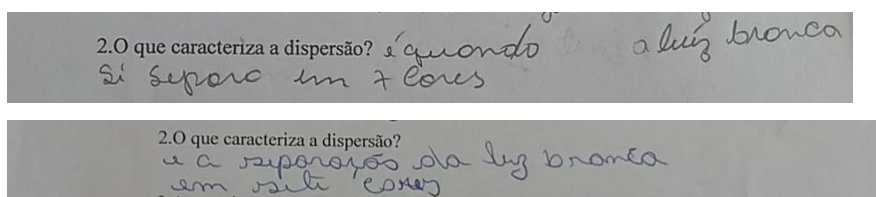


Figura 13-Respostas dadas por alunos diferentes



Fonte: autoria própria (2018).

6.2.3 Questão 3

Esta questionava se a maneira como ocorria a dispersão em um prisma era a mesma maneira como ocorria a dispersão em uma gotícula de água.

Para analisar as respostas dadas pelos alunos, também se classificou por níveis de informação dada pelo aluno. (observe o gráfico abaixo).

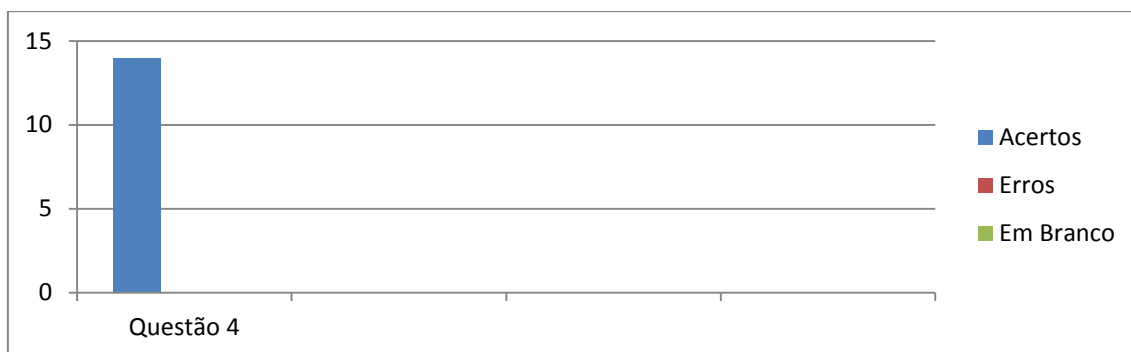
A maioria dos alunos acertou a resposta, mas alguns não foram capazes de fazer isso plenamente, ou seja, faltaram algumas informações para considerar a resposta como completa.



6.2.4. Questão 4

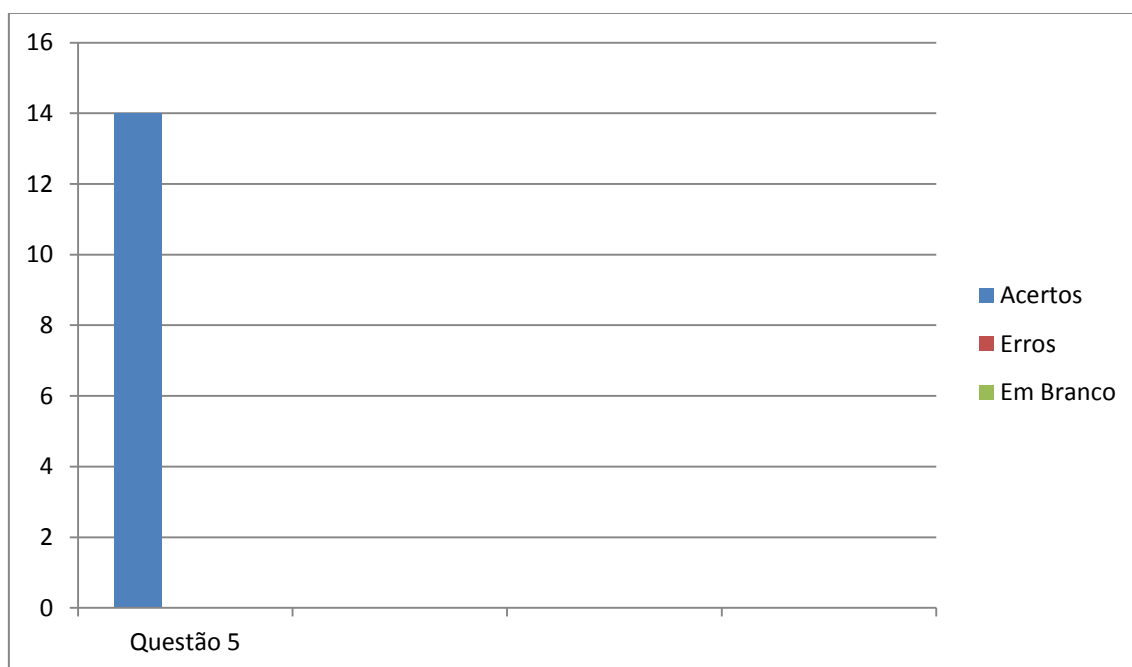
Esta questão era bastante simples e direta e foi respondida sem nenhum problema ou dificuldade.

A questão perguntava qual das cores sofria menor desvio ao passar de um meio para outro. Ao mudar a cor do laser da simulação, o aluno concluiu que menos desviava era o vermelho. Portanto, foi uma das poucas questões que tiveram cem por cento de acerto como mostra o gráfico a seguir. Observe.



6.2.5 Questão 5

A quinta, e última questão, também teve o mesmo êxito da questão anterior. Tal questão era bem parecida com a 4 e perguntava qual era a cor que sofria maior desvio. Os alunos pediram para que colocasse o laser com todas as cores possíveis. Quando isso foi feito, todos perceberam que a cor que mais sofria desvio era o violeta e, portanto, também foi uma questão que teve cem por cento de acerto, como mostra o gráfico que se segue.



6.3 Questionário 3: lentes esféricas.

O terceiro questionário também foi formado por 5 questões sobre lentes esféricas delgadas.

Estavam presentes 16 alunos e todos responderam a maioria das perguntas, com exceção da questão 3, que envolvia cálculo, levando o aluno a uma probabilidade maior de erro.

Esta aula foi dividida em dois tempos de 50min. No primeiro tempo, estabeleceu-se a definição de lentes esféricas delgadas e classificou-as em lentes de bordas e grossas e finas. Também se nomeou os principais

elementos de uma lente esférica delgada, tais como: vértice, centro de curvatura, raio de curvatura, foco e distância focal. Também, foi mostrado o comportamento óptico de uma das lentes utilizando uma simulação de minha autoria no software Algodoo.

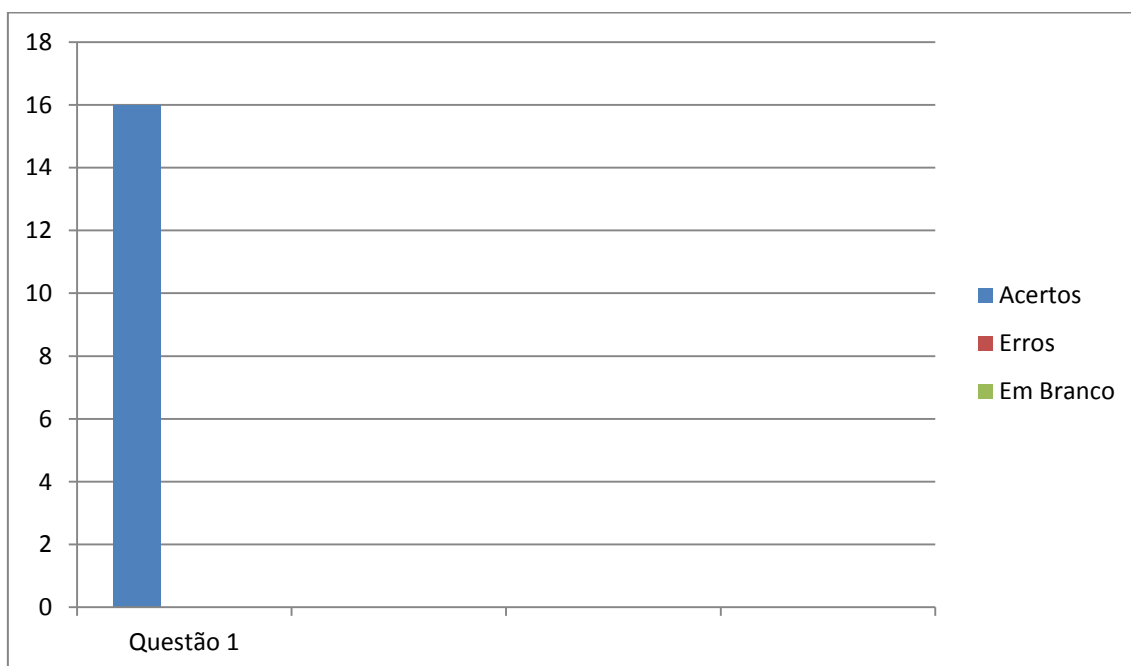
No segundo tempo de aula, foi entregue o questionário com cinco questões e cada aluno respondeu de acordo com o que ele observava na simulação.

6.3.1 Questão 1

A primeira questão deste questionário não teve nenhum erro; esta se tornou bastante simples por causa da simulação de nossa autoria que mostrava de maneira clara o que a questão requeria.

Esta questão perguntava qual era o comportamento óptico (convergente ou divergente) quando o índice de refração absoluto da lente era maior do que o índice de refração absoluto do meio no qual a lente estava inserida.

O gráfico abaixo mostra que a simulação em execução facilitou o entendimento do fenômeno de maneira que os alunos não tiveram dificuldade em responder à questão.

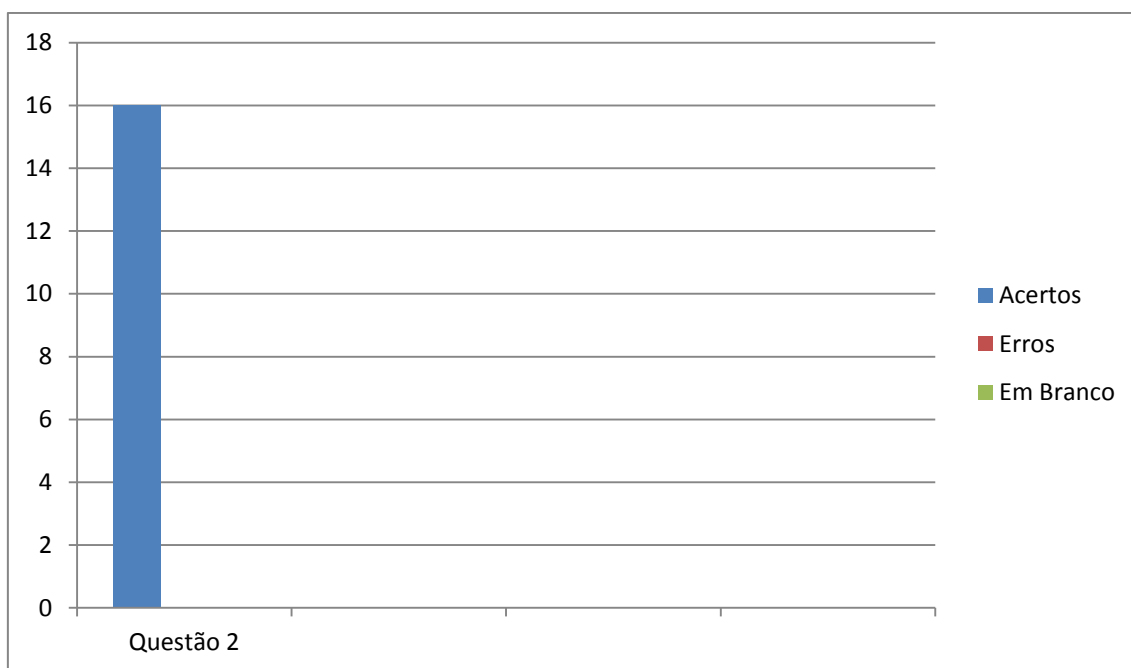


6.3.2 Questão 2

A questão 2 é um caso oposto ao que foi perguntado na questão 1 e, portanto, era esperado que nenhum aluno errasse a resposta.

Esta questão consistia em determinar qual é o comportamento óptico das lentes esféricas delgadas quando o índice de refração da lente é menor que o índice absoluto do meio no qual tais lentes estejam inseridas.

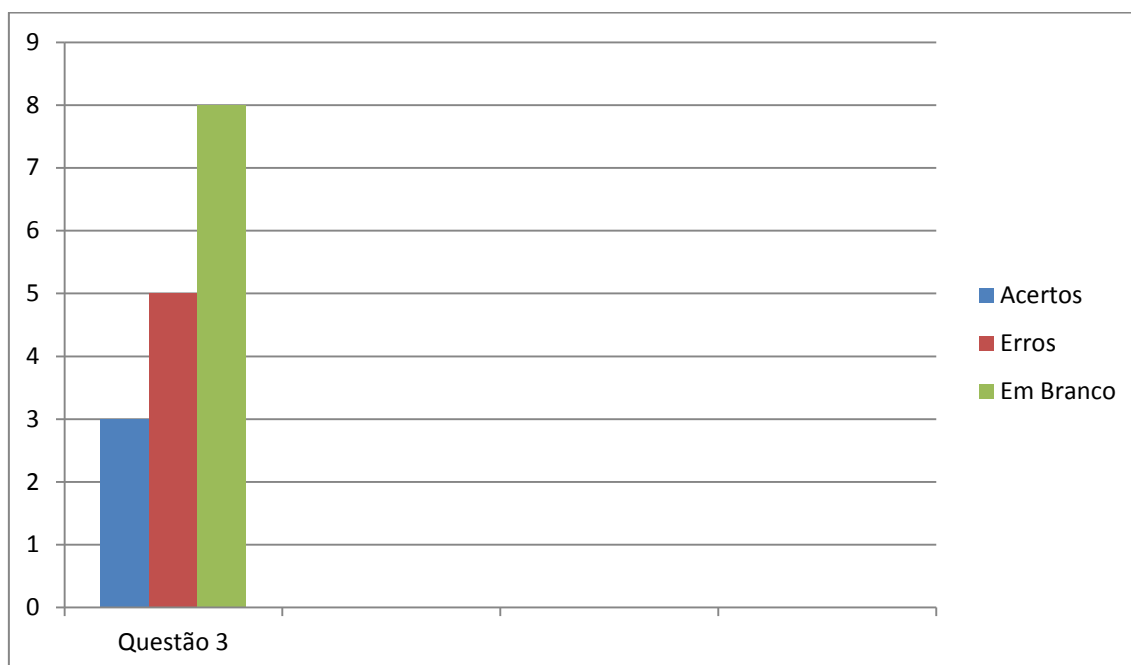
Como a resposta foi dada em função do que a simulação mostrava, todos acertaram sem maiores dificuldades (ou sem nenhuma dificuldade). Isto é representado no gráfico abaixo.



6.3.3 Questão 3

Esta questão exigia que o aluno medisse a distância focal de uma lente esférica utilizando para isso a equação de Halley. Existe uma régua (de minha criação) associada à lente que permite saber o valor da distância focal previamente. Após os alunos terminarem a questão, confrontamos o resultado encontrado com aquele observado na régua.

Por se tratar de uma questão de cálculo, a quantidade de respostas erradas e em branco foi bastante significativa, como mostra o gráfico a seguir:

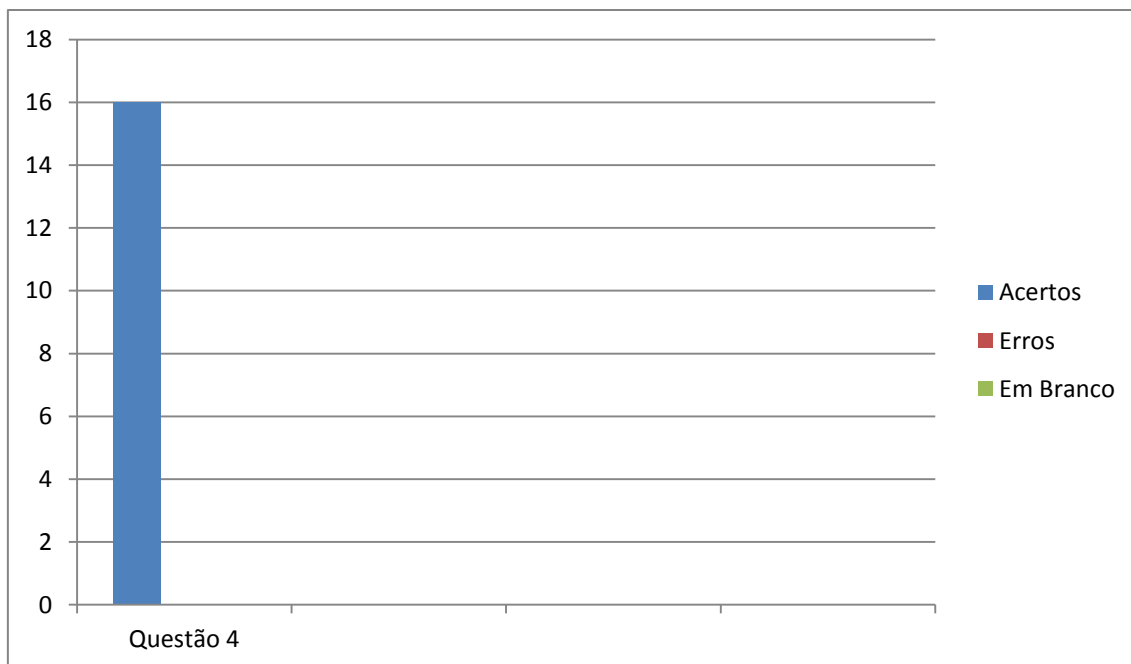


Perceba que a questão ficou bastante comprometida em função da dificuldade que eles têm em matemática. Tal dificuldade já foi explicitada neste trabalho e também já foi mencionado o motivo de tal dificuldade.

6.3.4. Questão 4

Esta questão consistia em dizer o que acontecia com a distância focal da lente quando o índice de refração absoluto da lente aumentava de 1,5 para 2,0. Como isso foi mostrado com muita clareza na simulação de nossa autoria, isso fez com que todos acertassem a questão.

Observe o gráfico que se segue que mostram o desempenho dos alunos nesta questão. Esse bom desempenho dos alunos é apresentado no gráfico a seguir:



6.3.5 Questão 5

Esta última questão consistiu em uma atividade para ser feita em casa, sendo esta repetir o exercício 3, mas, dessa vez, usando o índice de refração absoluto da lente como sendo 2,0.

Tal questão não entrou na análise desta dissertação, mas acreditamos que o desempenho não tenha sido tão satisfatório, uma vez que a pergunta envolvia cálculo.

6.4 Questionário 4: ametropias (defeitos de visão).

O quarto- e último- questionário também é constituído de 5 questões, porém baseadas nos defeitos de visão (miopia e hipermetropia).

Para esta aula, estavam presentes 17 alunos e todos responderam às cinco questões discursivas

A aula foi dividida em dois tempos de 50min. No primeiro tempo, definiu-se olho humano, nomeou-se as principais partes deste sistema e explicou-se a função que cada parte do olho para a formação da imagem de um objeto.

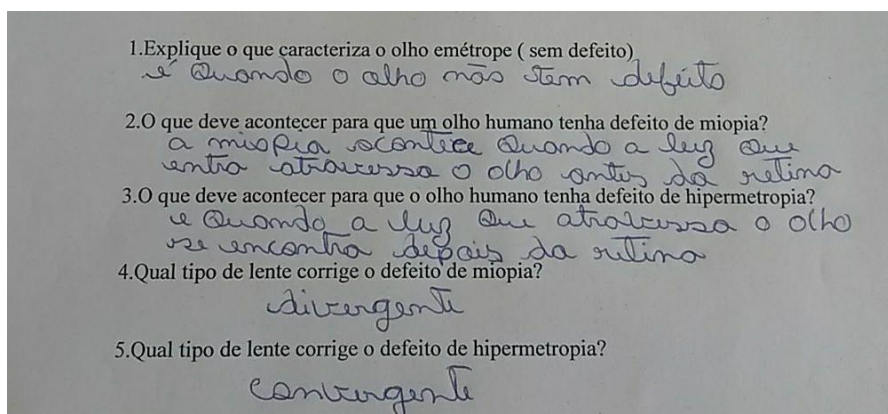
Ainda no primeiro tempo de aula, se explicou o defeito de miopia e hipermetropia que acomete o sistema visual humano. Neste momento da aula, também se usou as simulações de nossa autoria para mostrar como acontece tais defeito. Portanto, esta atividade também foi respondida com a simulação do Algodoo em execução. Em seguida, foi dado para cada aluno um questionário para ser respondido de acordo com o conteúdo e com a simulação em execução.

O questionário continha as seguintes perguntas:

1. Explique o que caracteriza um olho emétrepe.
2. O que deve acontecer para que um olho humano tenha defeito de miopia?
3. O que deve acontecer para que um olho humano tenha defeito de hipermetropia?
4. Qual tipo de lente corrige o defeito de miopia?
5. Qual tipo de lente corrige o defeito de hipermetropia?

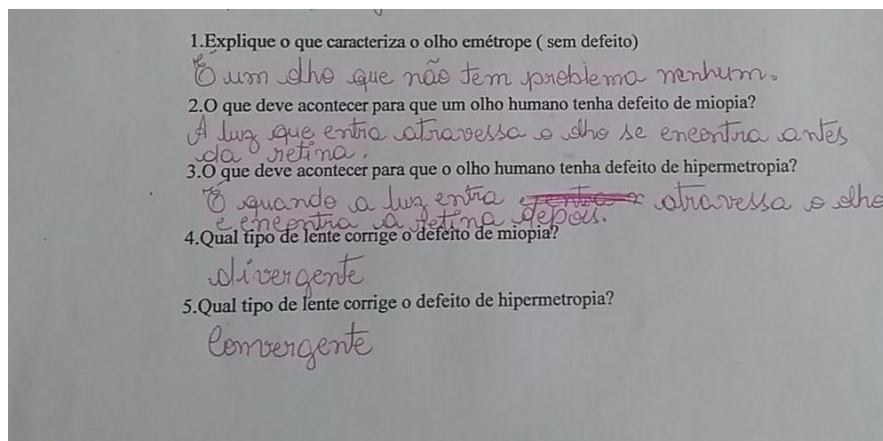
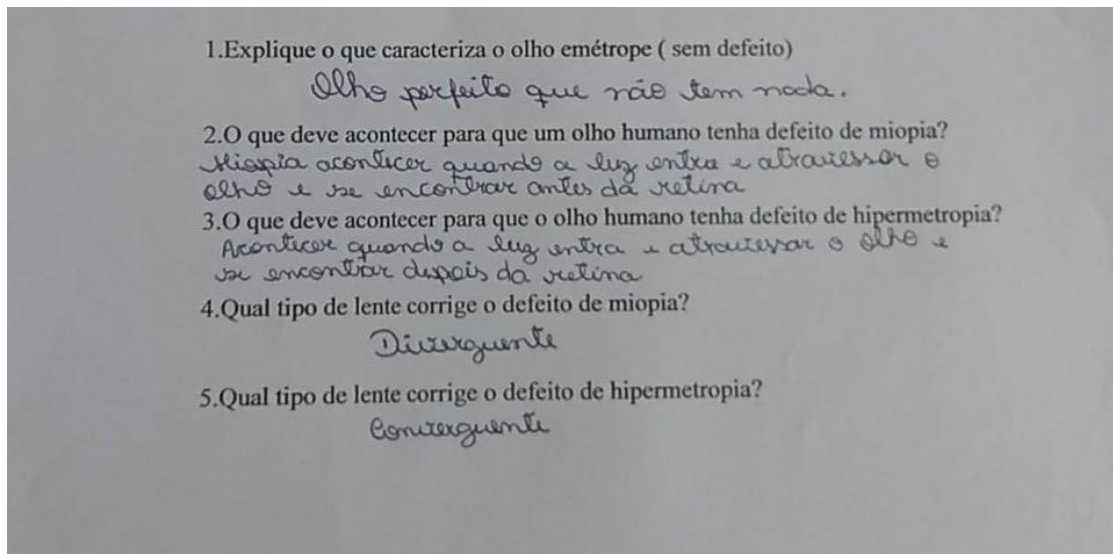
A análise deste questionário se relevou desnecessária, tendo em vista que todos os 17 alunos acertaram todas as cinco questões deste questionário. A seguir, veja a resposta dada por três alunos para este questionário.

Figura 14-Resposta dada pelo aluno



Fonte: autoria própria (2018).

Figura 15- Respostas dadas por diferentes alunos



Fonte: autoria própria (2018).

7. Considerações finais

Foi bastante proveitosa, apesar de muitas vezes árdua, essa caminhada em ensinar temas de refração utilizando simulações de nossa autoria com o software Algodoo.

Ao usar as ferramentas de simulações deste software na sala de aula, queremos uma maneira diferente de envolver e proporcionar reflexões com os estudantes sobre temas do conteúdo estudado.

No intuito de saber quais são os impactos que um software de simulação pode ter no processo de ensino-aprendizagem, chegamos a algumas conclusões fundamentalmente satisfatórias.

Tudo que os alunos expressaram nos questionários foram analisados, concomitantemente com a análise de suas condutas e manifestações durante a aplicação dos questionários.

Foi constatado, com certa facilidade, que os discentes gostam bastante de ter acesso a tecnologia. Todos eles demonstraram interesse pelas simulações que criamos no software Algodoo. Foi notória a alegria deles quando souberam que iriam ter contato com tecnologia nas aulas de Física.

Com o término de cada aula, foi diagnosticado que a maioria dos estudantes já se comportavam de maneira diferente no tocante aos questionamentos que dizia respeito aos fenômenos físicos, argumentado hipóteses mais bem elaboradas do que no início das aulas.

Diante disso, não restou dúvida que, quando utilizamos o software de simulação, isso tornou mais simples o mecanismo de abstração. Cada estudante conseguiu relacionar com grande facilidade os conceitos associados em cada fenômeno físico.

É importante lembrar que, apesar das várias Teorias da Aprendizagem serem aplicadas neste tipo de aula, é preciso que o professor seja o mediador em todo esse processo. Isso se deve ao fato de o professor fazer com que o aluno nunca perca o foco daquilo que está sendo ensinado.

Também é importante deixar registrado que não é uma tarefa fácil para o professor manter-se sempre atualizado aos avanços tecnológicos educacionais. Mesmo sendo assim, é preciso um esforço por parte do mesmo para está sempre interagindo com as ferramentas que já é de domínio pleno dos alunos na maioria das vezes: a tecnologia.

Dito isto, encerro esta dissertação com a prova de que o trabalho que aqui foi feito foi capaz de modificar uma prática pedagógica que pouco contribuía para o processo de ensino e aprendizagem.

8. Referências

AUSUBEL, David Paul. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

CARRARO, Francisco Luiz e PEREIRA, Ricardo Francisco. O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de eletrodinâmica, 2014.

GAVIRA, Muriel de Oliveira e PIRES JÚNIOR, Ecílio Oliveira. Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento, 2003.

GERMANO, Eloá Dei Tós. O uso de software Algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de física: simulações mudanças conceituais possíveis, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4.

NOZELA, Carina de Freitas Velloso. Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta)materiais refrativos, 2016.

PIRES JÚNIOR, Ecílio Oliveira. A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de física, 2014.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 4;

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

APÊNDICE - Questionários aplicados

Questionário 1- Refração de um Raio Luminoso

Professor: Fabiano Freire da Silva

Aluno:

1.Quando o raio de luz se propaga no vácuo e sofre refração penetrando no vidro, o raio luminoso refratado A) se aproxima ou se afasta da reta normal? B) A velocidade do raio luminoso aumenta ou diminui?

2.Quando o raio de luz se propaga no vidro e sofre refração penetrando no vácuo, o raio luminoso refratado A) se aproxima ou se afasta da reta normal? B) A velocidade do raio luminoso aumenta ou diminui?

3.Utilizando a equação $n = \frac{c}{v}$, determine a velocidade do raio luminoso refratado na situação da questão 1, sabendo que a velocidade do raio luminoso no vácuo é 300000km/s e que o índice de refração absoluto do vidro é de 1,5 (esse valor é fornecido pelo software). Compare o resultado encontrado com a resposta dada na questão 1 no item B.

4.Utilizando a equação $n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$, determine o ângulo de refração sabendo que o ângulo de incidência é 45° e que o índice de refração do vácuo vale 1. Compare o resultado encontrado com a resposta dada na questão 1 no item A.

5.Utilizando a equação $\sin(\theta_L) = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$, determine o ângulo limite para a placa de vidro, sabendo que o índice de refração absoluto do vácuo é 1 que o índice de refração absoluto do vidro é de 1,5.

6.Repita as questões 1, 2,3, 4 e 5 trocando a placa de vidro por uma placa de gelo. O valor do índice de refração absoluto do gelo é de 1,31. Compare as

respostas encontradas para o gelo com as repostas encontradas para o vidro.
Quais as diferenças?

Questionário 2- dispersão luz branca

Professor: Fabiano Freire da Silva

Aluno:

1.Observando a simulação e a explicação do professor, o que deve acontecer para se observar o fenômeno da dispersão?

2.O que caracteriza a dispersão?

3.A maneira como ocorre dispersão na gotícula de água é a mesma maneira que ocorre no prisma? Explique observando a simulação feita no Algodoo.

4.Qual das cores sofre menos desvio?

5.Qual das cores sofre mais desvio?

Questionário 3- lentes esféricas

Professor: Fabiano Freire da Silva

Aluno:

1.Qual é o comportamento óptico de cada lente quando o índice de refração absoluto da lente é maior que o índice de refração absoluto do meio no qual as lentes estão inseridas?

2. O que acontece com o comportamento óptico das lentes quando o índice de refração absoluto do meio no qual elas estão inseridas se torna maior que o índice de refração absoluto das lentes?

3. Utilizando a equação dos fabricantes de lentes, determine a distância focal da lente de bordos fino sabendo que o raio de curvatura de suas faces vale 0,16m, o índice de refração absoluto do meio óptico no qual ela está inserida vale 1,0 e que o índice de refração da lente vale 1,5

4. Quando aumentamos o índice de refração absoluto da lente para 2,0 o que acontece com a distância focal: aumenta, diminui ou se mantém constante?

5. Repita o exercício 3 e determine o novo valor da distância focal.

Questionário 4- defeitos de visão (ametropias)

Professor: Fabiano Freire da Silva

Aluno:

1. Explique o que caracteriza o olho emétrepe (sem defeito)

2. O que deve acontecer para que um olho humano tenha defeito de miopia?

3. O que deve acontecer para que o olho humano tenha defeito de hipermetropia?

4. Qual tipo de lente corrige o defeito de miopia?

5. Qual tipo de lente corrige o defeito de hipermetropia?