



REFRAÇÃO E REFLEXÃO INTERNA TOTAL DA LUZ: UM EXPERIMENTO ENGAJADOR PARA O ENSINO MÉDIO

LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA

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

Orientador:

Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho

Santo André
02/2020

REFRAÇÃO E REFLEXÃO INTERNA TOTAL DA LUZ: UM EXPERIMENTO
ENGAJADOR PARA O ENSINO MÉDIO

LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA

Orientador:
Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho

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

Aprovada por:

Prof. Dr. MARCELO OLIVEIRA DA COSTA PIRES

Prof. Dr. MIKIYA MURAMATSU

Prof. Dr. REINALDO LUIZ CAVASSO FILHO

Santo André
02/2020



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal do ABC
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato, LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA realizada em 18 de Fevereiro de 2020:



Prof.(a) MARCELO OLIVEIRA DA COSTA PIRES
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC



Prof.(a) MIKIYA MURAMATSU
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Prof.(a) LUCIANO SOARES DA CRUZ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Prof.(a) LUCIO CAMPOS COSTA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC



Prof.(a) REINALDO LUIZ CAVASSO FILHO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - Presidente

* Por ausência do membro titular, foi substituído pelo membro suplente descrito acima: nome completo, instituição e assinatura

 Universidade Federal do ABC

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do(a) autor(a) e com a anuência do(a) orientador(a).

Santo André/ SP

10 de Agosto de 2020

Assinatura do(a) autor(a):

André S. de Oliveira

Assinatura do(a) orientador(a):

[Assinatura manuscrita]

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Leandro Silva de
Refração e Reflexão Interna Total da Luz: Um experimento engajador
para o Ensino Médio / Leandro Silva de Oliveira. — 2020.

126 fls. : il.

Orientador: Reinaldo Luiz Cavasso Filho

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2020.

1. Ensino de Física. 2. Refração da Luz. 3. Reflexão Interna Total da
Luz. I. Cavasso Filho, Reinaldo Luiz. II. Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física - MNPEF, 2020. III. Refração e Reflexão Interna Total da
Luz: Um experimento engajador para o Ensino Médio.

Dedico esta dissertação à minha esposa Jaqueline, pela paciência durante a execução deste trabalho. A meu filho Vitor, por ter ouvido muitos não de mim. A minha vó Odete, que é uma mãe pra mim. As minhas irmãs Cristiane e Daiane, por sempre me apoiarem. Em especial ao Professor Doutor Reinaldo Cavasso, que neste período me orientou e ajudou a vencer inúmeros obstáculos que apareceram e por sempre me dar dicas valiosas.

Agradecimentos

A Deus por ter me permitido realizar esse trabalho, me concedendo saúde e sabedoria.

A todos os professores que participam do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela dedicação, paciência e pela forma brilhante que conduziram as suas aulas.

Aos integrantes do corpo discente, que hoje os chamo de amigos, pela troca de experiências e ideias no decorrer das aulas, sempre criando um clima de harmonia e amizade.

Ao Professor Doutor Reinaldo Luiz Cavasso Filho, que me orientou durante o Mestrado, sempre com ideias eficientes e incríveis, e que sempre esteve ao meu lado, mesmo quando tivemos que trocar o produto final do mestrado.

A meus amigos Cleber, Renato, Roberto e Rogério que me incentivaram a participar da seleção para o mestrado.

A Professora Doutora Claudia Nêris Palombo, por me ajudar com as referências deste trabalho e por suas palavras de apoio.

Ao Professor Doutor Rogério Soares Cordeiro, por sempre me incentivar e dar dicas de como fazer um memorial.

A Professora Doutora Luci Mendes de Melo Bonini, por ser a primeira pessoa a me dar dicas sobre a vida acadêmica e como ingressar no mestrado.

A todos os meus amigos que entenderam a minha ausência nas confraternizações durante este período.

A minha esposa Jaqueline Siqueira Lopes de Oliveira, que se mostrou uma mega parceira em todos os momentos.

A minha avó Odete Augusta Silva, por ter me dado um ótimo exemplo e por seu cuidado comigo nos momentos mais difíceis da vida.

Ao meu filho Vitor Siqueira Lopes de Oliveira, por ter entendido que não dava para brincar com ele nestes momentos, e que tudo será um pouco mais tranquilo a partir de agora.

A Universidade Federal do ABC por ter me proporcionado a realização desta etapa da minha vida com a conclusão deste mestrado.

A todos os meus alunos do 2º Ensino Médio, das turmas A, B e C por apoiarem o trabalho e se dedicarem aos estudos.

Aos Diretores e Coordenadores da Escola Estadual Homero Fernando Milano por sempre darem suporte quando necessitei das salas de multimídia e informática para trabalhar com os alunos.

Meu agradecimento a todos que participaram de forma direta ou indireta desta dissertação durante este período.

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

RESUMO

REFRAÇÃO E REFLEXÃO INTERNA TOTAL DA LUZ: UM EXPERIMENTO ENGAJADOR PARA O ENSINO MÉDIO

LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA

Orientador:

Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho

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

A proposta deste trabalho foi a elaboração de uma sequência didática focada em um experimento de reflexão interna total da luz e que tivesse um baixo custo, sendo atrativo e motivador para os alunos. Este experimento consiste em determinar o índice de refração de pedaços de vidros com espessuras diferentes usando a lei de Snell, demonstrada em sala de aula usando conceitos básicos de Física, Matemática e Geometria e fazem parte do currículo escolar do aluno. O experimento proposto é simples e custo mínimo para o professor. Além do experimento, a sequência didática elaborada consiste de etapas para engajar o aluno no processo de aprendizagem, e assim poder tirar o máximo de aproveitamento na realização da atividade experimental. Essas etapas são realizadas aula a aula e passam por criação de mapas conceituais e utilização de ferramentas digitais educacionais. A criação dos mapas conceituais resultou em dados anteriores e posteriores para análise de uma pesquisa qualitativa. A utilização de ferramentas digitais educacionais proporcionou um maior engajamento dos alunos na realização das atividades, por fazer parte da realidade da maioria deles, devido a familiarização que os mesmos possuem com o computador, celular e a internet. Aplicamos a proposta com sucesso em três turmas do 2º ano do ensino médio da rede pública com faixa etária entre 16 e 18 anos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequência Didática, Experimento, Lei de Snell, Mapa Conceitual, Ferramentas Educacionais Digitais.

Santo André
02/2020

ABSTRACT

REFRACTION AND TOTAL INTERNAL REFLECTION OF LIGHT: AN ENGAGING EXPERIMENT FOR HIGH SCHOOL

LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA

Supervisor:

Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (UFABC) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The purpose of this work was the elaboration of a didactic sequence focused on a low cost experiment of total internal reflection of the light, being attractive and motivating for the students. This experiment consists on determining the refractive index of pieces of glass with different thicknesses using Snell's law, demonstrated in the classroom using basic concepts of Physics, Mathematics and Geometry and are part of the student's school curriculum. The proposed experiment is simple and minimal cost for the teacher. In addition to the experiment, the didactic sequence consists of steps to engage the student in the learning process, and thus giving them the ability to conduce properly of the experimental activity. These steps are carried out class by class and go through the creation of concept maps and the use of educational digital tools. The creation of concept maps resulted in previous and later data for the analysis of a qualitative research. The use of digital educational tools provided a greater engagement of students in carrying out the activities, as it is part of the reality of most of them, due to the familiarity they have with the computer, cell phone and the internet. We applied the proposal successfully in three classes of the 2nd year of public high school with ages from 16 to 18 years old.

Keywords: Physics Teaching, Didactic Sequence, Experiment, Snell's Law, Concept Map, Digital Educational Tools.

Santo André
02/2020

Sumário

Capítulo 1	2
Introdução	2
Capítulo 2: Referencial Teórico	5
2.1 Aprendizagem Significativa de Ausubel	5
2.2 Construção de Mapas Conceituais	10
2.3 A Experimentação no Ensino de Física	14
Capítulo 3: Física da Refração e Reflexão da Luz	17
3.1 Princípio de Huygens.....	18
3.2 Princípio de Fermat	20
3.3 Reflexão interna total (e reflexão interna total frustrada)	23
Capítulo 4: Metodologia de pesquisa	25
4.1 Projeto da sequência didática	25
Capítulo 5: Elaboração e caracterização do produto educacional	29
5.1 Cronograma de execução da sequência didática.....	30
5.2 Planejamento e execução das atividades em cada aula	32
5.3 Detalhamento das atividades da sequência didática.....	34
5.3.1 Teste Diagnóstico	34
5.3.2 Atividades com os Mapas Conceituais	37
5.3.3 A Lei de SNELL.....	38
5.3.4 Simuladores	38
5.3.5 Experimento	40
5.3.6 Kahoot	42
5.3.7 O Diário de Bordo	47
Capítulo 6: Análise dos Resultados	48
6.1 Análise do Teste Diagnóstico	48
6.2 Análise dos Mapas Conceituais	50
6.3 Análise do Simulador.....	59
6.4 Análise do Experimento	63
6.5 Análise do Kahoot	69
Capítulo 7: Considerações Finais	73
Referências	76
Capa do Produto Educacional	79
APÊNDICE: Produto Educacional	80

Capítulo 1

Introdução

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no eixo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a experimentação é fundamental ao extenso processo de desenvolvimento das competências que o aluno deve adquirir na disciplina de Física. [BNCC, 2018]. Desta forma garante-se a construção do conhecimento pelo próprio aluno promovendo assim o protagonismo estudantil, engajando-o no processo de aprendizagem e intensificando sua curiosidade e o hábito de indagar sobre os aspectos culturais, sociais e tecnológicos do cotidiano, apropriando-se de linguagens técnicas e específicas da área. [BNCC, 2018]. Esses aspectos são claros no trecho da BNCC, 2018, quando diz:

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente.

O experimento é importante para o ensino de ciências e a falta de atividades experimentais é uma razão do fracasso dos alunos em seu processo de aprendizagem.

Apesar de ser um dos temas mais investigados no Ensino de Física, pouco se tem avançado para reverter as dificuldades dos alunos ao realizarem experimentos. Essa observação pode estar relacionada não só com as deficiências dos alunos no processo de aprendizagem e ao alto custo de realizar os experimentos, mas também na compreensão dos professores sobre o papel da atividade experimental na aprendizagem da disciplina aliada à resistência dos mesmos em admitir suas deficiências metodológicas.

Segundo [Terrazan 1997]

A despeito das dificuldades encontradas em nossas escolas secundárias, os professores muito raramente abrem espaço na sua programação para inserir atividades experimentais. Simples demonstrações que sejam, jamais serão realizadas. Apesar dos professores admitirem que são limitadas, do ponto de vista da aprendizagem dos alunos, as aulas expositivas continuam dominando o cenário da Física escolar. Pior ainda, sempre baseadas em alguns dos livros didáticos de Física, normalmente de péssima qualidade, que inundam as nossas livrarias.

Mas existe certo preconceito por parte de muitos professores quanto ao uso de atividades experimentais, pois para a utilização das mesmas se exige muito trabalho e planejamento por parte do professor.

Agrega-se a isso a questão da formação do professor que leciona física. Em geral muitos deles lecionam a disciplina nas escolas públicas, porém são formados em matemática e não possuem formação específica em física, tendo pouco domínio na formação conceitual e também na experimental. Isso faz com que o professor deixe de propor situações fenomenais do cotidiano do aluno ou até mesmo de situações totalmente desconhecidas pelo aluno. Alega-se ainda o pouco tempo na carga horária do professor. Esse pouco tempo limita o professor de introduzir a experimentação atrelando com as aulas teóricas. A necessidade de tempo acaba provocando uma desvalorização e um possível desuso deste recurso didático. Entretanto, observa-se que a conceituação relacionada à experimentação é muito vasta e não se deve limitar apenas em experimentos classificados pela literatura como sendo “o mais do mesmo”. Esses experimentos, em geral, requerem um investimento econômico significativo e muitas vezes, não fazem sentido algum para os alunos.

Os experimentos devem ser investigativos e contextualizados. É preciso investir na ideia de atividades experimentais que apresentem, além dos conteúdos de Física, situações-problema e fenômenos do cotidiano. É notória a importância existente no ensino experimental para a compreensão, comprovação e aprimoramento de conhecimentos previamente adquiridos pelo aluno. O Laboratório é um local onde os alunos têm a oportunidade de conhecer experimentos que os levem a aplicação da teoria vista em sala de aula, assim como observar, explicar e reproduzir fenômenos ocorridos na natureza. A proposta é priorizar a construção do conhecimento pelo próprio aluno, através da sua curiosidade e seu poder de questionamento. O professor deve fornecer informações que deem ênfase ao papel

da experimentação, ligadas às situações e fenômenos que estão ao seu alcance, em casa, na escola ou na rua, vivenciados no seu dia a dia.

Mas o que se pode fazer quando a escola não dispõe de recursos para montar um laboratório didático que possa fornecer o processo de produção científica? O que fazer para que a atividade experimental mesmo em laboratório faça sentido ao aprendizado cotidiano do aluno? Seria possível produzir atividades experimentais com roteiros, para que possam ser realizadas pelos alunos de tal forma que despertem a sua criatividade, e que não perdessem o sentido científico da investigação? Que resultados se podem obter adotando essa metodologia de caráter experimental, no sentido de melhorar no aluno as suas habilidades de observação e reflexão sobre conteúdos dentro da Física?

As atividades planejadas têm algumas características da investigação científica realizada nos laboratórios de Física, tais como roteiros experimentais e sequências didáticas interativas com utilização de ferramentas digitais educacionais. Essas atividades têm como finalidade criar as competências exigidas para o tema proposto a partir das atividades promovidas.

As aulas foram elaboradas para que os alunos pudessem interagir e aplicar os conhecimentos adquiridos. Eles observam os fenômenos, formulam perguntas e tiram suas conclusões.

O experimento de reflexão interna total da luz utiliza materiais de baixíssimo custo, como cacos de vidro de diferentes espessuras e uma ponteira laser.

É necessário ao professor pesquisar formas, recursos e metodologias diferentes para modificar qualitativamente o processo de ensino-aprendizagem em Física. Hoje, com turmas cada vez mais heterogêneas, uma mesma metodologia pode funcionar com uma turma e falhar com a outra.

O professor deve buscar ferramentas e conhecimento de uma pedagogia transformadora que possibilite a motivação pelas aulas e que os alunos possam compreender a Física como parte de seu cotidiano.

Uma das ferramentas que possibilita a pedagogia transformadora são os mapas conceituais. Eles permitem fazer uma avaliação qualitativa de forma a identificar uma aprendizagem significativa e que faça sentido para o aluno.

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma sequência didática que faz o uso de experimento de baixo custo e ferramentas educacionais digitais, visto

que práticas experimentais em sala de aula tornam a aula mais atrativa e estimulam o interesse do aluno, além de colocar o aluno como protagonista durante o processo de aprendizagem de modo a engajá-lo na execução das atividades.

O objetivo específico deste trabalho é relacionar o conteúdo tratado em aulas teóricas com o cotidiano, alavancando a motivação e interesse do aluno em aprender Física, possibilitando um melhor aprendizado e maior conexão entre os conceitos de Óptica em sua vida, tornando o conteúdo mais significativo. Com a execução do experimento pretende-se auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de observação e reflexão ao manusear o mesmo, e despertar o seu senso crítico-científico. Ao estimular os professores com a apresentação desta sequência didática, espera-se que ele consiga realizar um Ensino de Física de forma atrativa e desperte o interesse dos alunos dentro das atividades experimentais.

Essa dissertação tem a seguinte disposição: O Capítulo 2 apresenta os aspectos relacionados a Conhecimentos prévios, a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Construção de Mapas Conceituais, a experimentação no Ensino de Física e a Óptica como aprofundamento do tema para o professor que vir a usar esta sequência didática. No Capítulo 3, são apresentados os projetos do trabalho, lugar da realização do trabalho, turmas que executaram o trabalho e material a ser utilizado na sequência didática. O Capítulo 4 apresenta as etapas da sequência didática e das atividades do produto criado descrevendo todo o desenvolvimento do trabalho. No Capítulo 5, é apresentada a discussão de resultados e a avaliação qualitativa realizada na execução da sequência didática deste trabalho, com todos os dados obtidos durante a execução do mesmo, podendo verificar se as atividades propostas fizeram sentido para os alunos. No Capítulo 6, são apresentadas as observações feitas sobre o trabalho, e contará com opiniões e reflexões dos alunos sobre as atividades aplicadas. O Capítulo 7 apresenta as conclusões finais. Por fim, é apresentado o APÊNDICE, no qual segue o Produto Educacional com todas as etapas descritas passo-a-passo dessa sequência didática, que contém o modelo para produção de mapas conceituais, a apresentação em *slides* sobre mapas conceituais, o experimento de refração e reflexão total da luz, o roteiro para a execução das atividades no simulador e o tutorial do Kahoot.

Capítulo 2: Referencial Teórico

2.1 Aprendizagem Significativa de Ausubel

Diferentes fatores contribuem para as dificuldades de aprendizagem, entre eles estão a falta dos conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos científicos, e a existência de erros conceituais sobre determinado assunto, não tendo a compreensão do assunto estudado. A compreensão recebe diversas terminologias usadas por diversos autores. Neste trabalho, a compreensão será tratada como “conhecimentos prévios” pela variedade de conhecimentos que os alunos trazem na sua bagagem de experiências de vida sobre determinados assuntos tratados em sala de aula.

De modo particular, o conhecimento prévio conceituado por [Ausubel 2003, p. 85] é aquele caracterizado como declarativo, mas pressupõe um conjunto de outros conhecimentos procedimentais, afetivos e contextuais, que igualmente configuram a estrutura cognitiva prévia do aluno que aprende. Ausubel atribui o conhecimento prévio a uma possibilidade a mais para melhoria do processo ensino-aprendizagem pois ele propõe a necessidade de se identificar conceitos iniciais, que na teoria da aprendizagem significativa seriam denominados de âncoras, subsunçores ou mesmo integradores, de modo a funcionarem como estruturas integradoras de novos conceitos apresentados em sala de aula. Ausubel está se referindo, segundo [Brum 2014]

À situação de ancoragem, ou seja, ao processo de integração de novos conteúdos à estrutura cognitiva do sujeito. Há uma compreensão de que a aprendizagem não ocorre como uma simples assimilação dos conhecimentos que são ensinados pelo professor, mas uma reorganização e desenvolvimento dos conhecimentos prévios dos estudantes, processo complexo que denominamos mudança conceitual.

Partindo da teoria de aprendizagem de Ausubel, é possível o professor impulsionar os conhecimentos prévios dos alunos, quando o aluno se permite conhecer que ideias anteriores se relacionam com ideias novas. De acordo com [Mendes, 2010] são os conhecimentos derivados da primeira leitura de mundo por parte dos indivíduos, e da necessidade que os mesmos têm de responder e resolver os problemas do cotidiano que tornam a aprendizagem significativa.

Quando o professor busca identificar os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo, ele pode se indagar: será que sempre os alunos têm conhecimentos prévios sobre este assunto? Mas o que se observa é que diante de um novo conteúdo, os conhecimentos prévios dos alunos podem ser mais ou menos elaborados e complexos. Como ressalta Brum,

... o papel do professor ganha relevância e importância, ao contribuir para que o estudante desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos despertando o senso crítico. Desse modo, cabe ao professor colocar-se como ponte entre estudante e conhecimento e cabe ao estudante participar ativamente desse processo. [Brum 2014]

Para Ausubel, aprender significativamente é ampliar e reajustar ideias já existentes na estrutura cognitiva e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conhecimentos. "Quanto maior o número de elos feitos, mais consolidado estará o conhecimento". [Ausubel].

Pensada para o contexto escolar, essa teoria leva em consideração a história do aluno e ressalta o papel dos professores na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem. De acordo com Ausubel, existem duas condições para que a aprendizagem significativa aconteça: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa estar disposto a relacionar o novo conteúdo de forma consistente com os seus saberes adquiridos ao longo do tempo.

Ensinar sem levar em consideração aquilo que o aluno já sabe, segundo Ausubel, é um esforço insignificante, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar ou formar elos, ou seja, o aluno não consegue agregar significado ao conhecimento que já possuía. Mas, como já foi mencionado, ao que se refere ao desafio diário de tornar a aula prazerosa, motivadora e instigante, mesmo que, na visão do professor, tenha dado a sua melhor aula, é o aluno que determina se houve ou não a compreensão do tema. Algo que só irá acontecer se ele for um agente ativo e autônomo. E de nada adianta desenvolver uma aula teórica com um desfecho experimental, se ela for direcionada de forma mecânica e automática, sem permitir a reflexão e assimilação de novos significados pelos alunos.

Durante o processo de aprendizagem o aluno não pode ser visto como um receptor passivo, já que deve utilizar-se dos conhecimentos interiorizados antes, de maneira subjetiva e não de forma arbitrária ou impositiva. De forma que, quanto maior o nível dos conhecimentos que já existiam anteriormente, maiores as possibilidades de assimilar os novos conteúdos.

Dessa forma, é possível dizer que ninguém internaliza o conhecimento novo, da mesma forma como o mesmo é mostrado, pois existe ainda o fator da interação entre ideias, ou da relação que é estabelecida com os conhecimentos adquiridos anteriormente, para, a partir deste ponto, haver aprendizagem. Como destacado por Santos,

Aprender, portanto, não é acumular informações, mas construir novas redes conceituais, utilizando as concepções, a lógica e a linguagem que foram construídas previamente. Com esses elementos é que o sujeito dá significado a toda nova informação e a integra em sua estrutura cognitiva modificando, eventualmente, ou seja, o estudante irá incorporar aquela informação a qual pode dar um significado específico e que possa integrá-la às já existentes. O que o estudante construiu previamente é o que vai determinar o que poderá aprender, é o que marca os limites do que poderá aprender. Logo, para que o estudante possa aprender, aquilo que se ensina deve adequar-se ao que ele sabe e é capaz de aprender. (Santos e Frenedo 2015)

Compreende-se que a aprendizagem deva ser baseada na assimilação e acomodação de significados entre aqueles que participam do processo e pelo desequilíbrio produzido pela oposição entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento.

Verificar os conhecimentos prévios dos alunos para preparar a aula é um processo relacionado diretamente à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, usada para analisar o processo de aprendizagem tendo como fator mais importante, o conhecimento que o aluno já tem.

A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos conceitos. Esta aprendizagem ocorre na medida em que uma determinada ideia, ao ser aprendida, pressupõe uma modificação na estruturação do conhecimento, bem como o alargamento das ideias iniciais. Podemos até usar uma frase atribuída a Albert Einstein para relacionar com a ideia de Aprendizagem Significativa. “A mente que se abre para uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original”.

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo [Moreira 2012]. De acordo com [Araújo 2012]:

Isto acontece quando a nova informação "ancora-se" nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Neste processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel chama de conceito "subsunção".

E segundo [Moreira 2011]

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ancoradouro para novas ideias, conceitos ou proposições.

É importante destacar que no processo de aprendizagem significativa a relação, não-arbitrária e não-literal, que ocorre entre os subsunçores e novo conteúdo não é uma mera conexão, é algo mais “forte”, sendo que, tanto a nova informação quanto aquela que o aluno já possui se modificam no processo de aprendizagem.

Com base na ideia de interação entre os subsunçores e os novos conhecimentos, Ausubel identifica três tipos de aprendizagem significativa, à saber:

a) representacional:

De acordo com [Moreira 2010]

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa.

Um exemplo desse tipo de aprendizagem seria o de reconhecer o significado da letra n na lei de Snell.

b) conceitual:

Segundo [Moreira 2010]

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível.

O exemplo de aprendizagem conceitual seria como aplicar a lei de Snell em um exercício.

c) proposicional:

Para [Moreira 2010]

A aprendizagem proposicional implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos.

Um exemplo deste tipo de aprendizagem seria o entendimento sobre aplicações cotidianas da lei de Snell.

Além dos três tipos de aprendizagem, Ausubel distingue entre três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório.

a) **Subordinada:**

Segundo [Moreira 2010],

A aprendizagem significativa é dita subordinada quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

Um exemplo desta forma de aprendizagem seria estudar os conceitos de equação e geometria, e estes serem conectados ao conceito de óptica geométrica, enriquecendo o que já foi estudado.

b) **Superordenada:**

De acordo com [Moreira 2010]

A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos, como no exemplo dado.

Para esta forma de aprendizagem [Moreira 2009], exemplifica através dos conceitos envolvidos no princípio da conservação da energia.

Aprendemos primeiramente a identificar os diferentes tipos de energia, mais precisamente a energia cinética (movimento) e a potencial (posição) onde se transformam uma na outra a decorrer de um efeito físico. Depois que aprendemos a identificar esses conceitos obtemos agora novos subsunçores bem elaborados e diferenciados em nossa estrutura cognitiva que no caso seria as transformações das energias Cinética e Potencial, mas não sabemos ainda que estas fazem parte de algo maior, mais geral e inclusivo: a Energia Mecânica. Estas energias estão relacionadas com um dos princípios mais fundamentais da Física, o da Conservação de Energia, onde os estados antes e depois do acontecimento permanecem constantes, ou seja, a transformação de uma energia em outra antes e depois do ocorrido permanece constante. A partir deste momento o aprendiz pode perceber que os seus subsunçores (Energia Cinética e Potencial) representam um caso particular de algo mais geral que no caso seria o da conservação da energia mecânica

c) **Combinatória:**

[Moreira 2010] coloca que:

Aprendizagem combinatória é, então, 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, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do

que os conhecimentos originais. Têm alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

Por exemplo, Ausubel [apud MOREIRA 2009] coloca o exemplo de Massa e Energia como um exemplo da aprendizagem combinatória vista na equivalência entre estes conceitos.

Os conceitos de massa e energia não são subordinados e nem superordenados uns aos outros e muito menos na proposição que estabeleça suas equivalências, mas ainda assim existe interação entre esses conceitos, caso contrário não existiria a aprendizagem significativa. Entretanto, estes conhecimentos fazem parte do conteúdo de Física que é relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz, desde que o indivíduo tenha os subsunçores adequados, caso contrário os conceitos de massa e energia não seriam potencialmente significativos.

O resultado da interação entre o novo conteúdo potencialmente significativo e uma ideia presente na estrutura cognitiva é denominado *assimilação*, o que origina uma estrutura mais diferenciada, sendo que boa parte da aprendizagem significativa é fundamentalmente a assimilação dos novos conteúdos.

2.2 Construção de Mapas Conceituais

Para que todo esse processo possa ser possível, é importante usar um instrumento que auxilie o aluno na apropriação dos conhecimentos abordados durante as aulas. Esses são os Mapas Conceituais, porém na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel desenvolvida no início da década de 1970 por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, Ausubel nunca falou de mapas conceituais em sua teoria.

Os mapas conceituais são instrumentos que promovem a aprendizagem significativa podendo ser usado como recursos de obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, instrumentos de avaliação dos conceitos prévios do aluno sobre determinado assunto ou tema. Mesmo possuindo uma organização hierárquica e, muitas vezes utilizem setas, [Moreira 2012] alerta que:

Tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres,

associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinópticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los.

O procedimento de produção de um mapa conceitual começa na identificação e elaboração de uma lista de conceitos importantes. Tais conceitos deverão ser estabelecidos numa classificação dos mais abrangentes, dos mais gerais, para os menos gerais. Os conceitos devem vir listados abaixo de cada um, de modo que depois devem ser escritas as relações entre os conceitos, que serão os elementos identificadores das linhas que ligarão os conceitos no mapa.

Ao construir o mapa conceitual, o aluno deverá entender que o mesmo será seu norte orientador durante a evolução do seu conhecimento, a partir disso deverá ficar claro para si as suas dificuldades de entendimento do conteúdo em estudo.

A teoria sobre os Mapas Conceituais foi desenvolvida na década de 70, pelo professor norte-americano Joseph Novak. De acordo com ele, mapa conceitual é uma ferramenta para organizar e representar conhecimento. O mapa conceitual é baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, como sendo uma representação gráfica em duas dimensões de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. Os conceitos aparecem dentro de caixas ou diagramas, enquanto que as relações entre os conceitos são especificadas através de frases de ligação nos arcos, ou nos segmentos de reta, que unem os conceitos. Essas frases de ligação são chamadas de proposição. As proposições por sua vez são uma característica particular dos mapas conceituais, comparados a outros tipos de representação, como os mapas mentais.

Ainda que tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não podem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, já que não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Em mapas de conceitos as novas ideias e informações são aprendidas na medida em que há pontos de ancoragem, onde as modificações acontecem na estrutura cognitiva e não apenas em acréscimos. Auxiliam na ordenação e na sequenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno.

Mapas Conceituais podem ser usados como um instrumento que se aplicam às diversas áreas do ensino e da aprendizagem escolar, como planejamentos de currículo, sistemas e pesquisas em educação. Desta forma, são considerados como ferramentas importantes no aprimoramento da aprendizagem significativa, uma vez que a organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento é o reflexo da sua estrutura cognitiva. Por isso, os mapas conceituais são dinâmicos e estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa.

Como exemplo, o mapa conceitual da Figura 2.1, foi construído a partir de alguns conceitos básicos da teoria de David Ausubel.

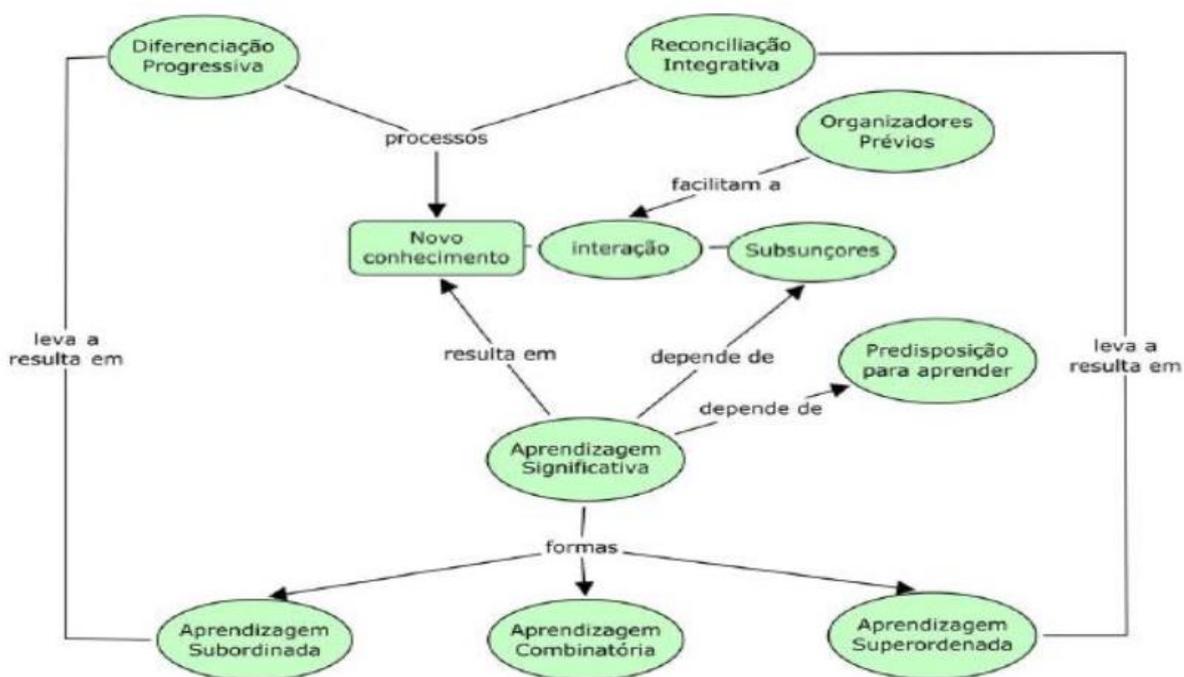


Figura 2.1 Mapa conceitual da teoria de Ausubel, Moreira (2006)

Os mapas conceituais podem ser utilizados de diversas maneiras e em diferentes etapas do processo de ensino e aprendizagem: na elaboração e análise de uma proposta curricular, como recurso didático e para avaliar os alunos, por exemplo.

Nas situações, tanto de ensino e/ou instrumento de avaliação, os mapas:

- ✓ Ajudam o educando a tornar explícitos os conceitos-chave ou proposições aprendidas, além de mostrar as ligações entre novos conhecimentos e os já conhecidos;
- ✓ Permitem, ao professor, determinar as etapas para a organização de significados e identificar conceitos mais relevantes;

- ✓ Permitem separar a informação significativa daquela trivial;
- ✓ Permitem, ao educando, compreender seu papel como aprendiz e esclarecem o papel do professor criando uma atmosfera de aprendizado mútuo, pautado pelo respeito.

Quando utilizados como instrumento de avaliação, os mapas conceituais têm a finalidade de analisar os processos de pensar dos alunos, ou seja, é verificar o que o aluno sabe em termos conceituais. Um mapa conceitual pode ajudar o professor na finalidade diagnóstica da avaliação, na análise do conhecimento prévio dos alunos, auxiliando a aprender sobre a natureza da construção do conhecimento. Mas [Moreira 2006] faz uma advertência:

A avaliação não deve ter como objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos.

A postura dos alunos é de autonomia devido à avaliação diferenciada do seu trabalho pelo professor. O aluno não é julgado pelo professor. Não existe um mapa certo ou errado. Não há um tamanho padrão para o mapa nem um número exato de relações entre conceitos a serem estabelecidas. O aluno está completamente livre para organizar o seu conhecimento, modificar o seu mapa quantas vezes forem necessárias até achar que este reflita de maneira aproximada, é claro, a sua maneira de ver o mundo. Isso corrobora com a ideia de [Moreira 2006] ao dizer que, tanto mapas usados por professores como recurso didático como mapas feitos por alunos em uma avaliação têm componentes idiossincráticos. Isso significa que não existe mapa conceitual “correto”.

Isto não significa, no entanto, que o mapa não deva ser avaliado, mas não pelos parâmetros tradicionais de “certo e errado”. Os mapas devem ser definidos quanto à predominância do caráter associativo (atributos) ou do caráter classificatório (categorias) e, a partir da opção por parte do aluno ou por sugestão do professor, será analisada a sua relevância. Um mapa pode ser avaliado em alguns critérios, tais como ser coerente, coeso, criativo, expressivo, lógico, ter muitas proposições, ligações transversais ou cruzadas (ramificações) e ainda terem exemplos. Dependendo do conceito estudado e do tipo de mapa escolhido, os adjetivos citados anteriormente terão pesos diferentes na avaliação.

Ao se fazer a análise de mapas conceituais, o importante não é se o mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Dessa forma, ao se utilizar mapa conceitual como um método avaliativo, deve-se entendê-lo como uma técnica não tradicional e qualitativa, objetivando observar como o aluno estrutura, organiza, hierarquiza, integra e relaciona conceitos de um conteúdo em estudo, objetivando obter evidências de aprendizagem significativa. Deve ser utilizado preferivelmente quando os alunos já possuem certa familiaridade com o conteúdo. Assim, os mapas de conceitos são bons instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aluno, averiguando além dos subsunçores já existentes, as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva durante a instrução [Moreira 2006].

2.3 A Experimentação no Ensino de Física

As dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem da Física não são novidades para os alunos e professores. Pois os conteúdos são aplicados em sala de aula de forma tradicional, onde se prioriza somente a memorização de leis, fundamentos e conceitos, e excesso de expressões matemáticas, tudo aplicado num contexto que não pertence ao aluno. Tudo isso provoca uma aula sem atrativos e produzem uma população de alunos que não conseguem ver sentido algum no que está sendo ensinado pelo professor, que na maioria das vezes, dá uma extrema importância a uma física voltada para a resolução de exercícios e deixa em segundo plano o sentido da física conceitual e experimental.

De acordo com [Alves 2006]

As questões relativas ao processo ensino-aprendizagem em Física, principalmente em nível médio, têm sido tema de várias pesquisas nessas últimas décadas, as quais têm identificado várias causas para tal situação; dentre elas, se destacam o grande número de alunos por turma, a falta de professores habilitados para ministrar a disciplina, a quase inexistência de equipamentos e atividades práticas/experimentais, a falta de domínio do conteúdo por parte dos professores, as dificuldades metodológicas e didáticas e, principalmente, a concepção do professor sobre o processo ensino-aprendizagem da Física.

É sabido que professores de Física, em sua prática pedagógica, insistem no formalismo matemático ao ensinar Física a seus alunos durante toda a carga-horária

que é destinada para ensinar o currículo, esquecendo-se de aplicar ou demonstrar o caráter fenomenológico do conteúdo, por meio de experimentos, que são os momentos mais esperados pelos alunos numa aula de Física. O professor acaba deixando de lado o questionamento físico do fenômeno em estudo, seja nas aulas teóricas, seja nas aulas experimentais (quando existem), não permitindo que a análise de forma crítica a observação de fenômenos naturais presenciados no seu dia a dia.

Mesmo que exista a proposta de trabalhar práticas experimentais no currículo de Física, muitos professores não possuem a familiaridade com esta atividade e, os que se dispõem a executar esta atividade, o fazem por meio de aulas estruturadas através de roteiros experimentais pré-estabelecidos, como se fossem uma receita milagrosa, indicando ao aluno procedimentos a serem seguidos na utilização do aparelho e na coleta de dados, sendo um trabalho de mera execução de tarefas. Como os resultados já são previamente conhecidos, a atividade se torna apenas uma verificação de leis estudadas em sala de aula dos livros didáticos ou apostilas, em que não há interação do sujeito com o objeto em estudo. O desenvolvimento das atividades experimentais para [Alves 2006], podem ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar Física.

Conforme [Villatorre *et al* 2008]

A estratégia de ensino de Física com base em experimentos é defendida por diversos investigadores e educadores no ensino de Ciências, do ponto de vista do ensino cognitivista, pois quando a meta do professor é atingir uma aprendizagem significativa por meio da problematização.

O professor precisa compreender que os conhecimentos prévios que o aluno traz consigo são uma forma pessoal de abstração e percepção que ele tem do mundo. Segundo [Moraes e Silva Junior 2014] apostar em uma nova didática não significa apenas atrair o aluno a uma sensação de novidade que uma atividade experimental pode proporcionar, mas sim, utilizar desse artifício para construir um conhecimento mais próximo da sua realidade.

Se o professor quer focar suas atividades experimentais na aprendizagem significativa, ele deverá adotar um enfoque investigativo. Estando os alunos embasados na investigação, eles deverão participar ativamente de todos os processos da experimentação, não fazendo somente o que foi proposto pelo roteiro

de prática do professor. A tendência é que o aluno obtenha uma aprendizagem que vá além da vida escolar e percorre sua vida cotidiana. Como menciona Moraes e Silva, [Moraes, 2014].

A prática experimental é uma ferramenta bastante útil no ensino aprendizagem de ciências, em especial a Física. Pois os conhecimentos adquiridos teoricamente em sala devem proporcionar ao aluno a capacidade de conciliar o seu cotidiano à teoria de forma prática e pedagógica, expondo suas ideias, pensamentos e críticas. Uma forma de incentivar os alunos a participarem mais das aulas é tornar os experimentos didáticos mais próximos de sua realidade e cotidiano, implementando recursos e instrumentos tecnológicos na prática experimental. Mesmo porque, é interessante que a forma de linguagem utilizada em sala de aula seja proporcional ao contexto do aluno, principalmente quando se tem como finalidade a construção de novos pensamentos e conceitos.

Dessa maneira, há a necessidade das aulas práticas no ensino de Física, para que ocorra uma compreensão do conteúdo, e uma associação da física com o dia a dia do aluno de forma lúdica, coerente e atual, de tal que ele interaja e observe algumas leis que regem o seu cotidiano, vendo a Física não como um emaranhado de cálculos matemáticos e teorias.

Usualmente realizar aulas práticas exige um investimento muito alto para as escolas da rede pública, por isso a necessidade de realizar os experimentos de baixo custo nas demonstrações de conceitos da Física durante as aulas.

Conjecturando sobre experimentos de baixo custo, pensamos em que experimento seria factível com as tão conhecidas canetas lasers que se encontram em camelôs e de fácil acesso a maioria dos alunos, e fizesse parte do currículo escolar. Assim chegamos ao experimento apresentado na dissertação.

Capítulo 3: Física da Refração e Reflexão da Luz

Quando um feixe de luz passa de um meio material transparente e homogêneo para outro, parte da luz é refletida na interface entre os meios e parte refrata. A figura 3.1 mostra dois meios transparentes e sua interface, bem como o feixe de luz incidente, o refletido e o refratado. Cada um dos meios é caracterizado por um parâmetro adimensional denominado índice de refração definido por $n = c/v$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e v no meio.

O índice de refração é um parâmetro que mostra como a luz interage com diferentes meios.

Os ângulos de reflexão Φ_1 e refração Φ_2 são tais que:

- O raio refletido e o refratado estão no mesmo plano definido pelo raio incidente e a normal à interface no ponto de incidência, que é chamado de plano de incidência.
- O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.
- Os ângulos de incidência e refração estão relacionados pela lei de Snell:

$$n_1 \cdot \text{sen}\Phi_1 = n_2 \cdot \text{sen}\Phi_2 \quad (1)$$

- A intensidade da luz refletida ou refratada depende da diferença de índices de refração entre os meios e do ângulo de incidência (os coeficientes de transmissão e reflexão são dados pelas equações de Fresnel). Um caso particular simples é o de incidência normal em um meio não absorvedor; a fração de luz refletida na interface é dada por:

$$R = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 \quad (2)$$

A fração de luz transmitida é obviamente $T = 1 - R$, uma vez que não há absorção. Para o caso da interface vidro/ar, a intensidade refletida é cerca de 4 % do total.

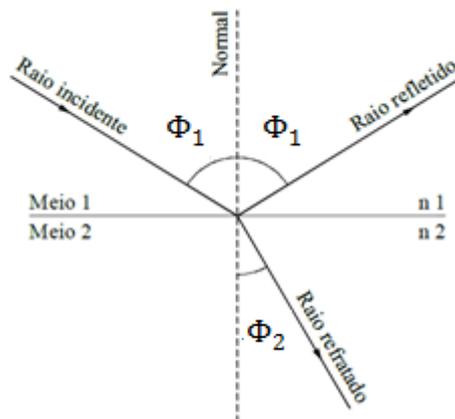


Figura 3.1 – Reflexão e refração de um feixe de luz na interface de dois meios transparentes.

As leis de reflexão e refração podem ser deduzidas a partir de princípios mais fundamentais da óptica, que são o princípio de Huygens e o princípio de Fermat.

3.1 Princípio de Huygens

No século XVII, o holandês Christian Huygens, em seu trabalho intitulado como *Traité de la Lumière*, enunciou uma teoria ondulatória para explicar os fenômenos envolvendo a luz. Sua hipótese fundamental é conhecida como Princípio de Huygens, e diz como a frente de onda pode ser calculada em cada instante posterior conhecendo a sua posição atual. [HECHT].

“Cada ponto de uma frente de onda primária constitui uma fonte para ondas esféricas secundárias, e a posição da frente da onda primária num instante posterior é determinada pela envoltória de todas estas ondas secundárias”. Com esse princípio, é possível demonstrar as leis de reflexão e refração.

Vamos considerar inicialmente a reflexão. Na figura 3.2, a frente de onda AA' se aproxima do espelho com ângulo de incidência Θ_1 (entre a normal da frente de onda e a normal ao espelho), que é igual ao ângulo Φ_1 entre a frente de onda e o espelho. Pelo princípio de Huygens, os pontos da frente de onda AA' geram ondas secundárias cuja envoltória forma a frente de onda B'BB'', que por sua vez leva a nova frente de onda C'CC''.

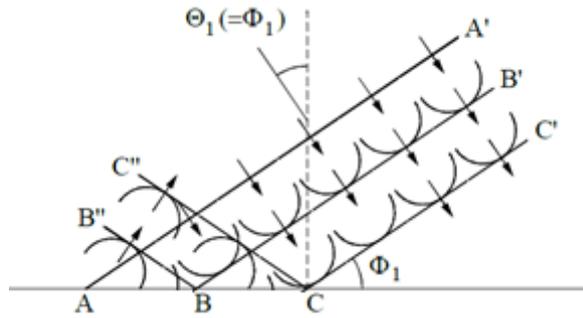


Figura 3.2 – Esquema de reflexão de frentes de onda segundo o princípio de Huygens.

No esquema da figura 3.3, AP representa uma parte da frente de onda AA'. Em um tempo t , a onda secundária centrada em A chega ao ponto B'', e a frente de onda centrada em P chega a B. A nova frente de onda é BB''. Os ângulos entre a frente de onda e o espelho são Φ_1 e Φ_2 para as frentes de onda AA' e BB'' respectivamente. Os triângulos $\Delta AB''B$ e ΔBPA são retângulos com hipotenusa comum e um cateto igual ($AB'' = BP$), logo são congruentes, portanto Φ_1 e Φ_2 são iguais. Os ângulos de incidência são iguais aos ângulos Θ_1 e Θ_2 , e são também iguais para as ondas incidente e refletida, provando a lei de reflexão.

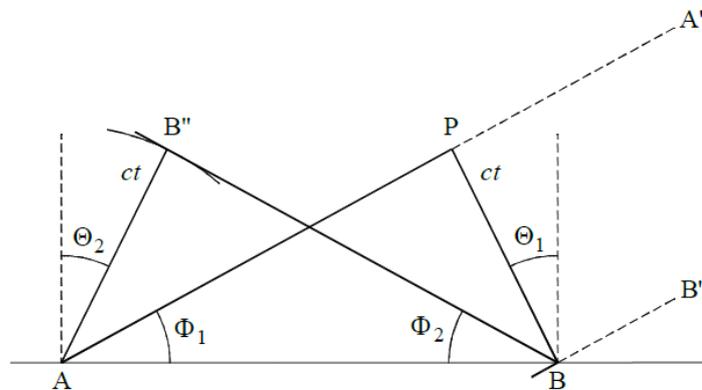


Figura 3.3 – Diagrama geométrico mostrando o uso do princípio de Huygens para deduzir a lei de reflexão.

Para demonstrar a lei de Snell, vamos usar a figura 3.4. A frente de onda incidente é AP. A onda secundária gerada em A percorre uma distância v_2t no meio 2, e aquela gerada em P percorre a distância v_1t no meio 1. Isso faz com que a nova frente de onda B'B não seja paralela a frente AP. O ângulo de incidência é Φ_1 , igual a Θ_1 ; o ângulo de refração é Φ_2 , igual a Θ_2 .

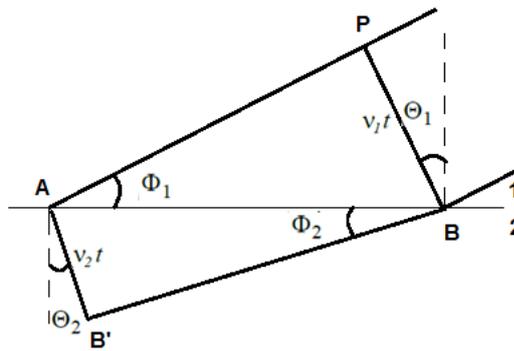


Figura 3.4 – Diagrama geométrico mostrando o uso do princípio de Huygens para deduzir a lei de refração (lei de Snell).

Duas relações podem ser percebidas pela figura:

$$\text{sen}\Phi_1 = \frac{v_1 t}{AB} \quad (3a)$$

$$\text{sen}\Phi_2 = \frac{v_2 t}{AB} \quad (3b)$$

As duas equações apresentam o fator t/AB . Igualando a expressão para t/AB em cada equação, chegamos a:

$$\frac{1}{v_1} \text{sen}\Phi_1 = \frac{1}{v_2} \text{sen}\Phi_2 \quad (4)$$

Como $n = c/v$, multiplicando ambos os lados por c chegaremos a lei de Snell.

$$n_1 \cdot \text{sen}\Phi_1 = n_2 \cdot \text{sen}\Phi_2 \quad (5)$$

3.2 Princípio de Fermat

Esse princípio pode ser enunciado como: “princípio do menor tempo”.

“A luz, ao caminhar de um ponto A até um ponto B, o faz por um caminho tal que o tempo gasto é mínimo”. Esse princípio está intimamente ligado à técnica matemática do cálculo variacional: o caminho percorrido pela luz é aquele cujo tempo gasto não se altera (em primeira ordem) se o caminho for levemente alterado. Nas situações usuais de reflexão e refração, o extremo será um mínimo, o que

justifica o termo “princípio do menor tempo”. É útil introduzir aqui o conceito de caminho óptico, que é igual ao produto entre a distância percorrida pela luz e o índice de refração local. Minimizar o tempo equivale a minimizar o caminho óptico.

O princípio de Fermat pode ser relacionado ao princípio de Huygens. Quando o tempo não é afetado por pequenas mudanças, as ondas secundárias geradas em pontos próximos interferem construtivamente, pois chegam com a mesma fase. Se o tempo não é um extremo, ocorre interferência destrutiva e não se forma uma nova frente de onda.

Para ver como esse princípio leva às leis de reflexão, vamos considerar a figura 3.5 e calcular o caminho óptico para ir do ponto A ao observador B em função da variável x (o ponto onde há a reflexão), e achar o valor x_0 que o minimiza.

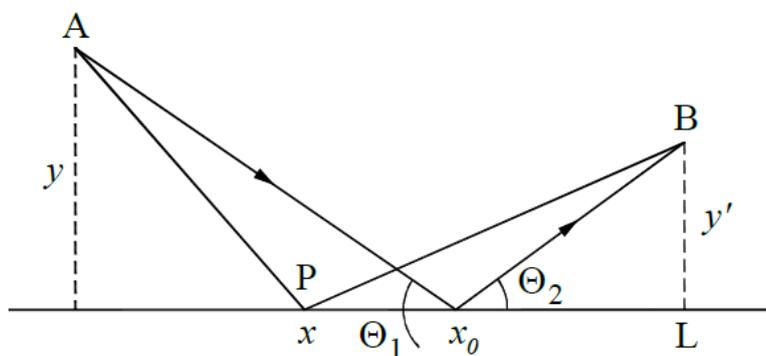


Figura 3.5 – Diagrama geométrico mostrando o uso do princípio de Fermat para deduzir a lei de reflexão.

O caminho óptico de A a B, passando por P (ou seja, sofrendo uma reflexão) é:

$$[APB] = n\left(\sqrt{x^2 + y^2} + \sqrt{(L - x)^2 + y'^2}\right) \quad (6)$$

O princípio de Fermat diz que a derivada (com relação a x) dessa expressão, calculada para $x = x_0$, é igual a zero:

$$\frac{d}{dx} [APB] = n\left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \frac{L - x}{\sqrt{(L - x)^2 + y'^2}}\right) \quad (7)$$

Para a derivada acima ser igual a zero é preciso que:

$$\frac{x_0}{y} = \frac{L - x_0}{y'} \quad (8)$$

Pela figura, vemos que o lado esquerdo é igual a $\tan\Theta_1$ e o lado direito é igual a $\tan\Theta_2$. Ou seja, $\tan\Theta_1 = \tan\Theta_2$. Logo, como Θ_1 e Θ_2 são do primeiro quadrante:

$$\Theta_1 = \Theta_2 \quad (9)$$

Isso demonstra a lei de reflexão.

Para demonstrar a lei de refração (lei de Snell), será utilizado o esquema da figura 3.6:

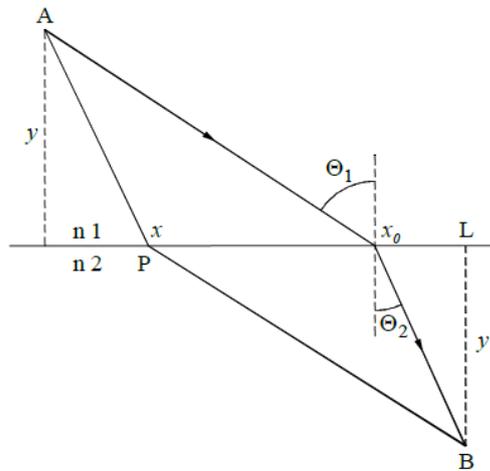


Figura 3.6 – Uso do princípio de Fermat para deduzir a lei de refração (lei de Snell).

O caminho óptico entre A e B, passando por P (ou seja, sofrendo uma refração) é:

$$[APB] = n_1\sqrt{x^2 + y^2} + n_2\sqrt{(L-x)^2 + y'^2} \quad (10)$$

Seguindo o mesmo procedimento anterior:

$$\frac{d}{dx} [APB] = \frac{n_1 x}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \frac{n_2(L-x)}{\sqrt{(L-x)^2 + y'^2}} \quad (11)$$

A equação 11 só pode ser igual a zero se:

$$n_1 \left(\frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + y^2}} \right) = n_2 \left(\frac{L-x_0}{\sqrt{(L-x_0)^2 + y'^2}} \right) \quad (12)$$

O parêntesis do lado esquerdo é igual a $\sin\Theta_1$ e o parêntesis do lado direito é igual a $\sin\Theta_2$, ou seja, tem-se a lei de Snell:

$$n_1 \cdot \sin\Theta_1 = n_2 \cdot \sin\Theta_2 \quad (13)$$

3.3 Reflexão interna total (e reflexão interna total frustrada)

No caso do meio incidente ter maior índice de refração que o outro meio, $n_i > n_r$, existe um ângulo máximo $\theta_i = \theta_c$ tal que $\theta_r = 90^\circ$, ou seja, $n_i \sin \theta_c = n_r$. Assim, para ângulos de incidência maiores que θ_c , ocorre reflexão total. Normalmente, quando $n_i > n_r$, estamos falando de um meio material e essa incidência é interna a esse material, assim, essa reflexão é conhecida como reflexão interna total. Essa situação é esquematizada na figura 3.7.

Entre outras muitas aplicações, a reflexão interna total é utilizada para guiar feixes de luz através de múltiplas reflexões, como na fibra óptica, ilustrado na figura 3.8.

Considere agora a situação esquematizada na figura 3.9, com índices de refrações diferentes colocados muito próximos com uma fina camada de ar entre eles. Um feixe de luz monocromática parte do bloco 1 e incide na interface do mesmo com o ar na condição de reflexão total ($n_2 > n_{ar}$). Se a espessura da camada de ar entre os blocos for da ordem do comprimento de onda da luz incidente, haverá luz transmitida para o bloco 2. Esse fenômeno ocorre porque mesmo na condição de reflexão interna total, a onda penetra ligeiramente na região de menor índice de refração. Porém, neste meio a amplitude dessa onda, usualmente denominada de onda evanescente, decai exponencialmente e toda energia é refletida. Porém, com os dois blocos muito juntos, a onda pode alcançar um novo meio onde pode se propagar e se converte numa onda que se propagará no bloco 2.

Assim, nessa situação, a luz que se propagava dentro do bloco 1 e atinge a interface com ângulo maior que o ângulo crítico tem parte de sua energia refletida e parte atravessa para o outro bloco 2, intermediada pela onda evanescente, tal como mostrado na figura 3.9. Esse fato é conhecido como reflexão interna total frustrada, e é um exemplo do que os Físicos costumam denominar tunelamento, neste caso tunelamento clássico.

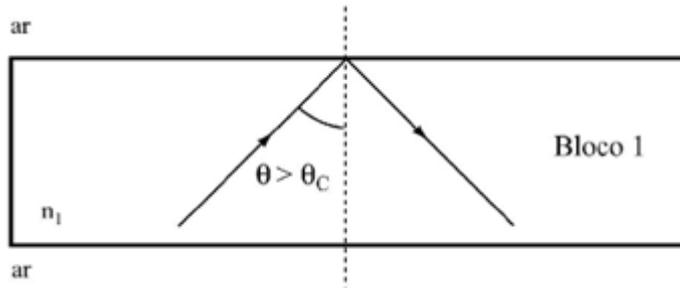


Figura 3.7: reflexão interna total

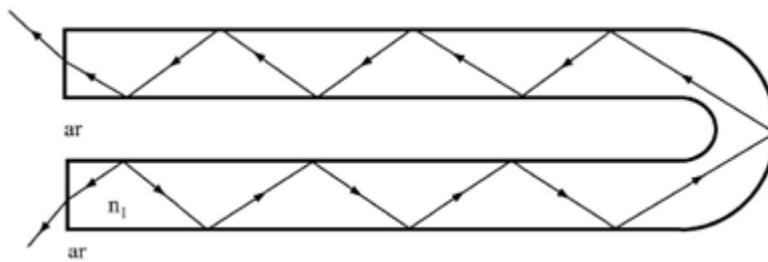


Figura 3.8: múltiplas reflexões internas

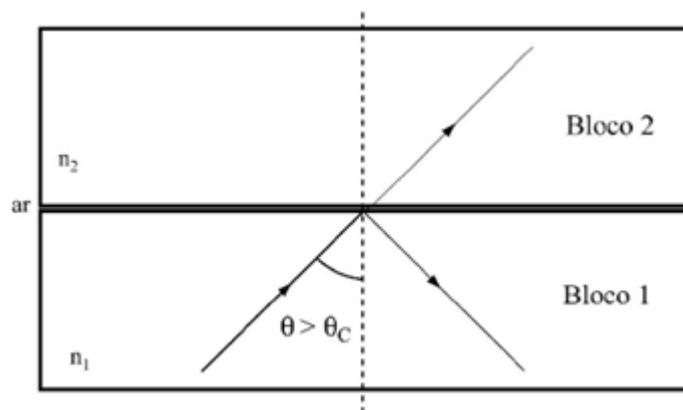


Figura 3.9: reflexão interna total frustrada

Capítulo 4: Metodologia de pesquisa

4.1 Projeto da sequência didática

A sequência didática aplicada teve uma análise de natureza qualitativa das informações adquiridas durante sua execução. O intuito da sequência é de analisar a eficácia da utilização de experimentos simples, mapas conceituais e ferramentas educacionais digitais no processo de aprendizagem dos alunos do segundo ano do Ensino Médio. Dessa forma, pretendemos avaliar o seu rendimento e identificar se a aprendizagem foi significativa para eles.

A natureza qualitativa envolve a verificação intensiva e de longo tempo em um ambiente informal, registro correto e detalhado do que acontece no ambiente, a interpretação e análise de dados empregando descrições e narrativas.

A sequência didática aplicada seguiu os seguintes tópicos:

- ✓ Teste Diagnóstico sobre os conhecimentos prévios dos alunos;
- ✓ Mapas conceituais realizados pelos alunos antes da sequência didática;
- ✓ Experimento de reflexão total com laser;
- ✓ Simulação com Phet-Colorado;
- ✓ Quiz em forma de game;
- ✓ Mapas conceituais realizados depois da sequência didática.

A escola escolhida para aplicação da sequência didática foi a Escola Estadual Homero Fernando Milano, situada na Av. João Barbosa de Moraes, 157 - Vila Zeferina na cidade de Itaquaquecetuba – São Paulo. As três turmas em que a sequência didática foi aplicada, eram compostas de alunos na faixa etária entre 16 a 18 anos.

A turma A possui uma aluna com surdez profunda e uma interprete para lhe ajudar. A interprete se dedicou ao máximo para passar as atividades, até mesmo quando a linguagem era muito técnica, e essa aluna assimilou o conteúdo de forma satisfatória. Essa mesma turma tem 38 alunos e é muito participativa.

A turma B possui quase a mesma quantidade de alunos da A, cerca de 39 alunos frequentes quase que diariamente, com poucas ausências, no entanto boa

parte da turma se mostrava interessada com a proposta de trabalho e alguns se mostraram indiferentes.

A turma C, a mais numerosa de todas, tinha cerca de 43 alunos, onde em sua maioria, estavam desmotivados a estudar e pouco receptivos a aprender algo novo.

Os materiais que contribuíram na execução das análises qualitativas da pesquisa foram:

- ✓ *Teste Diagnóstico*, que buscou verificar os conhecimentos prévios dos alunos, e identificar o que eles assimilaram de conhecimento neste período que estão na escola, com o objetivo de conectar novos saberes após as atividades;
- ✓ *Construção dos mapas conceituais* realizada pelos alunos, avaliada de forma processual e formativa durante a execução, com o objetivo de avaliar quais eram seus organizadores prévios;
- ✓ *Simuladores do Phet Colorado* na sala de informática, que focou a reflexão e refração da luz, com objetivo de introduzir uma nova ferramenta de pesquisa e estudo;
- ✓ *Experimento de refração e reflexão total*, que teve como objetivo trabalhar a lei de Snell de forma investigativa e assim determinar o índice de refração de vidros com a utilização de laser;
- ✓ *Kahoot* com o quiz, na sala de multimídia, no qual uma nova ferramenta educacional de interação e ensino foi apresenta a eles, ferramenta essa que eles manusearam diretamente com a utilização de seus celulares, com o intuito de verificar o nível de aprendizagem ancorada no cognitivo dos alunos e o quanto eles conseguem cooperar uns com os outros durante um jogo que envolve uma disputa;

Podemos listar os seguintes materiais utilizados nessa sequência didática:

Para construção do conhecimento prévio

- ✓ *Vídeos de curta duração*, no qual os links indicados se encontram nas referências, no entanto o professor pode determinar outras fontes de conectores através de jornais, revistas, artigos científicos, livros, entre outros. Neste caso foram dados esses vídeos pelo fato de estar mais próximo da realidade dos alunos onde este projeto foi aplicado.

Para execução do Teste Diagnóstico

- ✓ *Folhas impressas* com as questões que estão no Apêndice, no entanto o professor pode adicionar questões que condizem com o que se deseja avaliar em sua turma.

Para execução dos Mapas Conceituais

- ✓ *Folha Sulfite* ou do próprio caderno, para a construção do Mapa Conceitual com uma palavra geradora fornecida pelo professor. Essa execução deve ser feita logo após a apresentação de slides sobre o que é um Mapa Conceitual e qual a sua finalidade. Esses slides estão apresentados no Apêndice.

Para execução da demonstração da Lei de Snell

- ✓ *Lousa* ou quadro para fazer a demonstração da Lei de Snell, usando apenas conceitos fundamentais de geometria e álgebra.

Para execução do Simulador

- ✓ *Computadores* com acesso a internet;
- ✓ *Roteiro de atividade* proposta que se encontra no Apêndice.

Para realização do experimento

- ✓ *Pedaços de vidro* com espessuras diferentes;
- ✓ *Ponteira de laser*;
- ✓ *Régua*;
- ✓ *Papel milimetrado*;
- ✓ *Copo com água*;
- ✓ *Tabela trigonométrica*;
- ✓ *Folha sulfite*.



Figura 4.1. Materiais usados no experimento

Os gastos com os materiais foram quase nulos, pois todas as folhas usadas no experimento foram cedidas pela própria escola, juntamente com as réguas. Os pedaços de vidro foram conseguidos em uma vidraçaria que não cobrou nada por eles, devido a serem peças que sobraram de serviços executados por ela. O único gasto foi com as ponteiros de laser, que foram adquiridas pelo valor de R\$5,00 cada uma, e mesmo assim foram compradas apenas duas, pois os alunos ficaram muito entusiasmados com a execução do experimento e muitos trouxeram ponteiros laser por conta própria.

Capítulo 5: Elaboração e caracterização do produto educacional

Este produto educacional trata-se de uma sequência didática elaborada com várias etapas ligadas entre si para tornar mais eficaz o processo de aprendizagem por parte dos estudantes sobre o tema de refração e reflexão interna total da luz. Este trabalho possui uma série de atividades, estratégias e intervenções elaboradas passo – a – passo, para que o conteúdo proposto seja compreendido pelos alunos de uma forma prazerosa e significativa. A utilização de ferramentas possibilita o engajamento dos mesmos de maneira a permitir a troca de informação e conhecimento entre os seus pares.

A estratégia da sequência didática está em sintonia com os princípios da BNCC 2018, sobre a progressão do conhecimento, a partir do oferecimento de atividades variadas e que se tornem cada vez mais desafiadoras. Para iniciar o professor deve deixar claro aos alunos qual é a proposta de cada atividade e como cada uma delas deverá ser executada, e assim, poder alinhar as expectativas de aprendizagem e observar os resultados encontrados.

Em cada atividade realizada, o professor deve ouvir os alunos em um bate papo dirigido para explorar suas dúvidas, curiosidades e expectativas, e assim sanar os problemas que poderão aparecer, mas de forma a não dar todas as respostas, com o objetivo de fazer com que os alunos se tornem pesquisadores.

A complexidade de cada atividade foi elaborada de forma a explorar a potencialidade de cada aluno a partir de seus conhecimentos prévios sendo adequada para cada turma segundo suas particularidades.

Ao final da sequência didática deve ser analisado o que foi compreendido pelos alunos e fazer uma avaliação qualitativa do que foi produzido antes e depois da realização de todas as tarefas a fim de atestar a eficiência da sequência didática elaborada.

Na próxima seção, é mostrado um cronograma execução desta sequência didática, e como dever ser realizada cada tarefa. Ressalta-se que o tempo da execução vai depender da realidade de cada turma e adequado a cada professor.

5.1 Cronograma de execução da sequência didática

Para realização dessa Sequência, foram previstas 6 aulas, com duração de 50 minutos cada aula.

Na primeira aula foi aplicado o Teste Diagnóstico.

Na segunda aula foi explanado e explorado o conceito de mapas conceituais e foi solicitado aos alunos que construíssem o seu mapa conceitual baseado no que sabiam e no que foi visto nos vídeos. Para a execução desta atividade foi dado a palavra geradora “LUZ” para que eles elaborassem o seu próprio mapa conceitual, com o intuito de observar as conexões que eles poderiam fazer.

A terceira aula foi usada para demonstrar a lei de Snell usando conceitos de equação, geometria, trigonometria, movimento uniforme, óptica geométrica e óptica física. Essa parte da aula acabou por usar quase 30 minutos, pois ela foi executada com a participação dos alunos, onde era lançado um questionamento e a mesma só continuaria com as respostas deles. Logo após, foi colocado para eles os simuladores do Phet Colorado, para ancorar o aprendizado sobre reflexão e refração da luz usando recursos tecnológicos.

Na quarta aula foi explicado como deveriam realizar a parte experimental da sequência didática proposta, e em seguida, foi entregue o material. Nesse momento os alunos foram divididos em grupos de 5 integrantes em cada grupo, de tal modo que pudessem dialogar entre si e solicitar a interferência do professor quando acharem necessário.

Na quinta aula, foi solicitado que refizessem o mapa conceitual em 20 minutos, com a mesma palavra geradora “LUZ”, porém com novas informações adquiridas ao longo das atividades. Na sequência, foi devolvido a eles o antigo mapa elaborado por eles, para assim poderem fazer uma comparação, uma auto avaliação e identificar se foi acrescentado mais algum item ao mapa.

Para terminar a Sequência Didática, na sexta aula, com eles ainda em grupos, foi proposta mais uma atividade para verificar o que tinha aprendido sobre o tema. Nesta hora inicia-se o Quiz com a utilização do Kahoot, um recurso tecnológico baseado em uma plataforma de game.

São colocadas de forma resumida por meio da Tabela 4.1, as atividades que foram realizadas durante as aulas, com o intuito de orientar o melhor entendimento e planejamento das mesmas.

AULA	METODOLOGIA UTILIZADA
Aula 1	Teste Diagnóstico.
Aula 2	Explicação de mapas conceituais. Confecção de mapas conceituais pelos alunos.
Aula 3	Demonstração da lei de Snell. E Utilização do Phet Colorado.
Aula 4	Realização da atividade experimental sobre reflexão e refração da luz.
Aula 5	Reelaboração dos mapas conceituais para comparações e ancoragem do conhecimento novo adquirido.
Aula 6	Quiz com a utilização do Kahoot.

Tabela 5.1. Planejamento das aulas

Durante todo o processo, desde a primeira até a sexta aula, os alunos estavam sendo avaliados de forma processual e formativa, com o intuito de verificar o quanto eles estavam cooperando, executando e aprendendo sobre o tema. Essas observações eram descritas no diário de bordo do professor para ser usada como orientador e avaliar a aprendizagem como sendo significativa para os alunos. Essas informações identificam se o novo conteúdo estava sendo ancorado ao cognitivo na construção dos mapas e se a atividade experimental estava sendo motivadora no processo de aprendizagem.

5.2 Planejamento e execução das atividades em cada aula

No início da aplicação da Sequência Didática, foi entregue aos alunos um cronograma de como seriam as próximas aulas, e nesse cronograma continha alguns links de vídeos de curta duração, indicados para que eles assistissem fora do horário de aula, com temas relacionados a refração e reflexão interna total da luz, que seriam exigidos durante a execução da Sequência Didática, baseado no modelo de “*sala de aula invertida*”, (Flipped Classroom), para adquirir conectores ou simplesmente fortalecer os conectores que eles já possuíam, para tornar a aprendizagem significativa.

A sala de aula invertida prevê o acesso ao conteúdo antes da aula pelos alunos e o uso dos primeiros minutos em sala para esclarecimento de dúvidas, de modo a sanar equívocos antes dos conceitos serem aplicados nas atividades práticas mais extensas no tempo de classe (BERGMANN e SAMS; 2016).

Essa Sequência Didática começa pela aplicação do Teste diagnóstico. Esse teste é necessário e tem como objetivo a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos em Física, especificamente em Óptica, além de verificar outros conceitos relacionados com equação, geometria, trigonometria, geometria óptica, fenômenos relacionados a luz. Esses conceitos são vistos pelos alunos durante o 9º ano do Ensino Fundamental 2 e no 1º Ano do Ensino Médio, mesmo que de forma superficial. Logo, era previsto que os alunos trouxessem consigo algum conhecimento prévio de algum destes tópicos mencionados e, assim, ir aprimorando e ancorando os novos conhecimentos.

As duas primeiras aulas foram destinadas à estruturação cognitiva do aluno, com a aplicação do teste diagnóstico e a explanação do mapa conceitual. A elaboração do mapa conceitual foi organizada para dar uma ampla visão do processo de aprendizagem do aluno, de maneira a permitir que ele mesmo, ao final da elaboração de seu mapa, pudesse identificar se houve alguma contribuição para o aprendizado, e se foi possível ancorar novas informações por parte dele.

A aula em que se apresentou a fundamentação dos mapas conceituais, foi ministrada através de uma apresentação de slides que se encontram no APÊNDICE, na qual discorreu sobre o conceito de mapas conceituais e o processo de elaboração deles. Para a elaboração do mapa conceitual foi dado uma palavra chave e, posteriormente solicitado, que construíssem os seus mapas, sobre essa

palavra geradora. Para auxiliar nesse processo de confecção de mapas foi exposto a eles o modelo de construção de mapas conceituais proposto por MOREIRA (2012). Nos instantes finais da aula, pediu-se a alguns alunos que expusessem o seu mapa que haviam elaborado e comentassem sobre ele. Os mapas construídos apresentaram-se muito limitados e poucos conceitos estavam interligados de forma linear e não apresentavam as palavras de ligação, e ainda foi observada muita dificuldade dos alunos na elaboração dos mapas, principalmente na identificação dos conceitos.

Na terceira aula, abordamos a demonstração da lei de Snell. Os alunos participavam durante toda a construção da demonstração respondendo as perguntas direcionadas pelo professor. Quando a resposta não estava condizente com a situação, era marcada no canto da lousa, para ser justificada no fim da demonstração o motivo de não estarem corretas. Nessa mesma aula, após discussões sobre a lei de Snell e suas aplicações, os alunos tiveram contato com os simuladores do Phet Colorado, no qual tiveram a oportunidade de manusear as ferramentas e ancorar os conhecimentos sobre reflexão interna total e refração da luz. Os mesmos ficaram encantados, pois não sabiam da existência dessa ferramenta, de acesso fácil e de fácil compreensão, e ainda mais por poder ser utilizada em outras disciplinas.

Na quarta aula, os alunos foram divididos em grupos, com cinco ou seis participantes em cada um. Logo após, foi explicado como seria realizado o experimento de óptica, proposto nesta sequência didática como sendo um elemento motivador de aprendizagem significativa. Em seguida eles tinham que executar o experimento, anotar as observações, utilizar de conhecimentos matemáticos e físicos, e recolher dados da tarefa.

A explicação de como será o experimento não deve amarrar o aluno a seguir normas, apenas o orienta a seguir caminhos que seriam mais produtivos ou mais compreensivos na execução da tarefa. Nesse momento foi observado um grande problema na execução das tarefas. Boa parte dos alunos não tinha uma base de trigonometria. Para superar esse problema foi colocado no trabalho, juntamente com o APÊNDICE, uma tabela trigonométrica para auxiliar o trabalho do professor de forma a expor essa tabela para os alunos para que consultem os valores dos ângulos encontrados.

Com base na proposta de [Ausubel 2000], para que o experimento seja potencialmente significativo ele tem de apresentar uma ordem lógica e ter a capacidade de interagir com o aluno de forma não arbitrária e não literal, isso é, não direta e nem mecânica, mas que possibilita conduzir ao raciocínio, ao desenvolvimento de ideias, a reflexão. Para incentivar a maioria dos alunos a realmente executar as atividades, estabeleceu-se que os alunos deveriam realizar registros por meio de anotações, fotografias ou vídeos. Dessa maneira, eles produziram o material concreto podendo ser usado como uma fonte de consulta.

Na quinta aula os alunos realizaram o novo mapa conceitual, em torno de 20 minutos, colocando no novo mapa aquilo que haviam aprendido sobre os novos conhecimentos que foram introduzidos em seu cognitivo. Dessa forma, o professor pode verificar a aprendizagem significativa devido à proposta. Em seguida, o professor devolve o antigo mapa para os alunos a fim de que percebessem as alterações acrescentadas.

Nessa aula houve muita discussão sobre os mapas, cada aluno colocando seu ponto de vista, e apontando os acertos e erros, julgados por eles. Quando algo estava sendo colocado de forma errônea em relação ao conhecimento científico, o professor fazia a devida interferência.

Na sexta aula, depois da aplicação do roteiro experimental e da confecção do mapa conceitual, as três turmas resolveriam um novo questionário com perguntas de um nível mais aprofundado sobre os conteúdos desenvolvidos nas atividades experimentais na forma de quiz. Esse questionário está no Apêndice e disponível no Kahoot. Essa aula foi tão participativa quanto a aula do experimento, pelo fato de usar ferramentas digitais e por colocar os alunos em uma competição dentro de um game de perguntas e respostas.

5.3 Detalhamento das atividades da sequência didática

5.3.1 Teste Diagnóstico

A sequência didática iniciou com o Teste Diagnóstico (APÊNDICE) com 8 questões contendo diferenciados assuntos de Física Geral, como forma de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, tanto na interpretação de textos e dados ou como na resolução algébrica de problemas que envolvam operações básicas e

fundamentais da matemática. Buscou-se aqui verificar, mesmo que de forma superficial, prováveis ancoradouros que servissem como base para novos conhecimentos que chegará aos alunos. A duração do teste foi de uma aula, de 50 minutos, onde foi colocado que os alunos respondessem às questões sempre justificando as suas respostas quando fosse pertinente. Optou-se por questões subjetivas. De acordo com [Tancredi 2002] nas questões subjetivas os alunos organizam e escrevem as respostas usando suas próprias palavras, tendo, portanto, liberdade para organizar e decidir sobre a extensão das respostas.

O teste possui quatro questões de matemática elementar, uma questão que trata da leitura de dados por meio de figuras e gráficos e três questões de Física relacionadas a óptica geométrica. As questões de 1 a 4, têm como objetivo traçar o perfil do aluno em relação a sua formação no Ensino Fundamental e no primeiro ano do Ensino Médio com relação a sua base em matemática básica. Nestas questões o foco era a interpretação e resolução de equação do 1º grau usando a noção de sistemas com uma ou duas variáveis.

Questões

- 1) A soma de dois números dados é 8 e a diferença entre estes mesmos números é igual a 4. Quais são os números?

- 2) Em um quintal existem porcos, avestruzes e galinhas, fazendo um total de 60 cabeças e 180 pés. Quantos são os animais de duas patas e quantos são os de quatro patas?

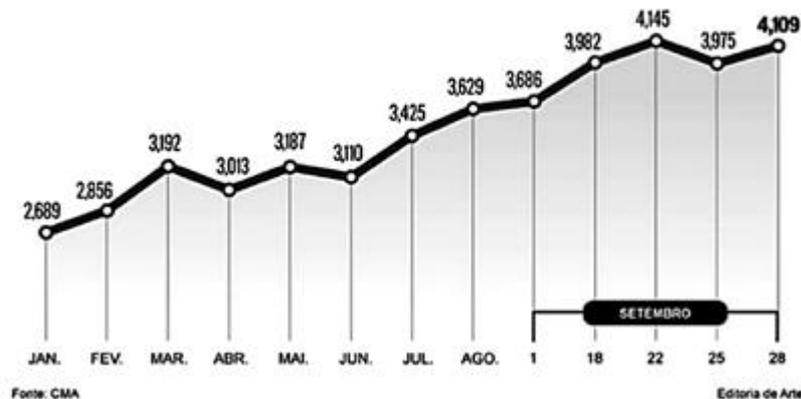
- 3) Em um sítio, entre ovelhas e cabritos, há 200 animais. Se o número de ovelhas é igual a $\frac{1}{3}$ do número de cabritos, determine quantas são o número de ovelhas e quantos são o número de cabritos.

- 4) Uma família de 3 pessoas, pai, mãe e filho. Suas idades somadas dão 100 anos. Sabendo que a mãe tem o dobro da idade do filho e que o pai é cinco anos mais velho que a mãe. Determine a idade do filho.

A questão 5 tem como foco a análise qualitativa e quantitativa de gráficos e tabelas, além de verificar se os estudantes relacionam o título do gráfico com os dados apresentados.

5) (UCB - DF)

ESCALADA DA MOEDA AMERICANA EM 2015
COTAÇÃO DO DÓLAR COMERCIAL NO ÚLTIMO DIA ÚTIL DE CADA MÊS



Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/negocios/bc-prometeduas-intervencoes-de-ate-us-3-bi-no-mercado-de-cambio-17625197>>.

Acesso em: 28 nov. 2016.

Com base exclusivamente nos dados apresentados no gráfico quanto à cotação do dólar comercial no último dia útil de cada mês de 2015, assinale a alternativa correta.

- a) Em dezembro de 2014, a cotação do dólar comercial foi menor que 2,689.
- b) O maior valor para a cotação do dólar comercial foi verificado em 28 de setembro.
- c) A função que representa o valor da cotação do dólar comercial em relação ao tempo é crescente, no intervalo apresentado no gráfico.
- d) A diferença entre os valores da cotação do dólar comercial de maio e de março foi menor que um centavo de real.
- e) Em 15 de agosto, o valor da moeda foi menor que 3,629.

As questões de 6 a 8, têm como objetivo verificar o que o aluno assimilou sobre o conteúdo de Movimento Uniforme, visto no primeiro ano do Ensino Médio e princípios fundamentais da óptica geométrica, vista no início do bimestre em questão.

- 6) Um pesquisador precisava medir a altura de um prédio de vinte andares, porém ele não possuía o instrumento de medida necessário para realizar essa medição. Conhecendo o princípio da propagação retilínea da luz, ele utilizou uma haste de madeira de 1 m de altura e, em seguida, mediu a sombra projetada pela haste, que foi de 20 cm, e a sombra projetada pelo

prédio, que foi de 12 m. Calcule a altura do prédio de acordo com esses dados encontrados pelo pesquisador.

- 7) Um objeto de 8,0 m de altura é colocado na frente de uma câmara escura de orifício a uma distância de 3,0 m. Sabendo que a câmara possui 25 cm de profundidade, calcule o tamanho da imagem formada.
- 8) Sabendo que a luz se propaga em linha reta com uma velocidade de 300000Km/s e que essa luz gasta 1,4 segundos, aproximadamente, para ser refletida da Lua em direção a Terra. Determine a distância aproximada da Terra até a Lua.

Como sugestão, o professor pode colocar questões que trabalhem com proporção e explorar exercícios sobre frente de onda, raios de luz e a natureza eletromagnética da onda, a fim de mostrar como a luz interage com os meios materiais e poder explicar sobre o índice de refração dos materiais.

5.3.2 Atividades com os Mapas Conceituais

As três turmas, aqui denominadas A, B e C foram assim classificadas para facilitar a identificação dos alunos destas turmas. Para auxiliar a identificação de cada aluno com seu respectivo mapa, foi necessária a utilização de algumas representações simbólicas: algarismos indo-arábicos de 1 a 40, correspondem ao número de alunos da turma; as letras A, B e C, para identificar a turma; e as letras a, e b que indicam o mapa conceitual inicial e final, respectivamente, feitos antes e depois das atividades experimentais. Exemplo:

- Mapa 1Aa e mapa 1Ab, corresponderia a:
1 - identificação do aluno (aluno 1);
A - turma A;
a - primeiro mapa;
b - segundo mapa.

5.3.3 A Lei de SNELL

Como na região onde a sequência foi aplicada quase não há professor formado em Licenciatura em Física, e que o professor que ministra essas aulas são em sua maioria formado em Licenciatura em Matemática, é de se esperar que alguns deles não se aprofundam em sua formação sobre o assunto de óptica e acabam subtraindo este assunto que faz parte do currículo, e os alunos acabam não tendo contato com esse conhecimento, nem mesmo de forma superficial, limitando a sua aprendizagem. Dessa forma, foi proposta uma atividade na qual seja trabalhada a lei da reflexão e refração da luz, usando conceitos de equação, trigonometria, geometria e movimento uniforme, para demonstrar a lei de Snell.

A demonstração da lei de Snell foi feita na lousa através do Princípio de Huygens, como mostrado no capítulo 3, e representada na figura abaixo.

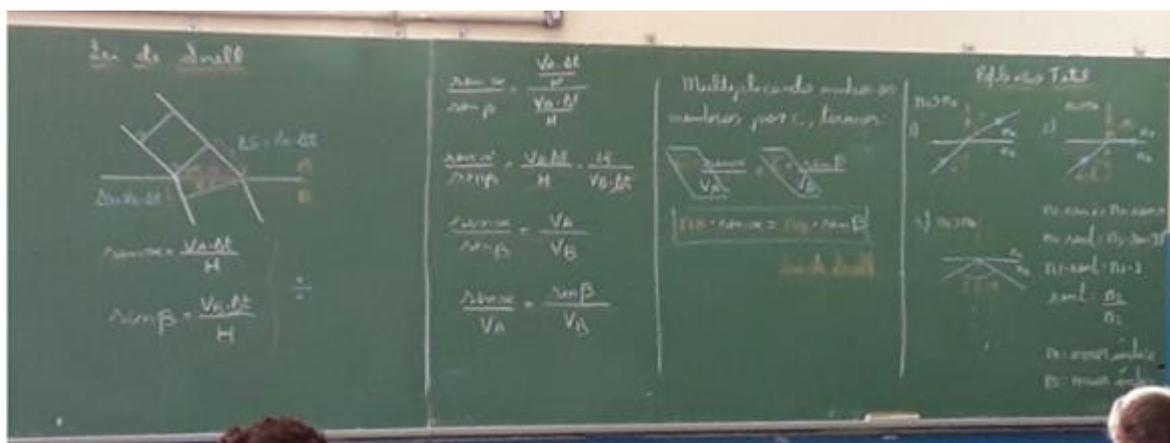


Figura 5.1. Foto tirada da lousa durante a aula expositiva

5.3.4 Simuladores

Considerando a dificuldade mostrada pelos alunos na aprendizagem dos conteúdos de Física, incorporamos nessa sequência didática o uso dos simuladores virtuais do PhET (Physics Education Technology). Com a utilização de simuladores virtuais, pretende-se conseguir uma participação mais efetiva dos alunos explorando os conteúdos de Física de uma forma mais dinâmica e interativa, potencializando a aprendizagem dos conteúdos estudados.

Esses simuladores computacionais permitem alterar com facilidade os parâmetros físicos envolvidos em cada situação de óptica e isto proporciona uma maior interação do estudante com o conceito trabalhado.

A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores. A finalidade de uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. (Física na Escola, v. 11, n.1, 2010, pág.29).

O objetivo da atividade é estabelecer um diálogo em classe para levantar o que os estudantes sabem e quais são os seus pontos de vista apresentados acerca dos fenômenos a serem estudados.

Os estudantes são encaminhados ao laboratório de informática, com um tutorial prévio em mãos, que está colocado no APÊNDICE, para a realização da atividade de simulação virtual. Na sequência, é indispensável discutir com a classe os resultados encontrados nos simuladores e estabelecer as relações do conteúdo estudado com os fenômenos do seu cotidiano. Ao responderem as questões norteadoras desta atividade poderão compreender melhor sobre os fenômenos que envolvam conteúdos de reflexão e refração da luz.



Figura 5.2. Imagem tirada de https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html, disponível em 08/06/2019

Questões a serem respondidas após as atividades no Simulador

- 1) O que foi observado quando a ponteira era mudada de posição em relação aos ângulos de incidência e refração?
- 2) O que foi observado quando a ferramenta de intensidade foi colocada em cada um dos raios? (incidente, refletido e refratado).
- 3) O que foi observado quando o índice de refração dos meios materiais e da ponteira foi alterado?
- 4) Qual foi ângulo em que ocorreu a reflexão total e qual foram os meios materiais de incidência e emergência usados?
- 5) Descreva o que aconteceu quando foi trocado de raio para onda, e realizado as mesmas atividades anteriores, em relação às frentes de ondas propagadas e aos meios de propagação?
- 6) Como foi sua experiência com esse simulador, como sendo uma ferramenta de ensino e aprendizagem? Deixe seu comentário.
- 7) Você chegou a navegar pela plataforma PHET Colorado e usar outros simuladores?
- 8) Se a sua resposta foi positiva, em quais simuladores e disciplinas você usou o Phet Colorado?

5.3.5 Experimento

O experimento que abordamos é pouco usual tanto no Ensino Médio como no Superior, ele é abordado originalmente em um problema do livro clássico de Óptica de H. Hecht. Ao incidirmos um feixe laser em uma superfície dispersora, como uma folha de papel úmido posicionada acima de uma placa de vidro, é possível a observação do fenômeno de reflexão interna total. Ao medir o diâmetro do halo (círculo de luz) formado na interface vidro e papel molhado, devido a reflexão total da luz, é possível determinar o índice de refração do vidro, ou até mesmo determinar a espessura desse vidro se for conhecido o θ_c . Esse θ_c é o ângulo limite para que ocorra reflexão total da luz, como visto na figura 5.3. Observa-se no experimento

que a diferença entre os diâmetros do halo é devido às diferenças de espessura do vidro. O detalhamento do experimento se encontra no APÊNDICE.

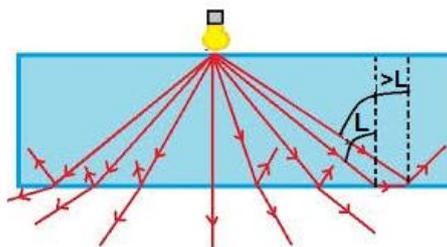


Figura 5.3. Imagem mostra o trajeto do raio de luz no experimento

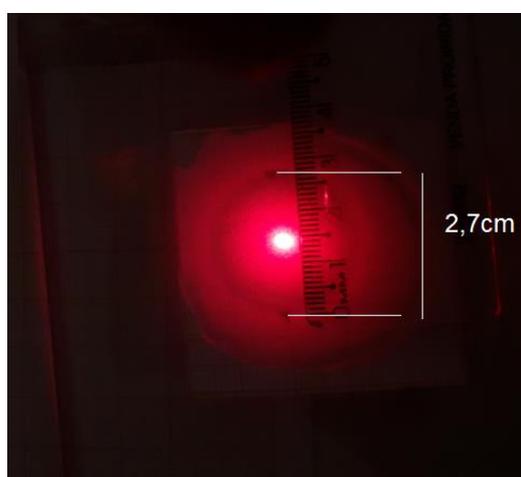


Figura 5.4. Vidro de 8mm de espessura
Halo de aproximadamente 2,7cm



Figura 5.5. Vidro de 2mm de espessura
Halo de aproximadamente 0,7 cm



Figura 5.6. Alunos realizando o experimento

5.3.6 Kahoot

A gamificação é uma maneira de utilizar elementos dos jogos virtuais fora do ambiente dos jogos, e assim, usa-los nas tarefas de classe de maneira a auxiliar os professores no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Studart

A gamificação diverge dos games de entretenimento porque não contempla a jogabilidade (game play) e a diversão. Embora elementos de games, que possuem um caráter comportamental, como pontos, prêmios, medalhas, bônus, tabelas de classificação, entre outros, estejam presentes como motivação extrínseca, o game thinking se apoia essencialmente na motivação intrínseca. (Studart N., XXI SNEF – Simpósio Nacional do Ensino de Física – 2015).

Ao introduzir o Kahoot nesta sequência didática como uma estratégia de aprendizagem, aproximamos o mundo virtual do mundo real, pois é sabido que boa parte destes alunos interage com jogos quase que todos os dias como distração. O Kahoot requer conhecimentos obtidos nas aulas ou em experiências vividas para terem sucesso no game e ainda promover uma participação coletiva dos demais integrantes. O Kahoot consiste em uma criação de questionário, pesquisa e quizzes, baseado em jogos com perguntas e respostas de múltipla escolha, ou questões de verdadeiro ou falso.

Esse aplicativo pode ser executado em vários tipos de dispositivos com acesso à internet, como computadores, tablets, netbook, notebook e smartphones, exceto em smartphones com versão de sistema operacional Android anterior à versão 5.0. Não existe limite para o número de questões que possam ser colocadas nos questionários ou quizzes. Cada questão pode ter uma imagem associada ou um vídeo, e duas a quatro respostas de múltipla escolha. Na criação do questionário, deve existir pelo menos uma resposta certa.



Figura 5.7. Imagem tirada de <https://www.uninassau.edu.br/noticias/uninassau-realiza-i-copa-kahoot-em-campina-grande-0>, disponível em 10/06/2019

Fotos da execução do game



Figura 5.8. Projeção do quiz na tela – visão dos alunos.

As questões são apresentadas no projetor e os alunos respondem em seu celular, tablet, notebook ou no computador da escola. Quanto mais rápido o estudante responder a uma questão correta, mais pontos ele receberá. Os três melhores resultados na pontuação geral são mostrados na tabela de classificação e o vencedor é apontado no final do jogo. A plataforma ainda permite que o professor imprima os resultados do game no formato de Excel para explorar as planilhas e fazer uma avaliação formativa da atividade. Para a realização dessa atividade, os alunos permaneceram em seus grupos, o mesmo grupo criado na elaboração dos mapas conceituais.

Na plataforma do Kahoot existem vários questionários já elaborados com diferentes assuntos, até mesmo já existem assuntos com o mesmo tema dessa pesquisa, no entanto, foi criado um quiz específico para esse trabalho, com as questões colocadas a seguir. No APÊNDICE do trabalho ensina-se como usar o Kahoot e como montar o seu próprio Quiz, e assim poder trabalhar qualquer assunto usando essa ferramenta educacional de gamificação.

Questões do Quiz

- 1) (PUC – SP) O ângulo de incidência, em um espelho plano, é de 30° . Qual o valor do ângulo formado entre o raio refletido e a superfície?
- a) 15°
 - b) 30°
 - c) 45°
 - d) 60°

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

- a) 40°
- b) 80°
- c) 160°
- d) 10°

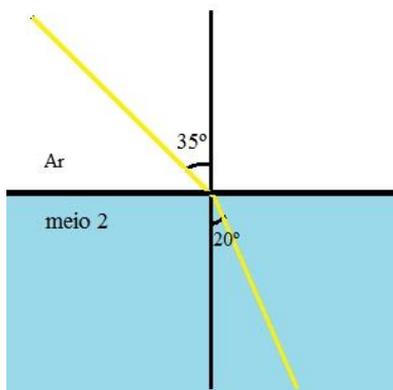
3) (PUC-RIO 2007 - modificada) Um feixe de luz se propaga no vácuo até atingir a superfície de uma placa de vidro. Sabendo-se que o índice de refração do vidro é $n = 1,5$ e que a velocidade de propagação da luz no vácuo é de 3×10^8 m/s, a velocidade de propagação da onda no vidro em m/s é de:

- a) 2×10^8
- b) $2,5 \times 10^8$
- c) $4,5 \times 10^8$
- d) $1,5 \times 10^8$

4) (UN. MACKENZIE) A velocidade de propagação da luz em determinado líquido é 80% daquela verificada no vácuo. O índice de refração desse líquido é:

- a) 1,50
- b) 1,25
- c) 1,00
- d) 0,80

5) Um raio de luz atravessa a interface entre o ar e um líquido desconhecido, mudando sua direção conforme mostra a figura abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, calcule o índice de refração do líquido. Dados: $\sin 35^\circ = 0,57$ e $\sin 20^\circ = 0,34$.



- a) 1,52
- b) 1,67

- c) 1,73
- d) 2,14

6) A luz atravessa um material feito de plástico com velocidade $v = 1,5 \times 10^8$ m/s. Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é $3,0 \times 10^8$ m/s, calcule o índice de refração do plástico.

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 2,5
- d) 3,0

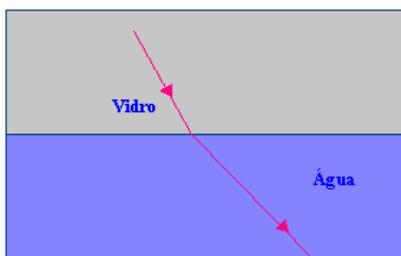
7) (PUC) Quando um feixe de luz monocromático sofre uma mudança de meio, passando do ar para a água, a grandeza que se mantém sempre constante é:

- a) o comprimento de onda
- b) a velocidade de propagação
- c) a direção de propagação
- d) a frequência

8) Um feixe cilíndrico de luz monocromática, propagando-se no ar, incide na superfície da água de um tanque, originando dois novos feixes: um refletido e outro refratado. A respeito dessa situação, podemos afirmar que:

- a) o módulo da velocidade de propagação da luz refletida é menor que o da luz refratada.
- b) A frequência da luz refletida é maior que a da luz refratada.
- c) O ângulo de reflexão é menor que o de refração.
- d) O comprimento de onda da luz refletida é maior que o da luz refratada.

9) (UFMG) A figura mostra um feixe de luz que passa do vidro para a água.



Com relação a essa situação, é correto afirmar que:

- a) A frequência da luz é maior no vidro do que na água.
- b) O módulo da velocidade da luz no vidro é maior do que na água.
- c) O comprimento de onda da luz no vidro é menor do que na água.
- d) O índice de refração absoluto do vidro é menor do que o índice de refração absoluto da água.

10) A transmissão de raios laser através de uma fibra óptica é possível devido ao fenômeno da:

- a) Refração
- b) Difração
- c) Polarização
- d) Reflexão total

11) A passagem da luz de um meio para o outro envolve:

- a) Mudança de cor
- b) Mudança de frequência
- c) Mudança de características
- d) Mudança de velocidade

12) A Lei de Snell Descartes relaciona:

- a) Os ângulos de incidência e refração com os meios de propagação.
- b) Os ângulos de incidência e refração com a constante.
- c) O ângulo de incidência com meios de propagação.
- d) O ângulo de refração com meios de propagação.

13) O que ocorre com a luz ao se propagar do meio de maior índice de refração para o de menor índice.

- a) O raio refratado não muda.
- b) O raio refratado se afasta da normal.
- c) O raio refratado se aproxima da normal.
- d) O raio refratado se propaga em linha reta.

5.3.7 O Diário de Bordo

Foi necessário usar algumas técnicas para recolher dados dos trabalhos realizados pelos alunos, onde o professor assumia o papel de observador e participante ativo no processo da aprendizagem e investigação. Um dos motivos pelo qual se optou por fazer um diário de bordo foi a necessidade de anotar todas as observações realizadas durante a elaboração dos mapas conceituais, da atividade experimental e do quiz. Como sugestão peça para que os alunos também realizem os seus diários de bordo e realizarem suas anotações durante as atividades.

De acordo com [Cañete 2010]

Este tipo de registro faz parte de um conjunto de documentos – dossiês, portfólios, memoriais, cadernos reflexivos, diários de aula, biografias, autobiografias e outros – que ultrapassa a escrita burocrática e tem a intenção de registrar a prática pedagógica do professor e possibilita (re) pensá-la. Essa escrita pode permitir que o professor se configure como produtor de conhecimentos sobre a prática.

Neste diário de bordo foram registradas as interpretações do professor idealizador da pesquisa e os comentários dos alunos referente a cada etapa do processo de aprendizagem. Pois segundo [Cañete 2010] o fato de escrever sobre a rotina favorece o surgimento da capacidade de observação e de compreensão dos processos. Aos poucos, o próprio fato de escrever vai abrindo a possibilidade de análises mais detalhadas sobre todo o processo durante a pesquisa.

Os registros no diário de bordo foram realizados em todas as aulas, desde o Teste diagnóstico até última aula do Quiz.

Ao se obter os dados no diário de bordo foram realizadas descrições de situações vivenciadas pelos alunos envolvidos na pesquisa assim como pelo professor pesquisador, de forma que as mesmas deveriam traduzir tanto quanto possível o desenrolar do processo em investigação. As interpretações feitas pelo professor foram colocadas de maneira qualitativa do diário de bordo e elas relatam os conteúdos tratados em cada aula e o modo como os alunos iam aprendendo. Os registros dos dados eram realizados todas as vezes que acontecia algo relevante para a aprendizagem e o que era alterado e melhorado durante as discussões.

Capítulo 6: Análise dos Resultados

6.1 Análise do Teste Diagnóstico

Na primeira parte da sequência didática foi feita a aplicação do teste diagnóstico, com o objetivo de identificar o conhecimento que eles possuíam de matemática básica e conceito fundamental de física. Foi solicitado que eles não deixassem nenhuma resposta em branco mesmo que estivessem equivocados. O teste diagnóstico foi realizado individualmente e foi respondido por quase todos os participantes durante uma aula de 50 minutos. Digo quase todos, pois dos 122 alunos das três turmas, 8 se recusaram a fazer esta primeira atividade alegando que estavam cansados e com sono.

Com relação às respostas das perguntas do teste diagnóstico, essa análise foi feita através de três maneiras:

- Resposta correta: considerada como totalmente certa.
- Resposta incorreta: considerada como totalmente errada.
- Resposta parcialmente correta: considerada quando faltar algum termo, ou quando o aluno não conseguir expressar com exatidão a sua conclusão, permitindo identificar que o aluno possuía algum conhecimento sobre o tema.

Os resultados encontrados no Teste Diagnóstico aplicado nas 3 turmas, são apresentados na Tabela 6.1 e estão representados no gráfico 6.1 abaixo.

Questão	Correta	Incorreta	Parcialmente correta
1	85 74,56%	18 15,78%	11 9,65%
2	36 31,58%	42 36,84%	36 31,58%
3	59 51,75%	49 42,98%	6 5,26%
4	101 88,59%	7 6,14%	6 5,26%
5	20 17,54%	94 82,45%	0 0%
6	64 56,14%	34 29,82%	16 14,03%
7	60 52,63%	39 34,21%	15 13,15%
8	45 39,47%	56 49,12%	13 11,40%

Tabela 6.1

Gráfico dos dados do Teste Diagnóstico

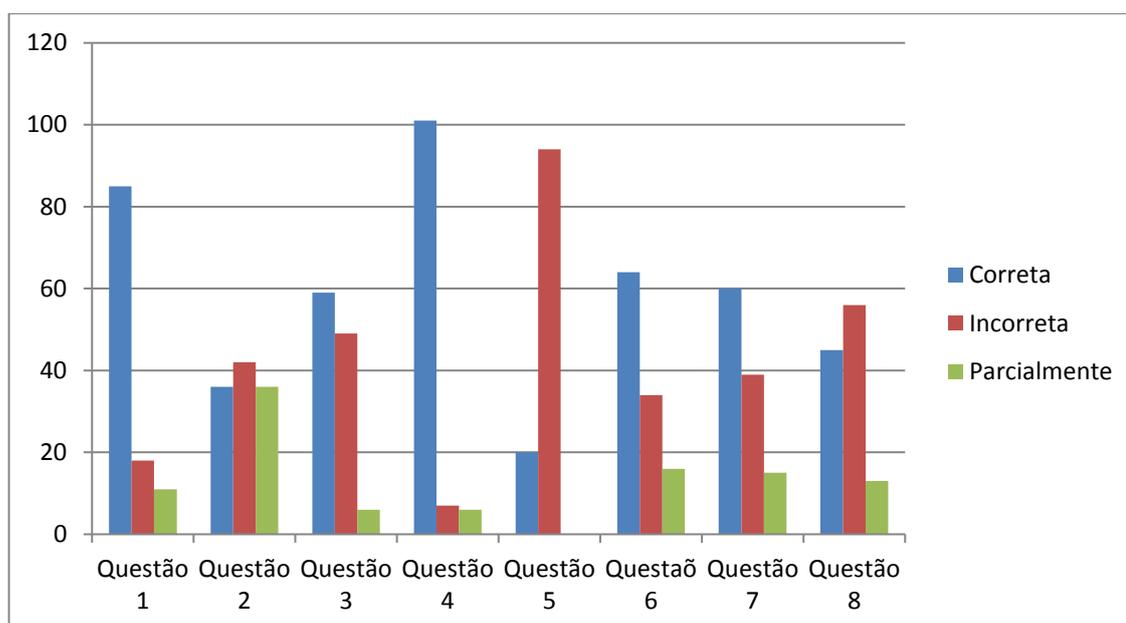


Gráfico 6.1

Pelas pontuações obtidas das questões de 1 até 4 que envolvem sistemas de equação, observa-se que os alunos apresentam um bom domínio do assunto, tendo uma pequena defasagem nas questões 2 e 3 por envolver fração na equação, no entanto compreenderam a ideia. Alguns dos alunos chegaram ao resultado por raciocínio lógico, sem resolver as equações.

Já na questão de número 5, que se tratava de uma interpretação de gráfico, os alunos já não foram tão bem. Foi observado que eles foram induzidos a responder a questão apenas subtraindo os valores, sem prestar atenção no título do gráfico que deixava claro que a variação da moeda era em dólares e não em reais.

As questões 6 e 7, mostraram que os alunos possuem um conhecimento sobre proporção e unidades, visto que a maioria acertou as questões.

E por fim a questão 8 mostrou que os alunos não dominavam o conceito de movimento uniforme que viram no primeiro ano do ensino médio. Pouco menos da metade desses alunos lembraram a equação para resolver a questão.

Em uma análise geral do Teste Diagnóstico, percebe-se que boa parte dos estudantes acertaram várias questões do teste, possuem conhecimento prévio em matemática e compreendem os fenômenos do dia-a-dia.

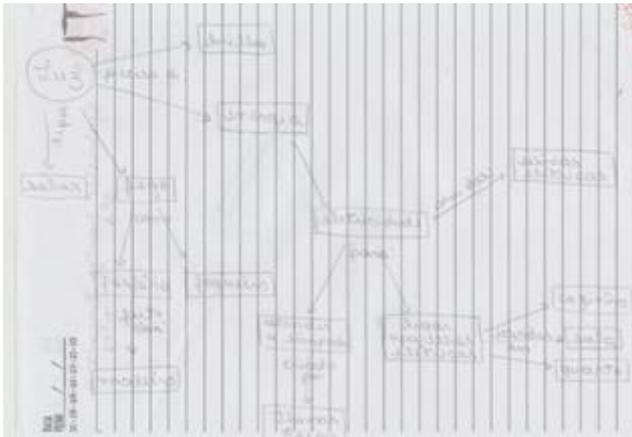


Figura 6.3. Mapa 14Aa

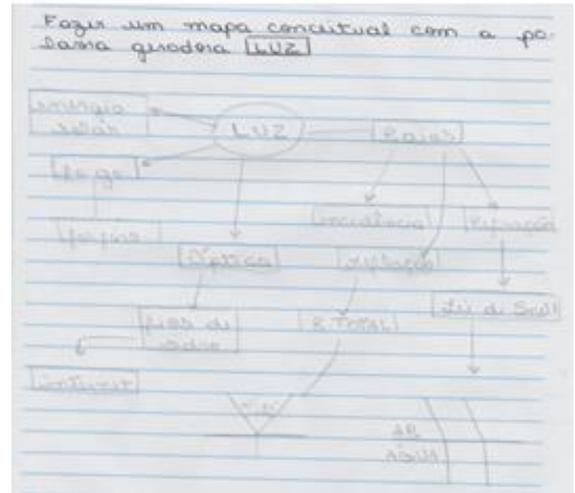


Figura 6.4. Mapa 14Ab

No mapa 14Aa observa-se que o aluno faz inserção de conhecimento relacionado a eventos ou fenômenos que tenham luz, citando o fósforo como exemplo, e também faz alusões sobre a lâmpada e eletricidade. Já no mapa 14Ab é observado elementos relacionados a óptica, lei de Snell, refração, refração, porém com algumas ligações equivocadas, e também cita elementos que colocou no primeiro mapa.

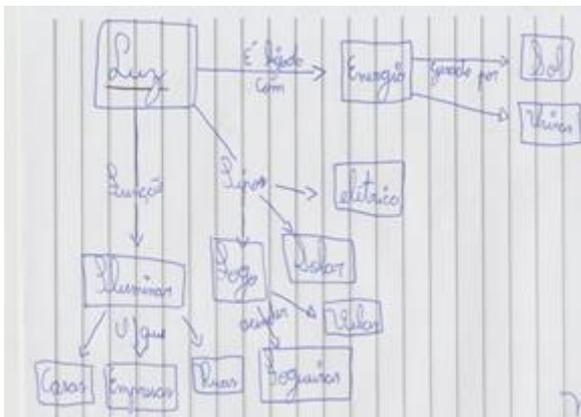


Figura 6.5. Mapa 36Aa

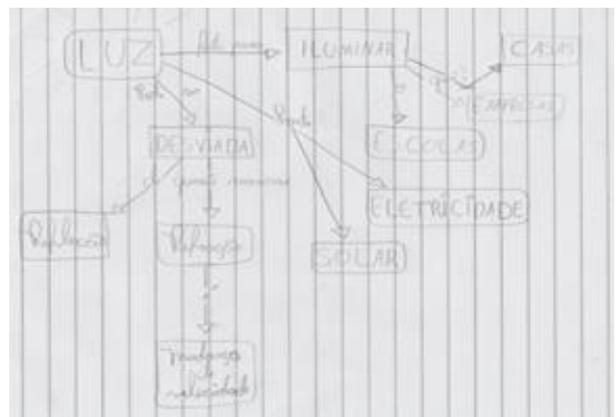


Figura 6.6. Mapa 36Ab

O mapa 36Aa deixa bem nítido a importância de relacionar a luz com a ideia de iluminar e ser usada como fonte de energia. O mapa 36Ab continua com a ideia de iluminar mas foi acrescido no mapa elementos de refração e reflexão da luz.

49Ab, observa-se que vários elementos relacionados a óptica foram inseridos no cognitivo, tais como: reflexão, refração e fibra óptica. No entanto percebemos várias ligações errôneas, podendo ser explicadas pelo fato de ser o segundo contato que tem com esse tipo de metodologia.

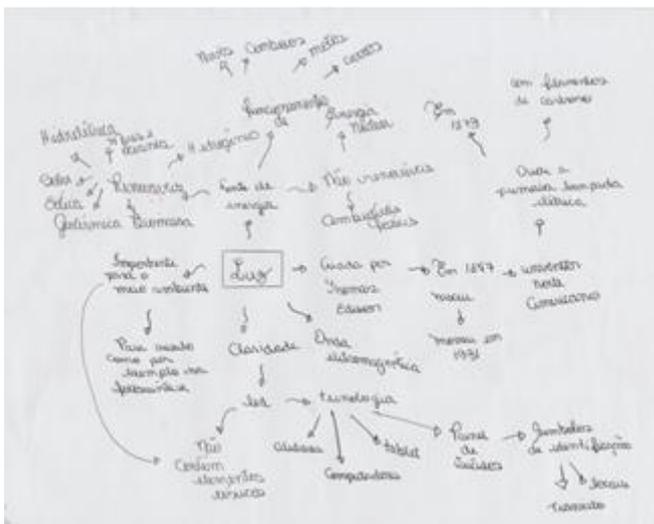


Figura 6.11. Mapa 3Ba

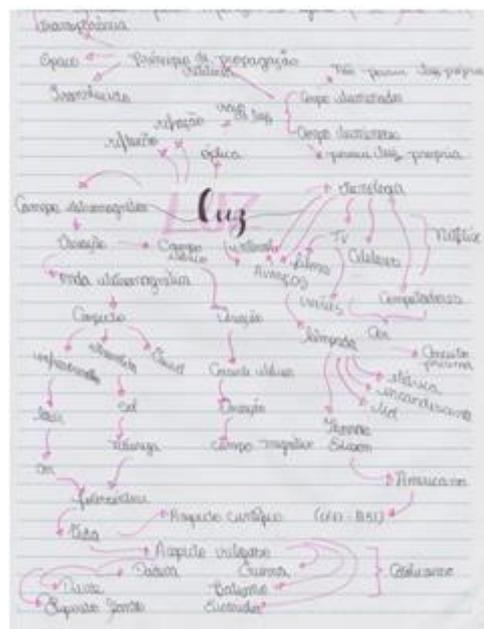


Figura 6.12. Mapa 3Bb

Observa-se no Mapa 3Ba que a aluna possui vários conectores, fazendo ligação de diversos assuntos, mas nenhum relacionado a fenômenos de reflexão e refração, e suas aplicações. No mapa 3Bb a quantidade de conectores é muito maior, e observamos que já foram inseridos os novos elementos estudados. Vale informar que se trata de uma excelente aluna e que tem como foco estudar em Universidades Públicas. Apesar de possuir muitas informações, o trabalho a ser feito agora pelo professor é organizá-las de modo a ter maior aproveitamento e eficiência.



Figura 6.13. Mapa 4Ba

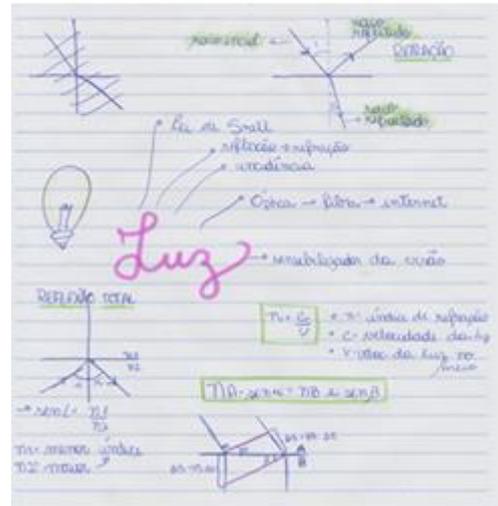


Figura 6.14. Mapa 4Bb

No mapa 4Ba observa-se que possui alguns elementos relacionados a física e também está repleto de teor religioso. Já no mapa 4Bb, que não parece um mapa e sim um roteiro de estudo, está com vários elementos relacionados a sequência didática proposta neste trabalho, mostrando os conectores formado durante essa prática.

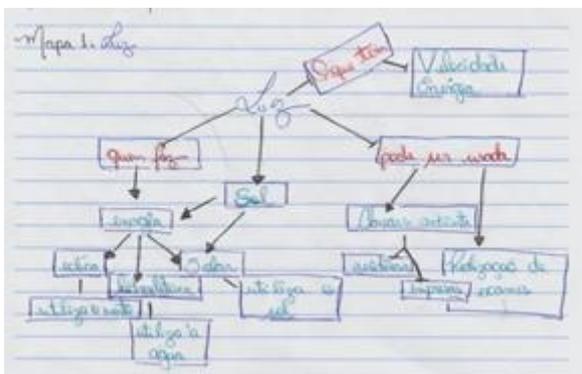


Figura 6.15. Mapa 34Ba

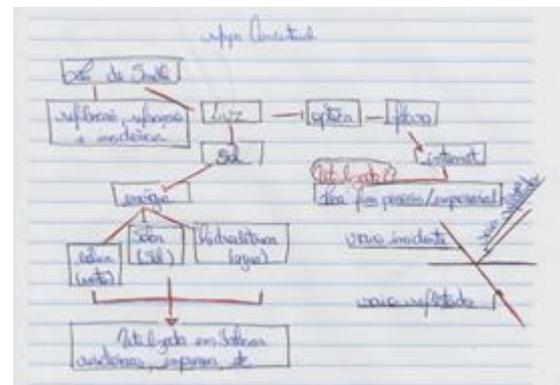


Figura 6.16. Mapa 34Bb

No mapa 34Ba observa-se muita ênfase na parte relacionada a energia e uma aplicação da utilização da luz na área da medicina. No mapa 34Bb percebe-se que o conceito foi amplamente alterado, mantendo o conceito de energia, mas colocando vários dos novos conhecimentos adquiridos na sequência didática, indicando a utilização de fibra óptica para se conectar a internet.

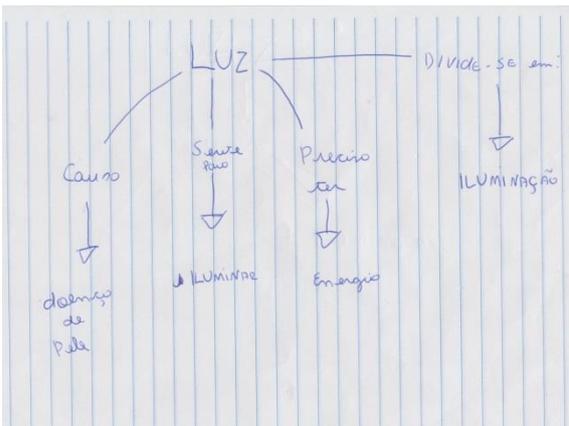


Figura 6.25. Mapa 21Ca

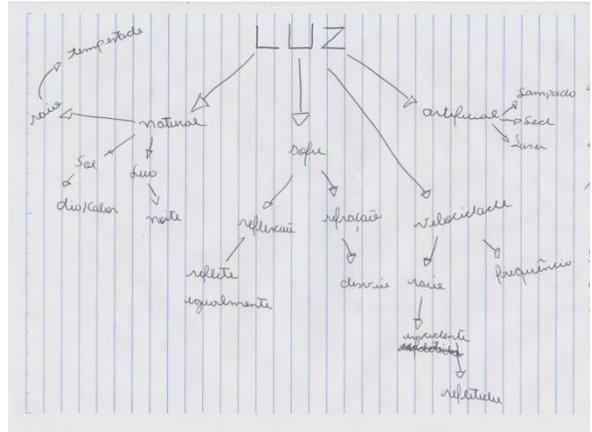


Figura 6.26. Mapa 21Cb

No mapa 21Ca o aluno colocou algumas palavras que se relacionam com a luz, mas de forma muito artificial, sem profundidade de conhecimento. Já no mapa 21Cb o aluno consegue orientar as suas ideias e possui um conhecimento mais aprofundado sobre o tema proposto.

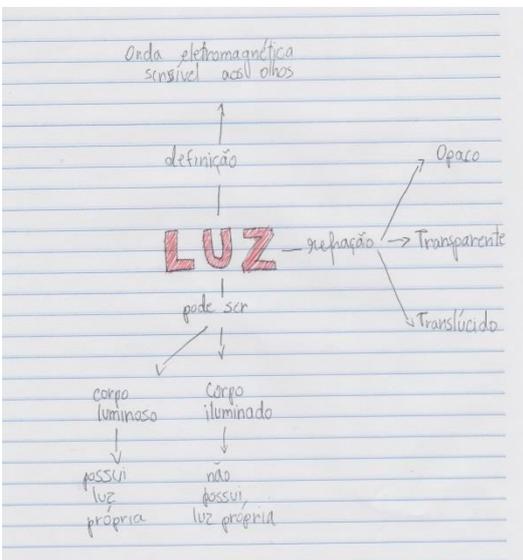


Figura 6.27. Mapa 39Ca

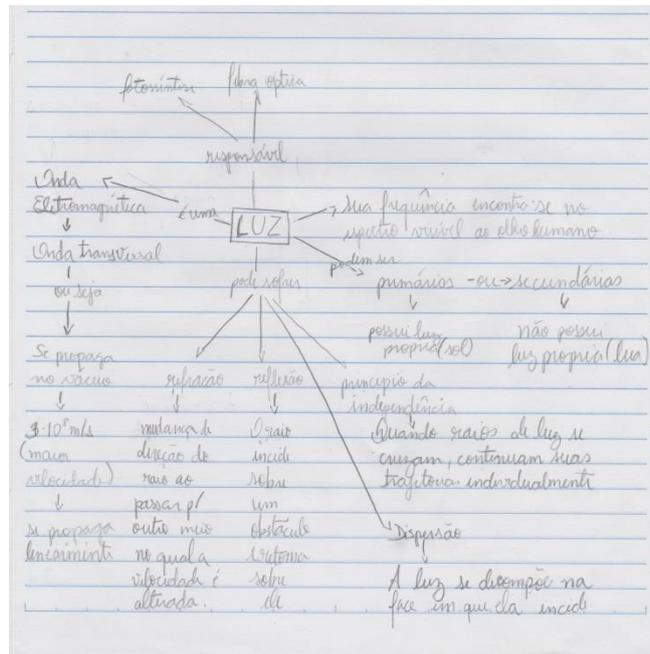


Figura 6.28. Mapa 39Cb

No mapa 39Ca observa-se que a aluna já possui um certo conhecimento sobre o tema proposto, e no segundo mapa 39Cb, mostra que uma quantidade maior de conectores foi ancorada no cognitivo da aluna, inferindo-se que a aprendizagem foi significativa.

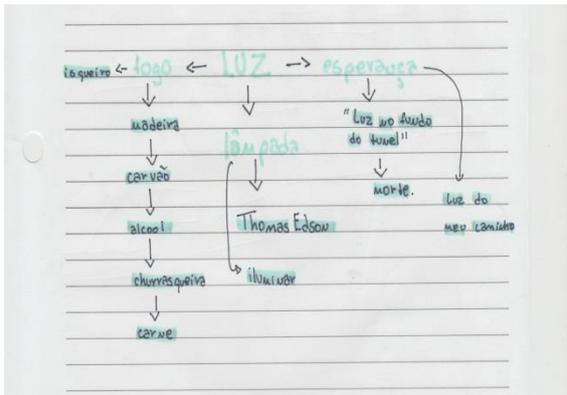


Figura 6.29. Mapa 40Ca

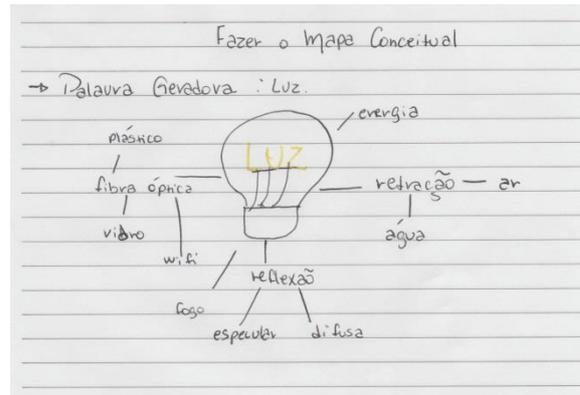


Figura 6.30. Mapa 40Cb

No mapa 40Ca observa-se que foi inserido conteúdos de senso comum, e as demais palavras foram inseridas aleatoriamente, sem conexão efetiva entre elas. Já no mapa 40Cb verifica-se que alguns conceitos novos foram inseridos, mas é notório que precisa de mais ferramentas para poder ancorar mais significados ao aluno.

De modo geral, todos esses Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes mostram que ele é uma ferramenta de análise qualitativa muito eficiente, permitindo que o professor note a deficiência individual de cada aluno. Essa discussão pode ser em grupos, assim favorecerá os demais envolvidos de modo que todos possam colaborar para ter um mapa cada vez mais eficaz.

Como a construção dos mapas depende do conhecimento de cada aluno, ele não deve ser utilizado para avaliação, como nos moldes de prova, pois eles são subjetivos e servem como parâmetro para o professor. Na construção de mapas conceituais não existe o certo ou o errado. Ele estimula o aluno a escrever o que entendeu sem medo de errar e expor suas ideias.

Os estudantes progrediram em cada observação feita nos mapas, demonstrando assim que eles assimilaram esta nova maneira de relacionar aquilo que eles já sabiam, ou seja, os conceitos prévios que existiam em sua estrutura cognitiva, com os conceitos novos aprendidos, colocados durante as atividades apresentadas aos alunos.

Constatamos na aplicação dessa sequência didática que os mapas conceituais possibilitam ao professor avaliar os procedimentos executados pelos alunos e verificar qualitativamente se o processo ensino-aprendizagem em Física aconteceu de forma significativa e se fez sentido para os alunos.

6.3 Análise do Simulador

Ao ter contato com o simulador os alunos apresentaram uma facilidade em manusear as ferramentas seguindo o tutorial devido a enorme familiaridade por parte deles com os computadores. Logo que terminavam a atividade proposta ficavam interessados em navegar pelo simulador e verificar todas as possibilidades que essa ferramenta dispunha e assim poderem compreender ainda mais os fenômenos físicos propostos pelo Phet. As questões de 1 a 5, são referentes ao manuseio do simulador, e as questões de 6 a 8, são referentes a experiência e expectativa da utilização do simulador, de forma a avaliar qualitativamente a inserção desta ferramenta.

Observou-se que os alunos tiveram uma grande quantidade de acerto em cada uma das questões como mostrado na tabela e gráfico a seguir. Nesta etapa as respostas foram classificadas como certo ou errado. Essa grande quantidade de acerto é identificada pelo fato do simulador ser de fácil manuseio, no qual os alunos só precisavam usar as ferramentas e anotar o que era observado. Foi identificado que os alunos que responderam de forma errônea não conseguiam interpretar o que viam, mesmo tendo chegado a executar o processo corretamente. Infere a isso que faltavam conectores que pudessem fazer com que os mesmos chegassem a conclusão correta.

Percebe-se na tabela 6.2 e no gráfico 6.2 desta atividade, que a quantidade de respostas obtidas é menor que a do teste diagnóstico por dois motivos: o primeiro é que essa atividade foi proposta em dupla devido a terem poucos computadores na sala de informática; o segundo motivo é devido a ausência dos alunos.

Questão	Certo	Errado
1	42 84%	8 16%
2	47 94%	3 6%
3	36 72%	14 28%
4	32 64%	18 36%
5	49 98%	1 2%

Tabela 6.2

Gráfico das questões do simulador

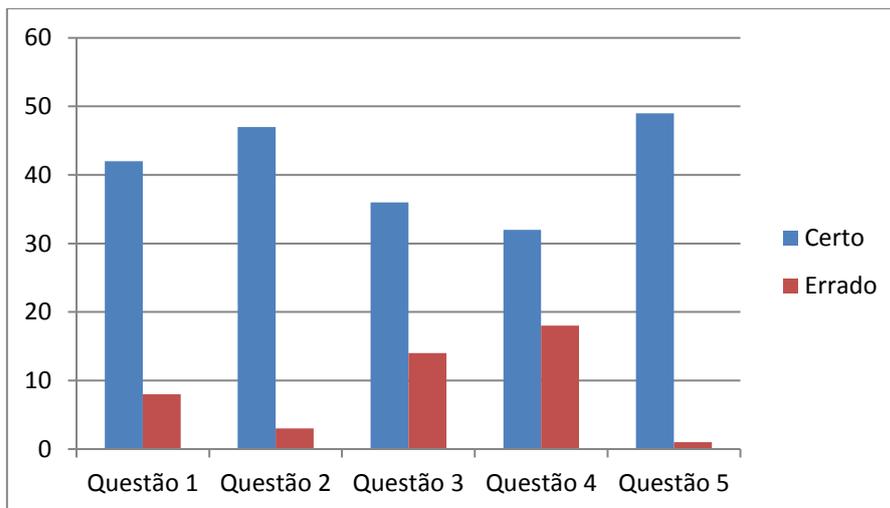


Gráfico 6.2

A seguir serão transcritos algumas das respostas dos alunos, referente a experiência e expectativa deles ao utilizar o Phet.

Aluno 35A

Foi uma experiência boa, pois dá para descobrir como muitas coisas da área de exatas funcionam, por meio de uma simulação onde conseguimos nós mesmos modelar e manusear.

Aluno 31A

Antes de usar eu achei que seria muito chato, mas quando utilizei achei bem legal e bem divertido, pois aprendi muito com o simulador. O fato de poder interagir com ele me motivou a mexer em outros simuladores.

Aluno 18A

Foi diferente, pois pude ver como a luz se comporta quando muda de meio ou quando se reflete como se fosse um espelho. Este simulador é de fácil uso.

Aluno 12A

Curti a experiência, pra quem tem interesse para aprender ou conhecer sobre os assuntos, acho bem útil. Fiz vários testes nos simuladores, pois ele parece um game.

Aluno 4A

Muito bom o simulador, ele é fácil de usar e mais ainda de aprender sobre refração e reflexão, e com o tutorial fica fácil de entender o que acontece com a luz.

Aluno 32B

Foi uma experiência boa e facilitou o aprendizado, pois consegui ver com maior clareza o que acontece com a luz ao mudar de meio.

Aluno 27B

Achei difícil mexer no simulador, mas é interessante ver como as coisas funcionam.

Aluno 19B

Foi uma experiência nova, divertida, uma outra forma de se aprender. Vou até falar com os outros professores de exatas pra ver se dá pra usar na matéria deles também.

Aluno 8B

Gostei da experiência pois não fazia ideia da diferença e maneira de que poderia ser utilizada para a aprendizagem, esse site é muito bom. Gostaria de ver esse simulador na matéria de química.

Aluno 45C

Foi interessante, não havia visto um mecanismo como esse. Facilita muito a aprendizagem.

Aluno 32C

O simulador pode facilitar o ensino e a aprendizagem, já que ilustra o que ocorre em cada situação, além dos alunos poder testar as várias possibilidades e ver o que acontece, assim fazendo uma atividade que não só lhes ensinam coisas, mas também onde eles podem interagir.

Aluno 29C

Foi uma experiência diferente e inovadora, através do simulador dá para resolver inúmeros testes.

Aluno 23C

Minha experiência foi boa, achei uma ótima forma de ensinar, por meio de aprendizagem prática e de forma diferenciada.

Aluno 17C

Foi interessante, nunca vi um simulador que mostrasse como usaríamos em determinada matéria. Espero que outros professores também usem.

Aluno 12C

Gostei da experiência, achei um pouco complicado de usar, mas com as orientações tudo correu bem. Pretendo tirar um dia livre pra ter mais experiências com o simulador.

Aluno 10C

Gostei bastante, pois tudo que pude ver nos vídeos pude estar aplicando no site.

Aluno 7C

Foi de grande utilidade como meio de conhecimento de experimentos e teorias que eram, até então, impossíveis de serem vistas sem o porte de equipamentos específicos, como microscópio, lentes, etc. Além de possibilitar um aprendizado gratuito. Inclusive, logo que terminei as atividades, passei pelos simuladores de eletrização e visualização de células animais.

Aluno 2C

Ele é eficaz para quem já entende um pouco do assunto e quer entender como funciona na prática.

De modo geral, a aplicação e inserção dessa ferramenta como forma de ensino e aprendizagem mostrou-se eficiente e motivadora, de modo a engajar os alunos no processo de aprendizagem tornando-a mais significativa. Neste sentido, percebe-se que, ao aplicarmos o Simulador Phet Colorado, houve um significativo interesse pela disciplina de Física, pois permitiu aos estudantes que obtivessem o conhecimento desta plataforma como uma forma diferenciada de aprender. Com uma metodologia completamente voltada para a prática de simulação de

experimentos, com a utilização de recursos digitais e tecnológicos, essa plataforma propicia uma relação com o conteúdo visto em sala de aula com o experimento virtual.

6.4 Análise do Experimento

Na realização do experimento, foi observado que os alunos tinham muita dificuldade em fazer a conversão de arco em ângulo, por não terem tido acesso a esse conteúdo, segundo eles. Por esse motivo, foi projetada uma imagem com uma tabela trigonométrica com os valores de seno, cosseno e tangente, para que eles pudessem fazer o experimento, pois a determinação do ângulo crítico de reflexão total é essencial para o sucesso do experimento.

Contornando estes obstáculos foi possível realizar o experimento com sucesso e ele aconteceu de forma prazerosa onde todos os alunos participaram de forma ativa, sendo os verdadeiros protagonistas na realização desta atividade.

Para realização do experimento foram utilizados vidros de espessuras diferentes, a saber, 2mm, 3mm, 4mm, 6mm e 8mm. No entanto, alguns grupos não conseguiram chegar a esses valores corretamente por erro de leitura na régua e o mesmo aconteceu com a medição do halo de luz. Isso interferiu no valor do índice de refração.

Observa-se nas tabelas montadas pelos alunos que alguns vidros tiveram suas medidas e leituras feitas de forma correta e encontraram o índice de refração com o valor muito próximo do exato, e na mesma tabela observou-se valores muito discrepantes, que foram discutidos com os alunos após o experimento.

A seguir é mostrado dados obtidos diretamente pelos alunos. O detalhamento do experimento encontra-se no APÊNDICE.

Resultados dos experimentos

Grupo 1A

VIDRO	ESPESSURA (e)	DIÂMETRO DO RAIO	$\tan \theta = \frac{D}{4 \cdot e}$	Ângulo (e)	$\sin \theta$	ÍNDICE DE REFRAÇÃO
1	2 mm	7 mm	0,87	41	0,656	1,524
2	3 mm	1,1 cm	0,833	40	0,643	1,555
3	4 mm	1,5 cm	0,937	43	0,682	1,466
4	5 mm	2 cm	1	45	0,707	1,414
5	8 mm	2,5 cm	0,781	38	0,616	1,623

Figura 6.31. Resultado experimental – Turma A

Grupo 2A

Vidro	Esposura (e)	Diâmetro do falo	$\tan \theta = \frac{D}{4 \cdot e}$	Angulo (e)	$\sin \theta$	Índice de refração
1	2mm	7 mm	0,9	41°	0,656	1,52
2	3mm	8mm	0,675	34°	0,559	1,78
3	4mm	1,1 mm	0,7	35°	0,574	1,74
4	6mm	1,6 mm	0,675	34°	0,559	1,78
5	8mm	25mm	0,78	38°	0,616	1,62

Figura 6.32. Resultado experimental – Turma A

Grupo 3A

VIDRO	ESPESSURA (E)	DIÂMETRO DO HALO	$\tan \theta = \frac{D}{4 \cdot E}$	ÂNGULO (θ)	$\sin \theta$	ÍNDICE DE REFRAÇÃO
1	2	7	0,875	41°	0,656	1,53
2	3	12	1	45°	0,707	1,42
3	4	15	0,93	43°	0,68	1,44
4	5	20	1	45°	0,707	1,42
5	8	29	0,90	42°	0,669	1,51

Figura 6.33. Resultado experimental – Turma A

Grupo 4A

Vidro	Espessura (e)	Diâmetro do halo	$\tan \theta = \frac{D}{4 \cdot e}$	Ângulo (θ)	$\sin \theta$	Índice de refração
1	2 mm	7 mm	0,9	42°	0,669	1,49
2	3 mm	9 mm	0,75	37°	0,602	1,66
3	4 mm	15 mm	0,93	43°	0,682	1,46
4	5 mm	20 mm	1	45°	0,707	1,42
5	8 mm	25 mm	0,78	38°	0,626	1,62

Figura 6.34. Resultado experimental – Turma A

Grupo 5A

Vidro	Espessura (e)	Diâmetro	$\tan \theta = \frac{D}{4 \cdot e}$	Ângulo (θ)	$\sin \theta$	Índice de refração
1	2 mm	6 mm	0,75	37°	0,602	1,66
2	3 mm	10 mm	0,833	40°	0,643	1,55
3	5 mm	15 mm	0,75	37°	0,602	1,66
4	7 mm	20 mm	0,714	36°	0,588	1,40
5	8 mm	30 mm	0,93	43°	0,682	1,46

Figura 6.35. Resultado experimental – Turma A

Grupo 1B

Vidro	(e) Espessura	Diâmetro do halo (b)	$\operatorname{tg} \theta = \frac{D}{4e}$	Ângulo θ	$\operatorname{sen} \theta$	Índice de refração
1	8 mm	28	0,875	41°	0,65	1,538
2	5 mm	21	1,05	46°	0,71	1,408
3	4 mm	13	0,812	39°	0,62	1,612
4	3 mm	10	0,833	40°	0,64	1,562
5	2 mm	9	1,125	48°	0,73	1,389

Figura 6.36. Resultado experimental – Turma B

Grupo 2B

Vidro	Espessura (e)	Diâmetro de halo	$\operatorname{Tg} \theta = \frac{D}{4e}$	Ângulo θ	$\operatorname{Sen} \theta$	Índice de refração
1	0,8	2,5	0,78	38°	0,616	1,62
2	0,6	2,0	0,833	45°	0,707	1,41
3	0,3	1,0	0,83	40°	0,642	1,55
4	0,4	1,3	0,812	39°	0,601	1,66
5	0,2	0,6	0,75	37°	0,629	1,58

Figura 6.37. Resultado experimental – Turma B

Grupo 3B

VIDRO	ESPRESSURA (e)	DIÂMETRO DO HALO (b)	$\operatorname{tg} \theta = \frac{D}{4e}$	ÂNGULO θ	SENO	Índice de REFRAÇÃO
1	5 mm	18 mm	0,95	43°	0,68	$n_2 = 1,47$
2	9 mm	31 mm	0,86	5°	0,87	$n_2 = 1,34$
3	4 mm	30 mm	0,62	32°	0,53	$n_2 = 1,88$
4	5 mm	18 mm	0,9	42°	0,66	$n_2 = 1,51$
5	3 mm	7 mm	0,58	30°	0,5	$n_2 = 2$

Figura 6.38. Resultado experimental – Turma B

Grupo 4B

VIDRO	ESPESSURA	DIÂMETRO DO HALO	$\text{tge} = \frac{D}{4 \cdot e}$	ÂNGULO (θ)	$\text{SEN } \theta$	ÍNDICE DE REFRAÇÃO
1	2ML	8ML	1	45°	0,707	1,41
2	3ML	11ML	0,916	43°	0,685	1,43
3	4ML	19ML	1,19	49°	0,755	0,755
4	5ML	21ML	1	45°	0,707	1,41
5	5ML	29ML	0,906	42°	0,669	0,669

Figura 6.39. Resultado experimental – Turma B

Grupo 5B

VIDRO	(e) Espessura	(D) Diâmetro do halo	$\text{tge} = \frac{D}{4e}$	ângulo θ	$\text{sen } \theta$	Índice de refração
1	5mm	21mm	1,05	45°	0,70	1,42
2	2mm	9mm	1,125	50°	0,766	1,3
3	7mm	28mm	0,971	29°	0,485	2,06
4	4mm	112mm	0,75	37°	0,602	1,66
5	2mm	9mm	1,125	50°	0,766	1,3

Figura 6.40. Resultado experimental – Turma B

Grupo 1C

VIDRO	Espessura (e)	Diâmetro da halo	$\text{tge} = \frac{D}{4 \cdot e}$	Ângulo (α)	$\text{SEN } (\alpha)$	Índice de refração
1	2mm	8mm	1	45°	0,707	1,414
2	3mm	10mm	0,83	40°	0,643	1,55
3	5mm	15mm	0,75	37°	0,602	1,661
4	6mm	25mm	0,833	40°	0,64	1,40
5	8mm	30mm	0,937	43°	0,682	1,46

Figura 6.41. Resultado experimental – Turma C

Grupo 2C

Vidro	Espessura	Diâmetro do halo	$\tan \theta = \frac{D}{4e}$	Ângulo (θ)	Sen (θ)	Índice de refração
1	2mm	5mm	0,625	32°	0,53	~1,88
2	3mm	10mm	0,833	40°	0,643	~1,55
3	4mm	15mm	0,937	43°	0,682	~1,46
4	5mm	20mm	1	45°	0,707	~1,41
5	8mm	30mm	0,937	43°	0,682	~1,46

Figura 6.42. Resultado experimental – Turma C

Grupo 3C

Vidro	Espessura (e)	Diâmetro do halo	$\tan \theta = \frac{D}{4e}$	Ângulo (θ)	sen (θ)	Índice de Refração
1	8 m.m.	28 m.m.	0,87	41°	0,65	1,53
2	6 m.m.	21 m.m.	0,87	41°	0,65	1,53
3	3 m.m.	10 m.m.	0,83	40°	0,64	1,56
4	4 m.m.	14 m.m.	0,87	41°	0,65	1,53
5	5 m.m.	15 m.m.	0,75	37°	0,60	1,66

Figura 6.43. Resultado experimental – Turma C

Grupo 4C

Vidro	Expressura	Diâmetro do Halo	$\tan \theta = \frac{D}{4e}$	Ângulo (θ)	Sen (θ)	Índice de Refração
1	2	0,8cm	1	45°	0,707	1,41
2	3	10mm	0,83	40°	0,643	1,29
3	4	1,2cm	0,75	37°	0,602	1,24
4	6	0,25mm	1,04	46°	0,719	1,44
5	8	0,30cm	0,93	43°	0,682	1,36

Figura 6.44. Resultado experimental – Turma C

De modo geral verificou-se que a atividade fez com que os alunos se aproximassem mais dos conceitos relacionados a reflexão interna total e refração da luz.

Percebe-se que falta uma tabela, pois neste dia de execução da atividade, 4 integrantes de um mesmo grupo não vieram à aula, fazendo com que os outros integrantes do grupo fossem inseridos em um outro para poderem realizar as atividades.

Observa-se que o grupo 3C foi o que mais obteve resultados satisfatórios, devido a encontrarem o mesmo índice de refração para cada espessura diferente do vidro, sendo que todos os vidros foram fabricados com o mesmo material de acordo com o fornecedor.

Valores encontrados experimentalmente pelo autor.

Vidro	Espessura do vidro	Diâmetro do Halo de Luz	$tg\theta_c = \frac{D}{4E}$	Ângulo θ	$sen\theta_c$	Índice de refração
1	2 mm	7 mm	0,87	41°	0,65	1,53
2	3 mm	10 mm	0,83	40°	0,64	1,55
3	4 mm	13 mm	0,81	39°	0,63	1,58
4	6 mm	20 mm	0,83	40°	0,64	1,55
5	8 mm	27 mm	0,84	40°	0,64	1,55

Tabela 6.3. Dados obtidos experimentalmente pelo autor.

6.5 Análise do Kahoot

Os alunos citaram a competição proposta por essa ferramenta educacional como estímulo para o aprendizado e perceberam que a plataforma pode ser usada como substituto da avaliação tradicional. Ela alcança diferentes níveis de complexidade que desafiam os alunos com atividades que podem ser simples ou bem mais elaboradas, e que tornam o aprendizado mais eficiente, prazeroso e duradouro.

Uma das dificuldades que pode ser encontrada pelos alunos é o fato da plataforma ser toda em inglês, pois quando os alunos baixarem o app em seus celulares, ele pedirá para fazer um cadastro, nesse cadastro terão que indicar sua

idade e o seu perfil. Sabendo disso foi criado um tutorial passo-a-passo de como utilizar o Kahoot que se encontra no APÊNDICE.

Esse Game tabula os dados em planilha eletrônica podendo ser analisados e avaliados pelo professor de forma somativa. Ao final a plataforma informa qual a equipe vencedora, quais questões cada equipe acertou e qual a pontuação de cada uma.

Segue alguns dos dados tabulados das três turmas que usaram o game.

Ranking turma A

Refração e Reflexão Total da Luz				
Final Scores				
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers
1	Aleatório	7615	8	7
2	Narguines	7459	8	7
3	dengoso	3510	4	10
4	Grupo foda \$\$	3127	4	11
5	4fantastic	3058	4	6

Tabela 6.4. Tabulação Kahoot – turma A

Ranking turma B

Refração e Reflexão Total da Luz				
Final Scores				
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers
1	Truco New Age	10054	10	5
2	CSI	7798	9	6
3	Patifaria	6627	8	7
4	Os farçantes	4764	5	10
5	Milene	3375	5	10

Tabela 6.5. Tabulação Kahoot – turma B

Ranking turma C

Teste do game				
Final Scores				
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers
1	As meninas	6454	10	5
2	Os melhores	5205	9	6
3	Fátima doces	4864	7	8
4	Dogão mil grau	3670	6	9
5	Vai que cola	3582	6	9

Tabela 6.6. Tabulação Kahoot – turma C

Essas são algumas das tabelas criadas pelo próprio Kahoot. Percebe-se que mesmo tendo acertado a mesma quantidade de questões, a pontuação final é diferente, pois o tempo que se leva para responder a questão interfere no resultado, quanto mais rápido responder, maior será a pontuação.

Após a realização de todas as atividades, os alunos foram instigados a participar de uma discussão colocando seus pontos de vista sobre as atividades realizadas e se aprendizagem fez sentido para eles. Transcrevo algumas das falas e comentários desses alunos, sem fazer a correção ortográfica e/ou concordâncias.

Aluno 14A

Minha experiência foi muito boa, achei muito interessante usar aulas diferenciadas, pois elas nos permitem buscarmos novos conhecimentos e ainda colocar em prática os diversos testes. Deveria ter mais testes como esses, pois eles nos ajudam a ter uma compreensão melhor, especificamente com o simulador e o experimento. Acredito que com esses experimentos veremos que aquilo que estamos estudando está muito presente no dia-a-dia. E não posso deixar de falar do quiz, pois é bem divertido e interessante.

Aluno 30A

Essa sequência foi bastante empolgante, com bastante coisa dada, queria mais aulas assim. Todas as aulas deveriam ser interativas como essas, onde produzimos coisas diferentes o tempo todo. As outras disciplinas também deveria ser assim.

Aluno 3B

Gostei muito dessas aulas, algo que nunca tive e que na minha opinião me faz aprender mais. Ela trouxe algo que não vemos todos os dias nas aulas. Queria que tivesse mais lição assim pra eu fazer em casa.

Aluno 8B

Foi bom, já que saímos do tradicional de só ficar na sala e fazer exercícios, assim aprendemos nos divertindo. Fazer mais experimentos e atividades interativas, tornaria a aprendizagem da matéria mais simples, e as atividades em grupo foi ótima para interagir com os colegas.

Aluno 18B

Aprendemos a tomar decisão rápido e em grupo, durante o game os alunos ficam mais interessados e ao mesmo tempo que jogam, aprendem. Essas atividades fizeram com que a gente saísse da rotina.

Aluno 34B

Apreendi muito com o simulador Phet Colorado, foi uma aprendizagem diferente do comum. Os vídeos também me ajudaram a entender como a fibra óptica funciona e no fim, o quiz foi uma competição voltada para a aprendizagem. Tudo foi uma maneira fácil para adquirir o conteúdo e aprender com mais facilidade.

Aluno 44B

A experiência toda de aprendizagem foi muito satisfatória, pois aprendemos a matéria de maneira mais proveitosa juntamente com os colegas. A aula se tornou mais produtiva facilitando o entendimento com o conteúdo passado pelo professor, fazendo com que a aprendizagem tivesse mais sentido. Poderia ter mais aula assim, de forma a motivar mais os alunos a estudar, e certamente a realização de experimentos me fez a pensar mais sobre a Física.

Aluno 2C

Foi muito bom essas aulas, pois fazer coisas diferentes, desperta um interesse maior. Ela permite sair da rotina das aulas, usamos coisas diferentes e adquirimos experiência, então o interesse e vontade de fazer as atividades aumenta.

Aluno 12C

Poderíamos sair mais da sala para fazer experimentos e sair da rotina. Gostei muito dessas aulas.

Aluno 15C

Foi legal e a ideia de indicar vídeos para estudar em casa foi muito boa, ainda mais eu que tenho muita dificuldade de me concentrar na sala de aula.

Aluno 23C

Foi muito legal, pudemos colocar muitas coisas em prática e entender o processo de como é feito, fazer isso em grupo fez com que aprendesse mais, e aprendi que a forma de mapa ajuda a aprender. Poderia ter mais experimentos , jogos e vídeos.

Capítulo 7: Considerações Finais

Para tornar o aprendizado mais eficiente, prazeroso e participativo, elaborou-se essa Sequência Didática com diversas atividades ligadas entre si, visando sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos.

Durante a aplicação da Sequência Didática os alunos tiveram contato com os vários conceitos a respeito de Óptica juntamente com suas equações matemáticas. É fundamental destacar que as aulas tiveram aspectos teóricos e demonstrativos, de modo a garantir ao aluno uma melhor assimilação do conteúdo apresentado e uma percepção das potencialidades das atividades de forma a serem significativas no seu dia-a-dia.

É sabido que nossos alunos apresentam uma dificuldade enorme de estruturarem seus pensamentos e opiniões. O que levou a conclusão de que seriam necessárias outras formas de abordar as atividades de maneira a incentivá-los a produzirem um material escrito com o seu conhecimento prévio. Então se justificou o uso dos mapas conceituais, como sendo um facilitador para esse processo.

A eficácia do mapa conceitual criado por Novak, baseado na teoria de aprendizagem de Ausubel, se dá pela disposição de como é criado, pois ele parte de uma palavra geradora e as ligações de conceitos são feitas com a utilização de verbos e/ou frases que remetem a um novo conhecimento explicando a relação entre eles.

Para inserir esses novos conhecimentos durante as aulas, de maneira a garantir a participação efetiva dos alunos, a equação de Snell, usada para a realização do experimento, foi demonstrada usando conceitos de Geometria, Matemática básica e Física fundamental, assegurando a sua interação e expondo o seu conhecimento adquirido ao longo de sua vida escolar.

Introduzindo ainda mais o aluno no mundo da óptica, simuladores virtuais foram apresentados a eles, mostrando como a lei de Snell funciona em diferentes meios e como a luz interage com esses meios, reforçando a ideia de índice de refração, além de mostrar outras funcionalidades de outras áreas do conhecimento dentro desses simuladores.

Visto que a experimentação é fundamental ao processo de desenvolvimento dos alunos e a mesma garante um engajamento no processo de aprendizagem, verificou-se a eficácia do experimento de reflexão interna total da luz desta

sequência didática, na qual foi testada a lei de Snell, utilizando materiais de baixo custo. Durante a experimentação, os alunos participaram com grande entusiasmo e dedicação, puderam trabalhar seu senso investigativo, espírito de companheirismo e descobriram a Física Experimental.

A parte experimental tem como objetivo elaborar ações que estimulem o interesse dos estudantes pela disciplina e evidenciem as possibilidades de utilizar essas aulas como motivação para raciocinar e compreender os fenômenos físicos que acontecem em seu dia a dia. A prática experimental auxilia o estudante na tomada de decisões, e aprimora a observação, a paciência e a curiosidade. Os assuntos são assimilados de forma significativa quando relacionada a outras ideias e conceitos já adquiridos pelos estudantes. Assim, podemos observar a importância da interação da prática com a teoria no ensino de Física.

O experimento abordado aqui teve como objetivo fortalecer a construção do conhecimento fornecendo uma nova mudança nas práticas pedagógicas, utilizando estratégias diferenciadas de trabalhar novos assuntos, no qual o estudante se apropria do conhecimento científico e ao mesmo tempo relaciona com o seu dia a dia. É de extrema importância mostrar aos alunos como o princípio da óptica está presente em suas vidas, mostrando a internet de alta velocidade, somente possível por causa da reflexão interna total da luz e aos diferentes valores do índice de refração dos materiais, além de falar sobre eventos mais corriqueiros e simples como arco-íris, miragem, fundo da piscina, objetos aparentemente quebrados ao colocar em copo com água, entre outros fenômenos.

A aprendizagem desta atividade experimental foi recebida com muito entusiasmo e aconteceu de maneira prazerosa por ser apresentada de uma forma diferente do que os alunos têm hoje nas salas de aula, já que foi elaborada de modo a motivar e tornar o aluno protagonista no processo de aprendizagem, permitindo o mesmo a manusear os materiais, interagir e questionar, tendo assim, uma melhor participação de todos envolvidos no processo de formação.

Compreendido os resultados obtidos diante dos mapas conceituais produzidos pelas turmas A, B e C, antes e depois da atividade experimental, concluiu-se a grande potencialidade dos mapas conceituais como recurso de avaliação qualitativa, quando se observou as diferenças significativas na elaboração do primeiro e do segundo mapa. Os mapas confeccionados antes da sequência didática apresentaram poucos conceitos relacionados a óptica. Logo após a

aplicação da sequência didática, os mapas elaborados apresentaram inserção de novos conceitos a partir dos conceitos iniciais, que agora foram ancorados ao cognitivo (subsunçores), levando a concluir que podem existir caminhos diferentes que levem o aluno a uma aprendizagem significativa.

Esses mapas tiveram um maior valor de qualificação no processo avaliativo, pois davam indicações da aprendizagem obtida pelo o aluno do novo conteúdo, além de identificar o seu conhecimento prévio e mostrar para o professor que é possível localizar e reorganizar esses conhecimentos.

Ao realizar o ensino por meio desta sequência didática, o professor deve ter a consciência de que esta estratégia não lhe permitirá ser aquele indivíduo que irá transmitir o conhecimento, mas sim o criador de situações estimulantes para este ensino, pois para alcançar tais objetivos deve-se passar por inúmeras etapas, considerando a discussão coletiva, motivação, exibições de vídeos, aulas expositivas, aulas experimentais, e muitas outras atividades a serem realizadas no trajeto das aulas.

Sendo assim, a utilização de uma sequência didática, que se propõem a desenvolver competências e habilidades, visando uma aprendizagem significativa utilizando-se de roteiros de atividades práticas, atividades experimentais e mapas conceituais aplicados antes e depois, favorece a apropriação de conceitos e organização estrutural do conteúdo por parte do aluno, podendo ser usada como motivadora para um aprendizado eficiente e prazeroso e uma ferramenta a mais para o professor, como forma de acrescentar uma melhora ao processo de ensino-aprendizagem em Física no Ensino Médio.

Referências

[Alves 2006] ALVES, Valéria de Freitas . *A inserção de atividades experimentais no ensino de Física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem*. 2006. Disponível em: <http://www.ppgec.unb.br/images/sampled/data/dissertacoes/2006/versaocompleta/vale-ria%20freitas.pdf>. Acesso em novembro de 2018.

[Almeida 1996] ALMEIDA, L. S. *Cognição e aprendizagem: como a sua aproximação conceptual pode favorecer o desempenho cognitivo e a realização escolar*. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, I (1), 17-32.

[Araujo 2012] ARAUJO, Joeliza. *O ensino de botânica e a educação básica no contexto amazônico: construção de recurso multimídia*. Disponível em: <http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/10-4.pdf>. Acesso em agosto de 2018.

[Ausubel 1980] AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

[Ausubel 2000] AUSUBEL, David P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Plátano Edições Técnicas. Lisboa –PT. 2000. Disponível em: http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em março 2019.

[Ausubel 2003] AUSUBEL, David. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

[Bergmann 2016] BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

[BNCC 2018] BNCC. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit-e.pdf. Acesso em março de 2018.

[Brum 2014] BRUM, Wanderley Pivatto. *Experiências didáticas no ensino de ciências naturais e matemática: da teoria a prática docente*. São Paulo. Volume 1. Clube dos autores, 2014.

[Cañete 2010] CAÑETE, L.S.C.. *O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor*. UFMG, Programa de Pós-Graduação em Educação, Belo Horizonte, 2010.

[Hecht] HECHT, Eugene. *Óptica*. Coimbra: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

[Mendes 2010] MENDES, Henri Maximiliano de Assis. *ESTUDO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA ACERCA DO MEIO AMBIENTE E SAÚDE*. 2010. Disponível em: http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/3037. Acesso em maio de 2018.

[Moraes e Silva Junior 2014] MORAES, José Uibson; SILVA JUNIOR Romualdo S.. *Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa*. 2014. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID69/v4_n3_a2014.pdf. Acesso em julho de 2018.

[Moreira 2006] MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas Conceituais E Aprendizagem Significativa*. 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

[Moreira 2009] MOREIRA, Marco Antonio. *A teoria da Aprendizagem Significativa*. 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em junho 2018.

[Moreira 2010] MOREIRA, Marco Antonio. *Abandono da narrativa, Ensino centrado no aluno e Aprender a Aprender Criticamente*. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf>. Acesso em junho de 2018.

[Moreira 2011] MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos*. São Paulo: Livraria da Física, 1ª Edição, 2011.

[Moreira 2012] MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem Significativa Crítica*. 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em novembro de 2018.

[Riposati 2010] RIPOSATI, Alessandra Arantes; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. *Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: usando simulações do Phet*. Física na Escola, volume 11 n.1, p. 27–31, 2010. <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>. Acessado em abril de 2018.

[Santos e Frenedozo 2015] SANTOS, Selma dos; FRENEDOZO, Rita de Cássia. *Conhecimentos prévios dos alunos do Ensino Médio sobre estrutura de Ecossistema: um Estudo sobre Cadeia Alimentar*. 2015. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p915.pdf>. Acesso em outubro de 2018.

[Studart 2015] STUDART Nelson. *Simulação, Games e Gamificação no Ensino de Física*. 2015. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – (SNEF-2015). Disponível em: http://eventos.ufabc.edu.br/2ebef/wp-content/uploads/2015/10/Studart_XXI_SNEF_Final_NEW.pdf. Acesso em outubro de 2018.

[Tancredi 2002] TANCREDI, Regina Maria S. Puccinelli. *O Acompanhamento do processo ensino-aprendizagem através das provas escritas*. 2002. Disponível em: http://www.dm.ufscar.br/~salvador/homepage/pro_ciencias_2002/materialdistribuido/Metodos%20de%20Ensino/instrumentosavaliacao.pdf. Acesso em dezembro 2018.

[Terrazan 1997] TERRAZAN, E. A. *Ciência, Conhecimento e Cultura*. Centro de Educação. Universidade Federal de Santa Maria, RS. 1997.

[Villatorre *et al* 2008] VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. *Metodologia do ensino de Matemática e Física: Didática e Avaliação em Física*. Editora IBPEX. 1ª edição. p. 106. 2008.

Vídeos usados como ancoragem de conhecimento

KHAN, Sal. *Reflexão Especular e Difusa*. 11min 51s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/specular-and-diffuse-reflection>>. Acesso em setembro de 2018.

KHAN, Sal. *Reflexão Especular e Difusa 2*. 8min 32s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/specular-and-diffuse-reflection-2>>. Acesso em setembro de 2018.

KHAN, Sal. *Refração e a Lei de Snell*. 14min 26s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/refraction-and-snell-s-law>>. Acesso em setembro de 2018.

KHAN, Sal. *Refração na água*. 4min e 49s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/refraction-in-water>>. Acesso em setembro de 2018.

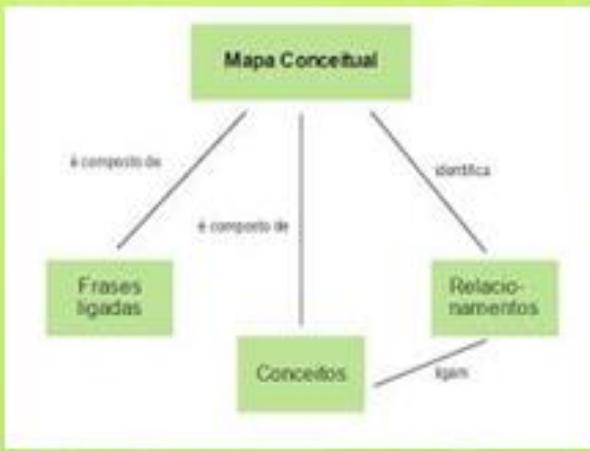
KHAN, Sal. *Lei de Snell – Exemplo 1*. 10min 50s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/snell-s-law-examples-1>>. Acesso em setembro de 2018.

KHAN, Sal. *Lei de Snell – Exemplo 2*. 11min 34s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/snell-s-law-example-2>>. Acesso em setembro de 2018.

KHAN, Sal. *Reflexão total interna*. 8min 18s. Publicado pelo khanacademy, 2015. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/total-internal-reflection>>. Acesso em setembro de 2018.

Autor desconhecido. *Como é feito a fibra ótica*. 4min 56s. Publicado pelo Mega Documentários, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iHyrQ6MW7YE>>. Acesso em setembro de 2018.

CIÊNCIA, Globo. *O funcionamento das fibras ópticas*. 19min 08s. Publicado pelo canal Física.Net. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OSgQtTk8DFU>>. Acesso em setembro de 2018.



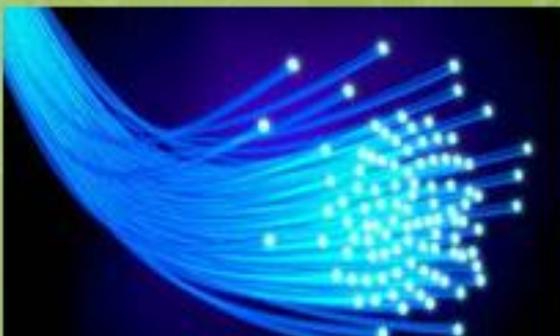
MNPEF

Produto Educacional



Refração e Reflexão Interna Total da Luz:

Um Experimento
Engajador para
o Ensino Médio.



APÊNDICE: Produto Educacional



REFRAÇÃO E REFLEXÃO INTERNA TOTAL DA LUZ: UM EXPERIMENTO ENGAJADOR PARA O ENSINO MÉDIO

LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA

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

Orientador(es):

Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho

Santo André
02/2020

Carta ao Professor

Olá caro professor, tudo bem? Esta carta é para facilitar o entendimento desta pesquisa e ajudar a explorar melhor suas potencialidades de forma a desenvolver um bom trabalho com os alunos adaptando-o a sua realidade.

Proponho que antes de explorar o produto em si, examine a dissertação principalmente o capítulo da metodologia. É nela onde vemos descrito como foi executado o produto educacional previsto para ser plicado em 6 aulas.

O produto é composto de atividades conectadas que formam uma sequência didática que começa pelo teste diagnóstico, para que o professor perceba o quão familiarizado os alunos estão com as propriedades fundamentais da Matemática e da Física.

A seguir é apresentado o Mapa Conceitual, de forma que os alunos aprendam a criar e conectar as informações novas com aquilo que eles já sabem.

Em seguida é apresentada aos alunos a lei de Snell e os mesmos são colocados em contato com os simuladores, de forma a testar a veracidade da lei com o uso de ferramentas educacionais.

Logo após inicia-se o experimento com a finalidade de determinar o índice de refração dos vidros usando a lei de Snell aproximando a teoria da prática.

E por fim, os alunos jogam um game educacional em forma de quiz, e assim é possível verificar o quanto de conhecimento foi absorvido pelos alunos após a realização de todas as atividades propostas.

Todos os itens desde produto formam a sequência didática criada para uma melhor compreensão por parte dos alunos sob a refração e reflexão interna total da luz.

Nas referências da dissertação e no início do produto, o professor encontrará vídeos de apoio para obter um melhor resultado nas atividades e um tutorial de como criar um quiz usando a plataforma Kahoot.

Espero colega professor, que aprecie o produto, e caso encontre alguma dificuldade ou tenha alguma sugestão que entre em contato.

Os autores,
Leandro Silva de Oliveira
silva.leandro@ufabc.edu.br

Prof. Dr. Reinaldo Luiz Cavasso Filho
reinaldo.cavasso@ufabc.edu.br

Justificativa

Este produto criado é uma Sequência Didática motivadora, com diversas atividades a serem executadas em 6 aulas. O assunto abordado está relacionado com os fenômenos de reflexão total da luz e refração da luz, mostrando aos estudantes onde pode ser aplicado, de modo a tornar a aprendizagem significativa para o aluno durante todo o processo de ensino.

Execução das Aulas

Para iniciar essa Sequência Didática solicite aos alunos que assistam aos vídeos com o objetivo de possuírem conectores para ancorar os novos conhecimentos que irão adquirir ao longo das aulas. Esses vídeos são escolhidos de modo a propiciar um fácil entendimento e assimilação visto que os vídeos são autoexplicativos e de curta duração, todos relacionados com refração e reflexão da luz. Boa parte desses vídeos são da plataforma Khan Academy, dita como uma excelente plataforma de estudo e uma ferramenta digital que pode ser utilizada por qualquer pessoa com acesso a internet, e outros vídeos são do YouTube.

Os vídeos são a forma escolhida para fazer essa ligação por ser de fácil acesso a maioria dos alunos, já que boa parte deles possuem internet em seus celulares e por serem de fácil compreensão.

Links indicados para os alunos:

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/specular-and-diffuse-reflection>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/specular-and-diffuse-reflection-2>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/refraction-and-snell-s-law>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/refraction-in-water>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/snell-s-law-examples-1>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/snell-s-law-example-2>

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/total-internal-reflection>

<https://www.youtube.com/watch?v=iHyrQ6MW7YE>

<https://www.youtube.com/watch?v=OSgQtkk8DFU>

1ª Aula – Teste Diagnóstico

Na primeira aula, após ter solicitado que os alunos assistissem aos vídeos, um teste diagnóstico é realizado para verificar o nível de conhecimento dos alunos em relação as operações fundamentais da matemática, testar seu raciocínio e alguns conhecimentos adquiridos em física ao longo do 1º Ano do Ensino Médio.

A motivação para realizar o teste diagnóstico é de verificar quais as principais dificuldades que podem ser encontradas nas próximas atividades e identificar possíveis defasagens. No entanto, se o professor já conhecer o nível de proficiência de seus alunos, poderá pular essa parte ou aplicar o teste com objetivos de encontrar outras deficiências.

O Teste aplicado encontra-se a seguir:

Teste Diagnóstico.

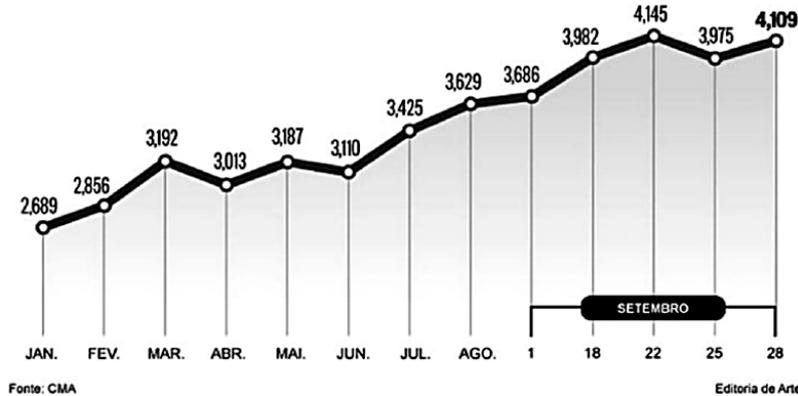
Questões

- 1) A soma de dois números dados é 8 e a diferença entre estes mesmos números é igual a 4. Quais são os números?
- 2) Em um quintal existem porcos, avestruzes e galinhas, fazendo um total de 60 cabeças e 180 pés. Quantos são os animais de duas patas e quantos são os de quatro patas?
- 3) Em um sítio, entre ovelhas e cabritos, há 200 animais. Se o número de ovelhas é igual a $\frac{1}{3}$ do número de cabritos, determine quantas são o número de ovelhas e quantos são o número de cabritos.
- 4) Uma família de 3 pessoas, pai, mãe e filho. Suas idades somadas dão 100 anos. Sabendo que a mãe tem o dobro da idade do filho e que o pai é cinco anos mais velho que a mãe. Determine a idade do filho.

5) (UCB - DF)

ESCALADA DA MOEDA AMERICANA EM 2015

COTAÇÃO DO DÓLAR COMERCIAL NO ÚLTIMO DIA ÚTIL DE CADA MÊS



Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/negocios/bc-prometeduas-intervencoes-de-ate-us-3-bi-no-mercado-de-cambio-17625197>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

Com base exclusivamente nos dados apresentados no gráfico quanto à cotação do dólar comercial no último dia útil de cada mês de 2015, assinale a alternativa correta.

- a) Em dezembro de 2014, a cotação do dólar comercial foi menor que 2,689.
 - b) O maior valor para a cotação do dólar comercial foi verificado em 28 de setembro.
 - c) A função que representa o valor da cotação do dólar comercial em relação ao tempo é crescente, no intervalo apresentado no gráfico.
 - d) A diferença entre os valores da cotação do dólar comercial de maio e de março foi menor que um centavo de real.
 - e) Em 15 de agosto, o valor da moeda foi menor que 3,629.
- 6) Um pesquisador precisava medir a altura de um prédio de vinte andares, porém ele não possuía o instrumento de medida necessário para realizar essa medição. Conhecendo o princípio da propagação retilínea da luz, ele utilizou uma haste de madeira de 1 m de altura e, em seguida, mediu a sombra projetada pela haste, que foi de 20 cm, e a sombra projetada pelo prédio, que foi de 12 m. Calcule a altura do prédio de acordo com esses dados encontrados pelo pesquisador.

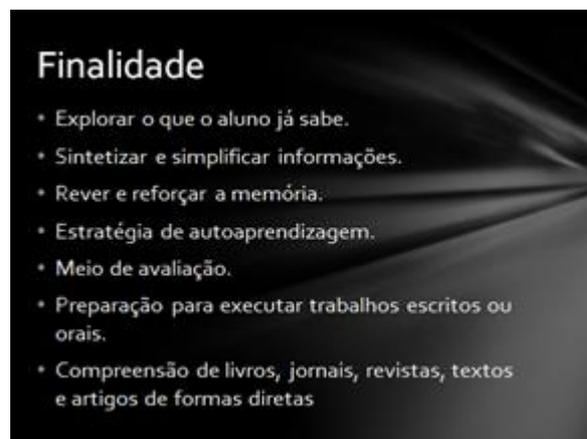
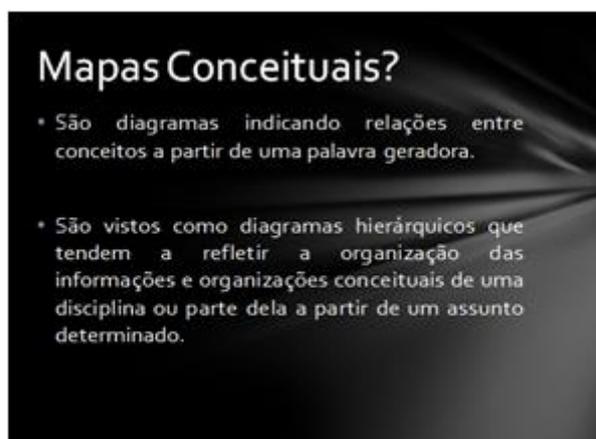
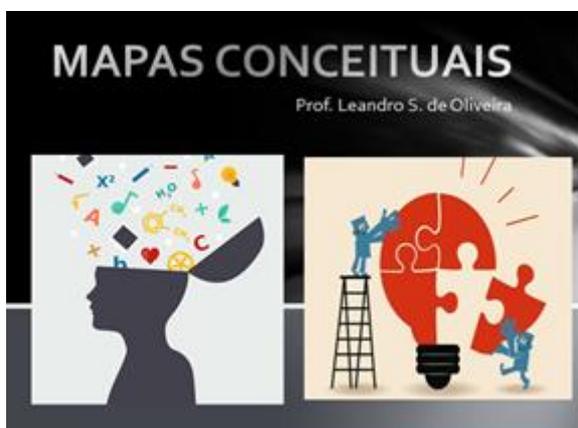
- 7) Um objeto de 8,0 m de altura é colocado na frente de uma câmara escura de orifício a uma distância de 3,0 m. Sabendo que a câmara possui 25 cm de profundidade, calcule o tamanho da imagem formada.
- 8) Sabendo que a luz se propaga em linha reta com uma velocidade de 300000Km/s e que essa luz gasta 1,4 segundos, aproximadamente, para ser refletida da Lua em direção a Terra. Determine a distância aproximada da Terra até a Lua.

2ª Aula – Mapa Conceitual

Na segunda aula deve ser exposto e explicado para os alunos o que vem a ser um Mapa Conceitual e suas aplicabilidades. Essa aula é dada na sala de multimídia usando um projetor em forma de apresentação de slides.

A apresentação é feita com o objetivo de mostrar o quão amplo pode ser o uso de um Mapa Conceitual no processo de aprendizagem pelos alunos em qualquer área do conhecimento.

A apresentação aplicada aos estudantes é colocada a seguir:



Passo a passo de como fazer um Mapa Conceitual.

1º) Fazer a leitura do texto de estudo, ou qualquer outro material indicado pelo professor, para uma compreensão geral sobre o tema.



2º) Escolher e destacar cerca de 10 ou 15 conceitos principais do material estudado.



3º) Agrupar os conceitos (que podem ser composto por cerca de 3 palavras) de acordo com uma lógica e organizá-los em uma estrutura que vai de um conceito mais geral (palavra geradora) para os mais específicos.



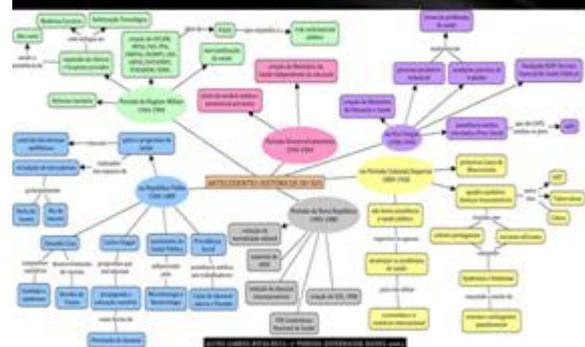
4º) Ligar os conceitos com palavras ou frases de ligação que explicam a relação entre eles, prestando atenção para que os conceitos não sejam repetidos.



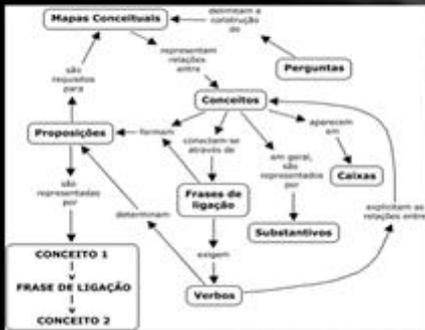
5º) Procurar ramificar os galhos/pernas a cada nível sem se preocupar com a simetria do mapa.



6º) Procurar estabelecer ligações cruzadas, isto é, ligar conceitos de galhos diferentes.



7º) Usar setas para indicar se uma ligação cruzada deve ser lida da direita para esquerda ou vice-versa, ou até mesmo de baixo para cima ou vice-versa.



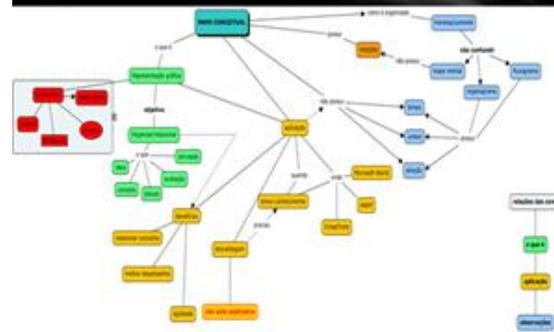
8º) Avaliar o seu próprio Mapa Conceitual lendo-o e prestando atenção à clareza dos conceitos, ao significado expressado pelas ligações estabelecidas entre os conceitos, bem como o fluxo das ideias.



9º) Acrescentar alguns conceitos seus ao mapa, ou seja, ideias suas que você já tenha aprendido ou vivenciado em algum momento da sua vida, promovendo uma maior ancoragem ao seu conhecimento tornando a aprendizagem mais significativa.



10º) Verificar a sua obra e identificar todos os novos conhecimentos que foram conectados ao seu cognitivo de forma a tornar a Aprendizagem Significativa.

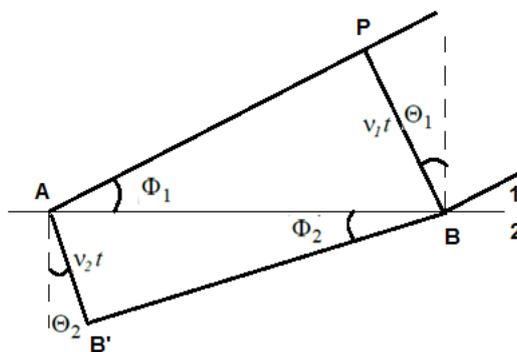


3ª Aula – Demonstração da Lei de Snell

Na terceira aula ocorre a demonstração da Lei de Snell usando apenas conceitos fundamentais da álgebra, geometria e física. O objetivo é mostrar para os alunos que é possível chegar a Lei de Snell usando apenas conceitos que eles já estudaram em algum momento nas salas de aula em matemática e física. Essa aula é realizada na própria sala de aula usando apenas o quadro e o giz.

Provando a lei da refração de Snell.

Dada a frente de onda incidente AP, podemos observar que a onda secundária gerada no ponto A percorreu uma distância no meio 2 dado por v_2t , e a onda gerada em P percorreu uma distância no meio 1 dado por v_1t . Dessa forma, vemos que a nova frente de onda B'B não é paralela a frente de onda AP. Pelo Teorema dos ângulos externos, temos que o ângulo de incidência Θ_1 é igual a Φ_1 e o ângulo de refração Θ_2 é igual a Φ_2 .



Podemos perceber que o ΔAPB e o $\Delta AB'B$ são retangulares e possuem o segmento \overline{AB} em comum, assim podemos tirar as seguintes relações:

$$\text{sen}\Phi_1 = \frac{v_1 t}{AB} \quad \text{e} \quad \text{sen}\Phi_2 = \frac{v_2 t}{AB}$$

Como $\frac{t}{AB}$ é comum nas duas relações, podemos dividir uma pela outra e chegaremos na relação:

$$\frac{\text{sen}\Phi_1}{v_1} = \frac{\text{sen}\Phi_2}{v_2}$$

Lembrando que o índice de refração é $n = \frac{c}{v}$, multiplicaremos os dois membros por c , e obteremos:

$$n_1 \text{sen}\Phi_1 = n_2 \text{sen}\Phi_2$$

Provando assim a lei de Snell.

4ª Aula – Phet Colorado

Na quarta aula usaremos o simulador Phet Colorado, que tem a finalidade de introduzir uma ferramenta digital de forma a tornar a aprendizagem mais motivadora e engajadora para os alunos, e mostrar como pode ser usado as tecnologias educacionais nesse processo.

Para realização dessa tarefa os alunos devem acessar o simulador Phet pelo link:

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

e seguir o seguinte roteiro de atividade:

Roteiro para realização de atividade no simulador Phet Colorado

Acesse o link abaixo, realize as etapas propostas seguindo o tutorial, anote suas observações e responda as questões que estão no fim da atividade.

Essas respostas devem ser realizadas em folha separada e entregue com suas identificações. (nome e série).

Tutorial Phet Colorado.

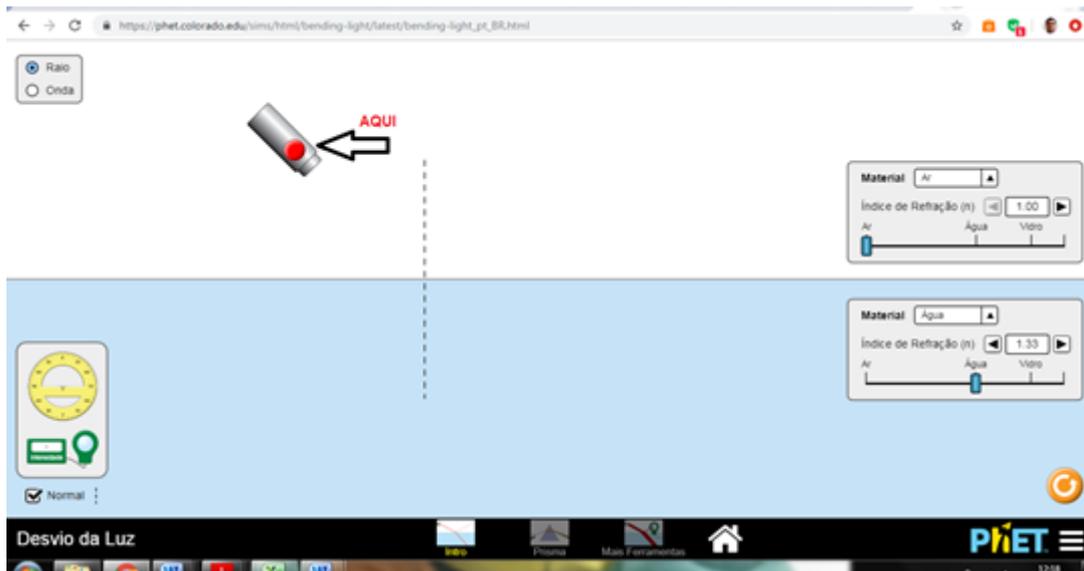
Acesse:

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

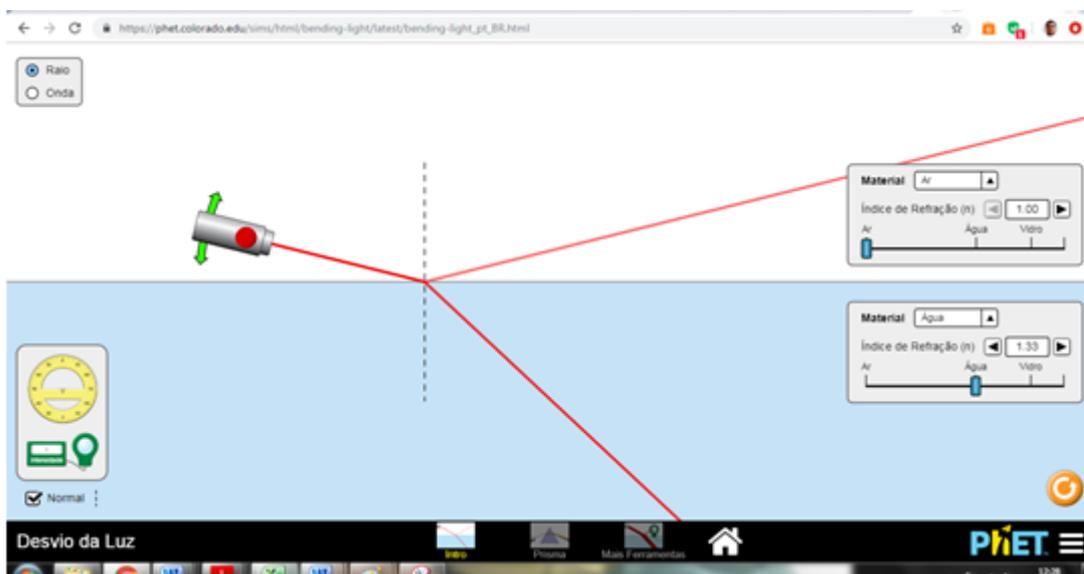


Clique em Intro;

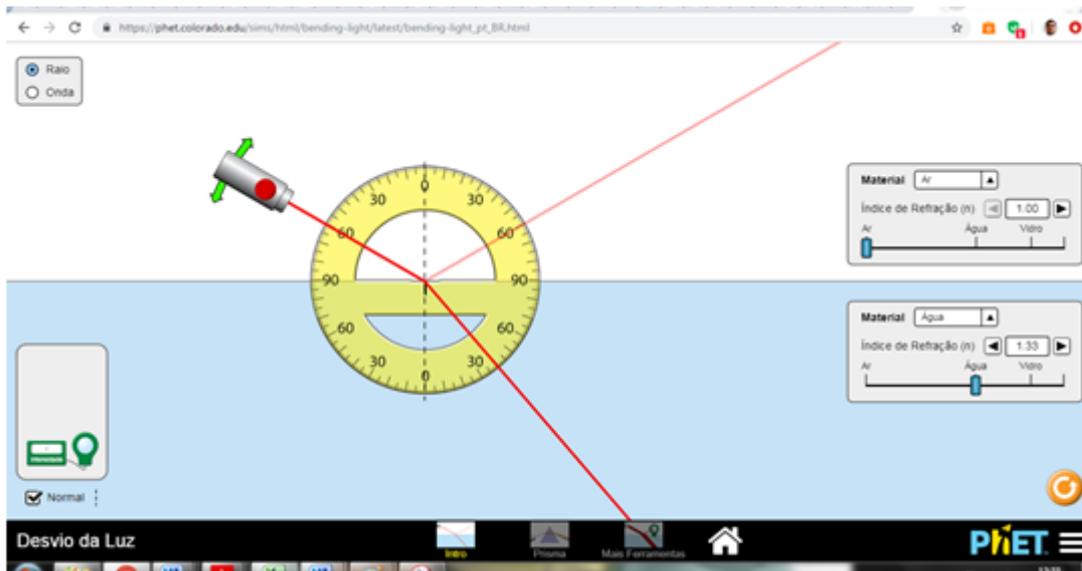
Ao abrir a página clique no botão vermelho da ponteira que aparece na tela.



Posicione o cursor sobre a ponteira e perceba que aparecerão indicações de movimento da ponteira. Mude a posição da ponteira e veja o que acontece com os raios de luz.

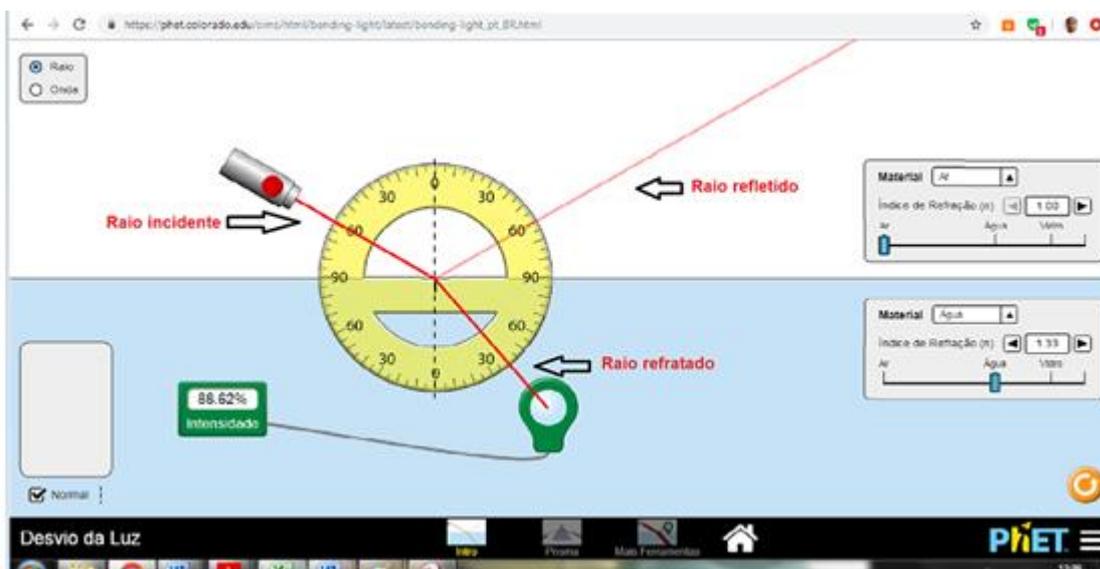


Clique no transferidor que aparece na parte inferior da tela do lado esquerdo e o arraste até a linha pontilhada (reta normal), de forma a ficar alinhado, e perceba que obedece a 1ª lei da reflexão. Lembra qual é essa lei?



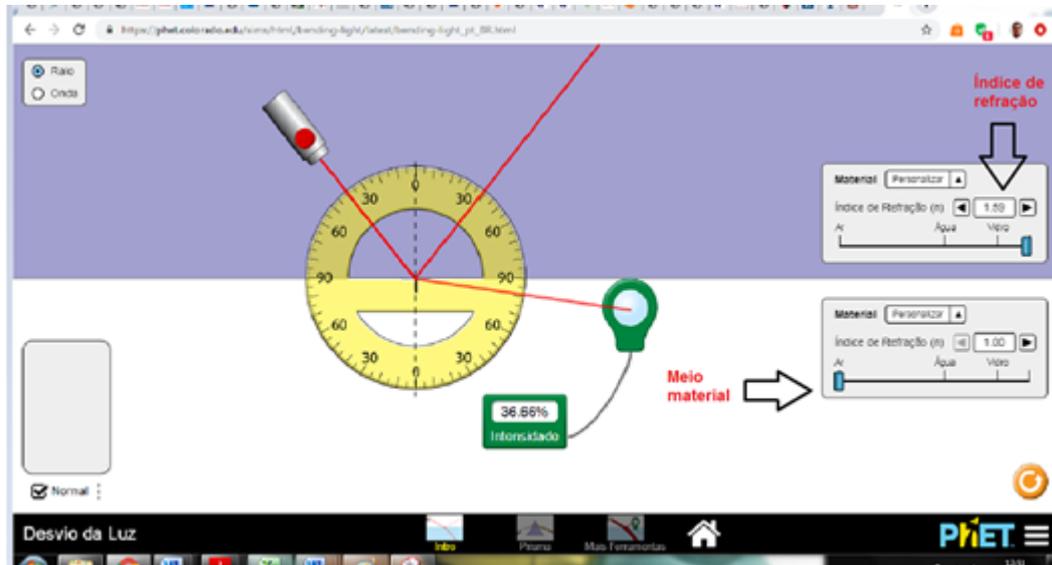
Perceba que parte do raio de luz sofre refração, onde o ângulo de refração é menor que o ângulo de reflexão devido ao índice de refração de cada meio. Pois o meio de onde a luz incide é o ar e pra onde emerge é a água.

Clique no medidor de intensidade no canto inferior da tela do lado esquerdo e arraste a ferramenta para a tela e posicione a lupa na direção de cada raio (incidente, refletido e refratado) e descreva o que foi observado.

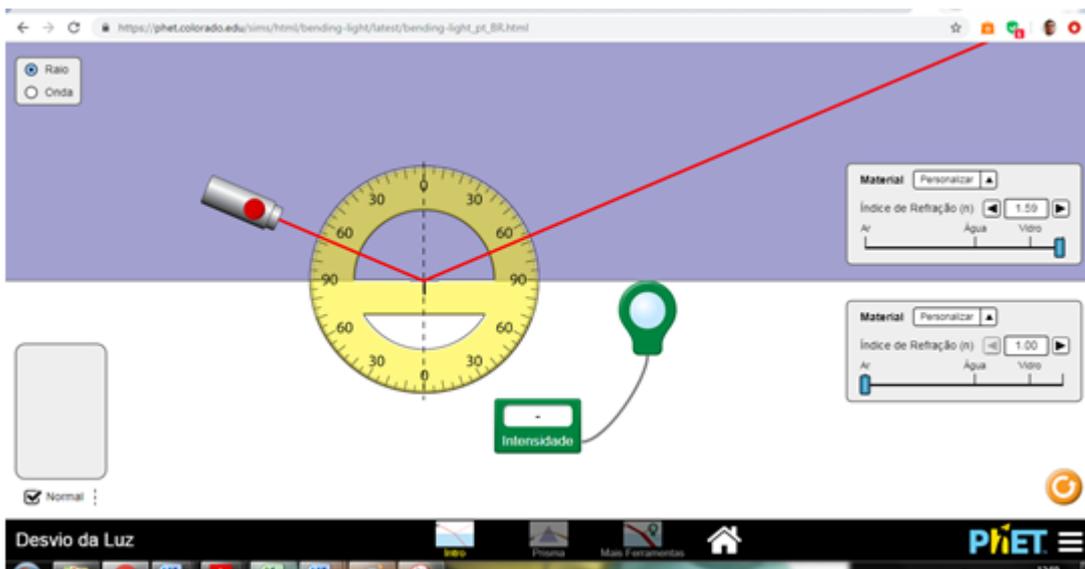


Mude o meio material de onde se encontra a ponteira e mude a posição da ponteira. Anote o que foi observado quando o meio e a posição da ponteira foram alterados, passando pela água e depois para o vidro.

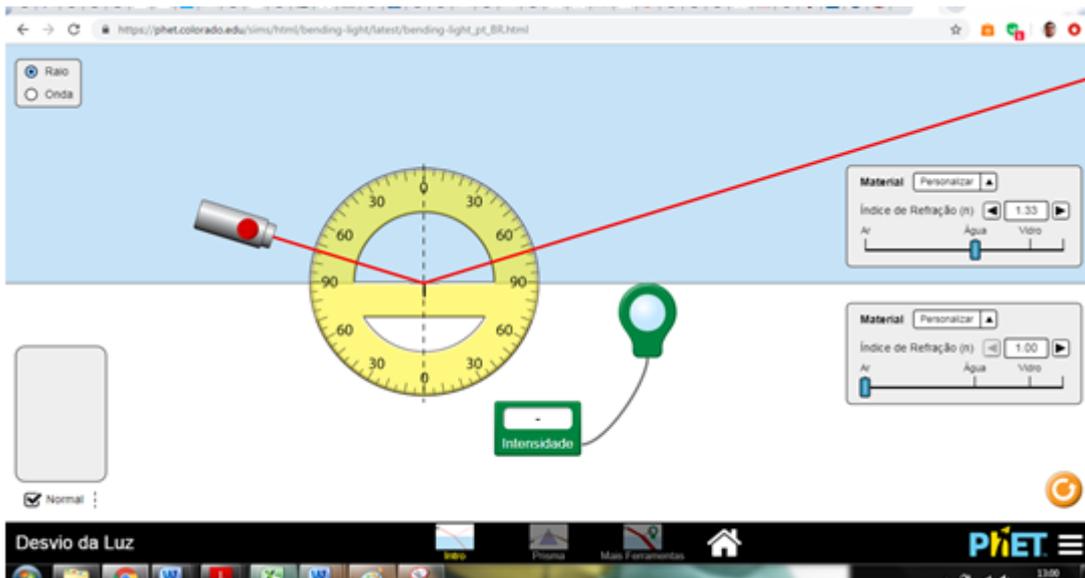
Agora mude o meio material da parte de baixo e anote o que foi observado quando a ponteira foi mudada de posição. Veja o que acontece com o valor numérico do índice de refração quando o meio material é alterado.



Coloque o ângulo para o qual ocorre a reflexão total ao mudar a ponteira de lugar e mudar os meios materiais.



Mude o meio material.



Perceba que o ângulo de reflexão total muda quando ocorre a mudança do índice de refração.

Mude de Raio para Onda, repita os passos anteriores e anote o que foi observado.



Responda

- 1) O que foi observado quando a monteira era mudada de posição em relação aos ângulos de incidência e refração?

- 2) O que foi observado quando a ferramenta de intensidade foi colocada em cada um dos raios? (incidente, refletido e refratado).
- 3) O que foi observado quando o índice de refração dos meios materiais e da ponteira foi alterado?
- 4) Qual foi o ângulo em que ocorreu a reflexão total e qual foram os meios materiais de incidência e emergência usados?
- 5) Descreva o que aconteceu quando foi trocado de raio para onda, e realizado as mesmas atividades anteriores, em relação às frentes de ondas propagadas e aos meios de propagação?
- 6) Como foi sua experiência com esse simulador, como sendo uma ferramenta de ensino e aprendizagem? Deixe seu comentário.

5ª Aula – Execução do Experimento

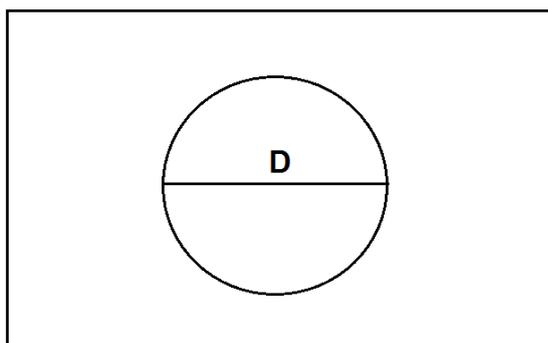
Na quinta aula realizaremos a execução do experimento com a finalidade de tornar a aula prática e investigativa de forma a fazer com que o aluno seja protagonista neste processo.

Realização do experimento.

O Objetivo do experimento é determinar o índice de refração dos pedaços de vidro de forma a verificar a Lei de Snell usando a refração e reflexão interna total da luz.

Como realizar o experimento?

Esta é a vista de cima do vidro, após ter colocado o papel molhado sobre ele e ter apontado a ponteira laser na direção do papel molhado.



Vista de cima – imagem criada pelo autor

A próxima imagem indica quais as partes que devem ser medidas para realizar o experimento.

- O diâmetro (D) do halo
- A espessura (E) do vidro

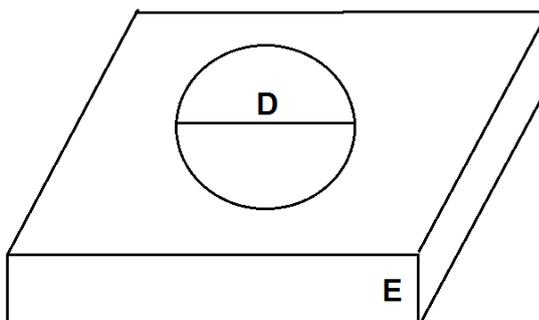


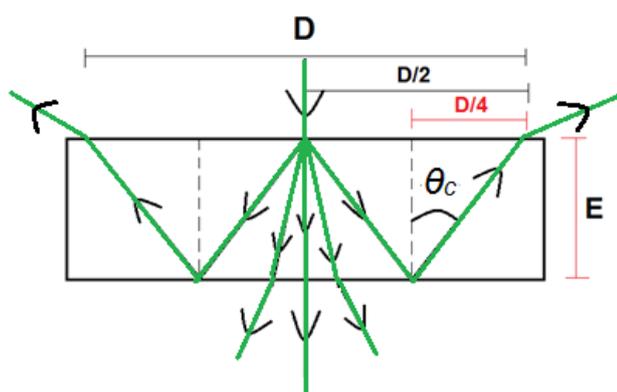
Imagem em 3D – criada pelo autor

A próxima imagem mostra como chegar à equação para determinar a partir dela o índice de refração do vidro, dado que:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{D}{4E}$$

Após encontrar o ângulo crítico θ , determina-se o índice de refração usando a Lei de Snell.

$$\operatorname{sen}\theta_c = \frac{n_{AR}}{n_{vidro}}$$



Caminhos seguidos pela luz – imagem criada pelo autor

Materiais necessários para realização do experimento:

- Pedacos de vidros com espessuras diferentes.
- Papel milimetrado.
- Régua.
- Frasco com um pouco de água.
- Ponteira Laser.
- Sulfite.

Para realização do experimento o ambiente deve ter pouca luminosidade para que seja possível uma visualização clara do halo de luz (circunferência observada sobre o papel molhado) ao sofrer reflexão total.

Procedimento:

Coloque o pedaço do vidro sobre uma superfície horizontal de forma a não se mexer.

Coloque um pedaço do papel milimetrado sobre o vidro de forma a não cobrir todo o vidro.

Molhe o papel milimetrado com gotas de água, esfregando o dedo molhado sobre o papel até ele ficar grudado sobre o vidro. Cuidado para não rasgar o papel.

Aponte a ponteira laser para o papel milimetrado molhado que se encontra sobre o vidro e perceba que formará um halo de luz no papel.

Meça o diâmetro do Halo e anote.

Meça a espessura lateral do vidro e anote.

Usando a equação, demonstrada em aula, determine o ângulo θ crítico.

$$tg\theta_c = \frac{D}{4E}$$

Em que D é o diâmetro do halo e E é a espessura do vidro.

Usando a Lei de Snell, ângulo limite demonstrada em aula, determine o índice de refração do vidro.

$$sen\theta_c = \frac{n_{AR}}{n_{vidro}}$$

Observação:

Pelo fato dos alunos possuírem pouco domínio sobre trigonometria, sugere-se colocar na sala de aula, projetada na tela, a tabela com os valores de seno cosseno e tangente para que eles encontrem o ângulo crítico e assim possam chegar aos valores do índice de refração do vidro. Essa tabela pode ser criada pelo professor, como a colocada abaixo, ou encontrada na WEB.

No experimento, observa-se que o ângulo crítico (θ_c), responsável pela reflexão total da luz, sofre mudanças se os vidros forem constituídos de materiais diferentes.

Anote todos os valores na tabela abaixo.

Tabela para realização do experimento

Vidro	Espessura do vidro	Diâmetro do Halo de Luz	$tg\theta_c = \frac{D}{4E}$	Ângulo θ	$sen\theta_c$	Índice de refração
1						
2						
3						
4						
5						

Tabela trigonométrica

θ	$\text{sen}\theta$	$\text{cos}\theta$	$\text{Tg}\theta$	θ	$\text{sen}\theta$	$\text{Cos}\theta$	$\text{tg}\theta$	θ	$\text{Sen}\theta$	$\text{cos}\theta$	$\text{Tg}\theta$
1°	0,0174	0,9998	0,0174	31°	0,515	0,8571	0,6009	61°	0,8746	0,4848	1,8040
2°	0,0348	0,9993	0,0348	32°	0,5299	0,848	0,6249	62°	0,8829	0,4694	1,8809
3°	0,0523	0,9986	0,0524	33°	0,5446	0,8386	0,6494	63°	0,891	0,4539	1,9630
4°	0,0697	0,9975	0,0699	34°	0,5591	0,829	0,6744	64°	0,8987	0,4383	2,0504
5°	0,0871	0,9961	0,0874	35°	0,5735	0,8191	0,7002	65°	0,9063	0,4226	2,1446
6°	0,1045	0,9945	0,1051	36°	0,5877	0,809	0,7265	66°	0,9135	0,4067	2,2461
7°	0,1218	0,9925	0,1227	37°	0,6018	0,7986	0,7536	67°	0,9205	0,3907	2,3560
8°	0,1391	0,9902	0,1405	38°	0,6156	0,788	0,7812	68°	0,9271	0,3746	2,4749
9°	0,1564	0,9876	0,1584	39°	0,6293	0,7771	0,8098	69°	0,9335	0,3583	2,6054
10°	0,1736	0,9848	0,1763	40°	0,6427	0,766	0,8390	70°	0,9396	0,342	2,7474
11°	0,1908	0,9816	0,1944	41°	0,656	0,7547	0,8692	71°	0,9455	0,3255	2,9048
12°	0,2079	0,9781	0,2126	42°	0,6691	0,7431	0,9004	72°	0,951	0,309	3,0777
13°	0,2249	0,9743	0,2308	43°	0,6819	0,7313	0,9324	73°	0,9563	0,2923	3,2716
14°	0,2419	0,9702	0,2493	44°	0,6946	0,7193	0,9657	74°	0,9612	0,2756	3,4877
15°	0,2581	0,9659	0,2672	45°	0,7071	0,7071	1,0000	75°	0,9659	0,2581	3,7423
16°	0,2756	0,9612	0,2867	46°	0,7193	0,6946	1,0356	76°	0,9702	0,2419	4,0107
17°	0,2923	0,9563	0,3057	47°	0,7313	0,6819	1,0724	77°	0,9743	0,2249	4,3321
18°	0,309	0,951	0,3249	48°	0,7431	0,6691	1,1106	78°	0,9781	0,2079	4,7047
19°	0,3255	0,9455	0,3443	49°	0,7547	0,656	1,1505	79°	0,9816	0,1908	5,1447
20°	0,342	0,9396	0,3640	50°	0,766	0,6427	1,1918	80°	0,9848	0,1736	5,6728
21°	0,3583	0,9335	0,3838	51°	0,7771	0,6293	1,2349	81°	0,9876	0,1564	6,3146
22°	0,3746	0,9271	0,4041	52°	0,788	0,6156	1,2801	82°	0,9902	0,1391	7,1186
23°	0,3907	0,9205	0,4244	53°	0,7986	0,6018	1,3270	83°	0,9925	0,1218	8,1486
24°	0,4067	0,9135	0,4452	54°	0,809	0,5877	1,3766	84°	0,9945	0,1045	9,5167
25°	0,4226	0,9063	0,4663	55°	0,8191	0,5735	1,4282	85°	0,9961	0,0871	11,4363
26°	0,4383	0,8987	0,4877	56°	0,829	0,5591	1,4827	86°	0,9975	0,0697	14,3113
27°	0,4539	0,891	0,5094	57°	0,8386	0,5446	1,5398	87°	0,9986	0,0523	19,0937
28°	0,4694	0,8829	0,5317	58°	0,848	0,5299	1,6003	88°	0,9993	0,0348	28,7155
29°	0,4848	0,8746	0,5543	59°	0,8571	0,515	1,6643	89°	0,9998	0,0174	57,4598
30°	0,5	0,866	0,5774	60°	0,866	0,5	1,7320	90°	1	0	

Tabela criada pelo autor

6ª Aula – Quiz Kahoot

Antes de começar a usar o Kahoot é importante saber que se trata de um sistema de questionários online, ou seja, precisa estar conectado com a internet, e que vem sendo utilizado no processo de ensino e aprendizagem, principalmente para engajar e estimular os jovens a aprender novos conteúdos ou relacionar os conteúdos com algo que já sabem. A plataforma, disponível para *tablets*, *smartphones* e *notebooks*, projeta uma pergunta de cada vez para o seus jogadores.

Todo o sistema é projetado para parecer um game, utilizando cores atrativas, sons musicais, imagens, vídeos e um ranking dos melhores jogadores. Além dos questionários, existem também espaços para comentários das questões e pesquisas

científicas. A plataforma é gratuita, no entanto ainda não possui uma versão em português, mas isso não atrapalha em nada na utilização de seus recursos pelos professores, visto que eles podem criar suas próprias perguntas e adequar o questionário de acordo com o que se deseja ensinar ou de acordo com cada turma. Vale salientar que já existem vários QUIZES prontos e que apenas precisam se conectar para jogar.

A elaboração é feita através do site <http://kahoot.com> e o game pode ser feito pelo site <http://kahoot.it> ou instalando o *aplicativo Kahoot* através da loja virtual de seus smartphone, iPhone ou iPad.

ATENÇÃO: Os smartphones com Android com versão inferior á 4.0 não suportam o aplicativo.

O Kahoot tem como objetivo promover um clima de aprendizado, competição e engajamento dos alunos, e permite colocar várias questões para serem exploradas pelo professor e pelos estudantes.

Caso o professor queira acessar o site do Quiz criado para este trabalho, basta acessar o seguinte link: <<<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=43e90039-c1a8-443c-817e-1a7e2f07e37f>>> e escolher a versão na qual deseja realizar o game (individual ou em grupo).

Para a realização desta pesquisa foi criado um Quiz específico com 15 questões que estão inseridas a seguir.

Questões do Quiz

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

- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°

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

- a) 40°

- b) 80°
- c) 160°
- d) 10°

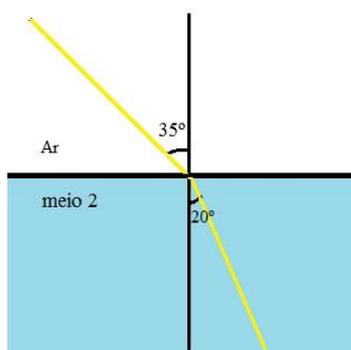
3) (PUC-RIO 2007 - modificada) Um feixe de luz se propaga no vácuo até atingir a superfície de uma placa de vidro. Sabendo-se que o índice de refração do vidro é $n = 1,5$ e que a velocidade de propagação da luz no vácuo é de 3×10^8 m/s, a velocidade de propagação da onda no vidro em m/s é de:

- a) 2×10^8
- b) $2,5 \times 10^8$
- c) $4,5 \times 10^8$
- d) $1,5 \times 10^8$

4) (UN. MACKENZIE) A velocidade de propagação da luz em determinado líquido é 80% daquela verificada no vácuo. O índice de refração desse líquido é:

- a) 1,50
- b) 1,25
- c) 1,00
- d) 0,80

5) Um raio de luz atravessa a interface entre o ar e um líquido desconhecido, mudando sua direção conforme mostra a figura abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, calcule o índice de refração do líquido. Dados: $\sin 35^\circ = 0,57$ e $\sin 20^\circ = 0,34$.



- a) 1,52
- b) 1,67

- c) 1,73
- d) 2,14

6) A luz atravessa um material feito de plástico com velocidade $v = 1,5 \times 10^8$ m/s. Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é $3,0 \times 10^8$ m/s, calcule o índice de refração do plástico.

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 2,5
- d) 3,0

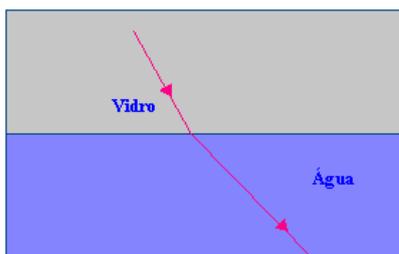
7) (PUC) Quando um feixe de luz monocromático sofre uma mudança de meio, passando do ar para a água, a grandeza que se mantém sempre constante é:

- a) o comprimento de onda
- b) a velocidade de propagação
- c) a direção de propagação
- d) a frequência

8) Um feixe cilíndrico de luz monocromática, propagando-se no ar, incide na superfície da água de um tanque, originando dois novos feixes: um refletido e outro refratado. A respeito dessa situação, podemos afirmar que:

- a) o módulo da velocidade de propagação da luz refletida é menor que o da luz refratada.
- b) A frequência da luz refletida é maior que a da luz refratada.
- c) O ângulo de reflexão é menor que o de refração.
- d) O comprimento de onda da luz refletida é maior que o da luz refratada.

9) (UFMG) A figura mostra um feixe de luz que passa do vidro para a água.



Com relação a essa situação, é correto afirmar que:

- a) A frequência da luz é maior no vidro do que na água.
- b) O módulo da velocidade da luz no vidro é maior do que na água.
- c) O comprimento de onda da luz no vidro é menor do que na água.
- d) O índice de refração absoluto do vidro é menor do que o índice de refração absoluto da água.

10) A transmissão de raios laser através de uma fibra óptica é possível devido ao fenômeno da:

- a) Refração
- b) Difração
- c) Polarização
- d) Reflexão total

11) A passagem da luz de um meio para o outro envolve:

- a) Mudança de cor
- b) Mudança de frequência
- c) Mudança de características
- d) Mudança de velocidade

12) A Lei de Snell Descartes relaciona:

- a) Os ângulos de incidência e refração com os meios de propagação.
- b) Os ângulos de incidência e refração com a constante.
- c) O ângulo de incidência com meios de propagação.
- d) O ângulo de refração com meios de propagação.

13) O que ocorre com a luz ao se propagar do meio de maior índice de refração para o de menor índice.

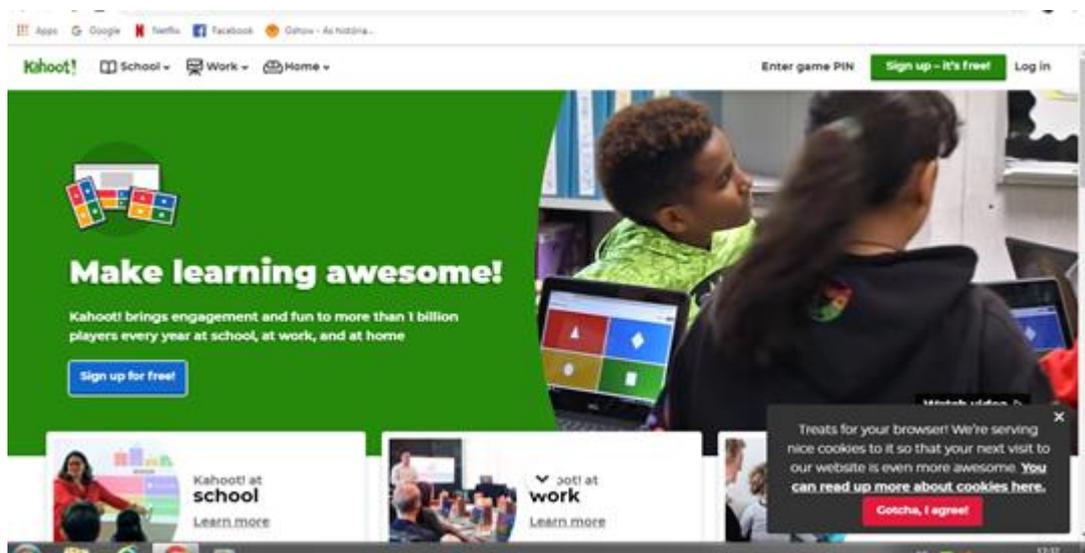
- a) O raio refratado não muda.
- b) O raio refratado se afasta da normal.
- c) O raio refratado se aproxima da normal.
- d) O raio refratado se propaga em linha reta.

Tutorial de como criar seu próprio Kahoot

Visto que o Kahoot é uma plataforma de grande auxílio aos professores, criei um tutorial que ensina passo a passo como utilizar e montar seus próprios questionários e se divertir com os alunos e aprender ao mesmo tempo. Veja:

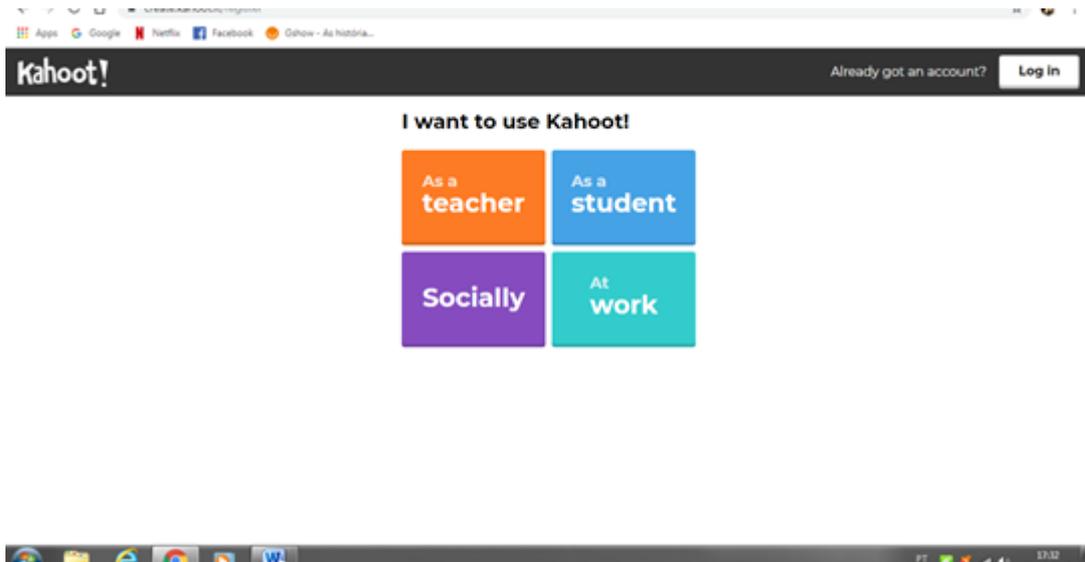
1º Passo:

Acesse o link <kahoot.com> e clique em Sign up for free!



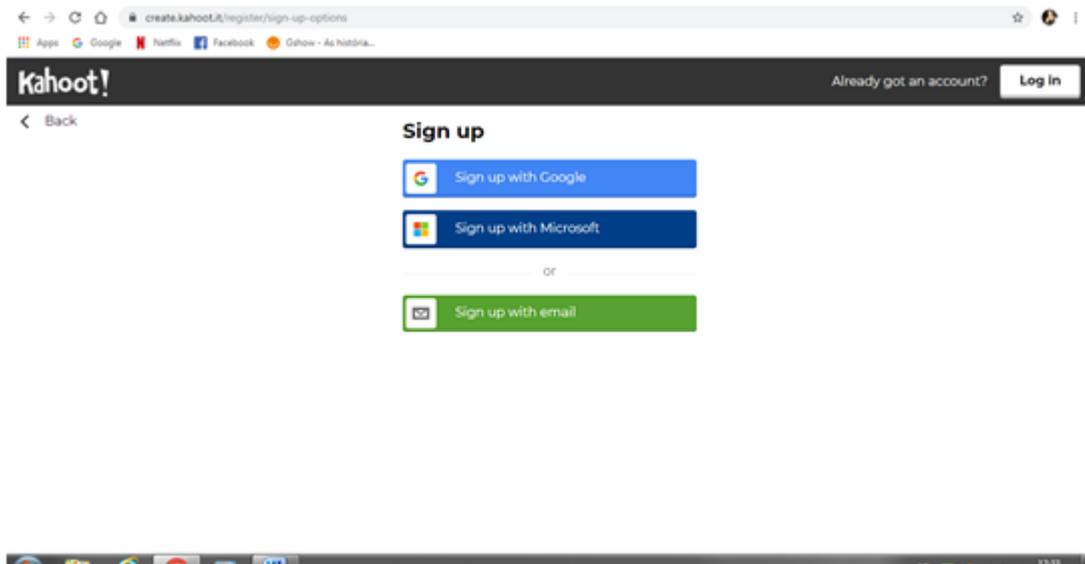
2º Passo:

Indique qual será a utilização do Kahoot clicando em As a teacher.



3º Passo:

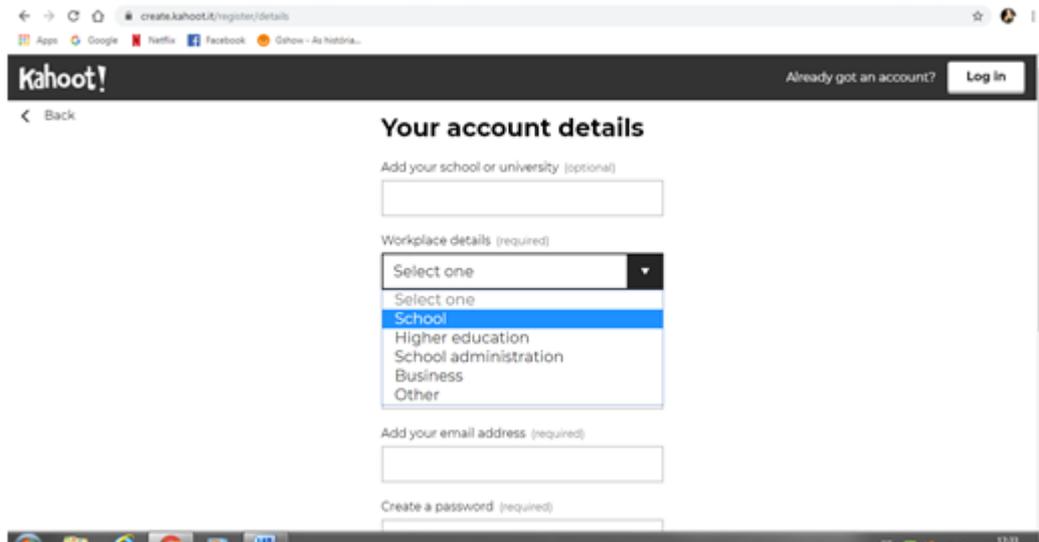
Crie uma conta utilizando o seu e-mail clicando em sign up with email.



4º Passo:

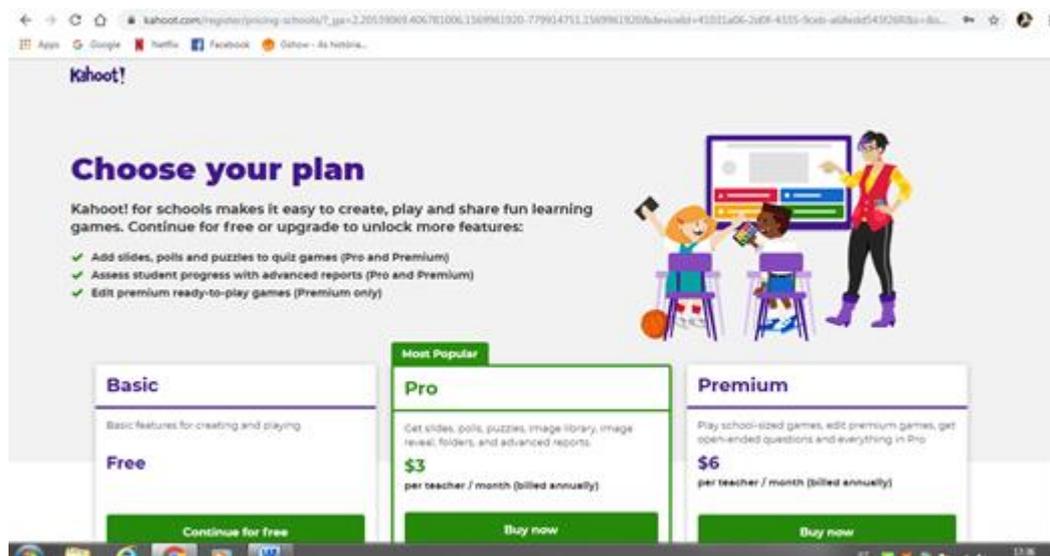
Preencha a ficha criando um username, coloque seu email e insira uma senha e especifique a que grupo pertence. Sugiro que coloque School. Em seguida clique em Log In.

Caso seja necessário, preencha as outras informações da ficha de cadastro.



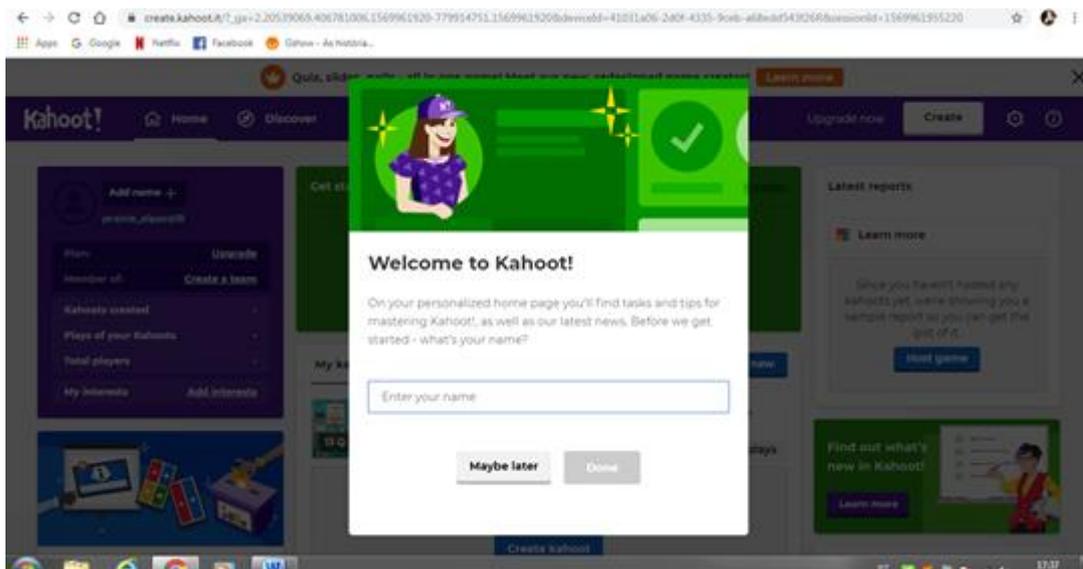
5º Passo:

Existem versões pagas onde a quantidade de recursos é muito maior, no entanto, para realizar o Quiz e trabalhar a proposta desta pesquisa, pode-se utilizar a versão Basic Free. Clique nela.



6º Passo:

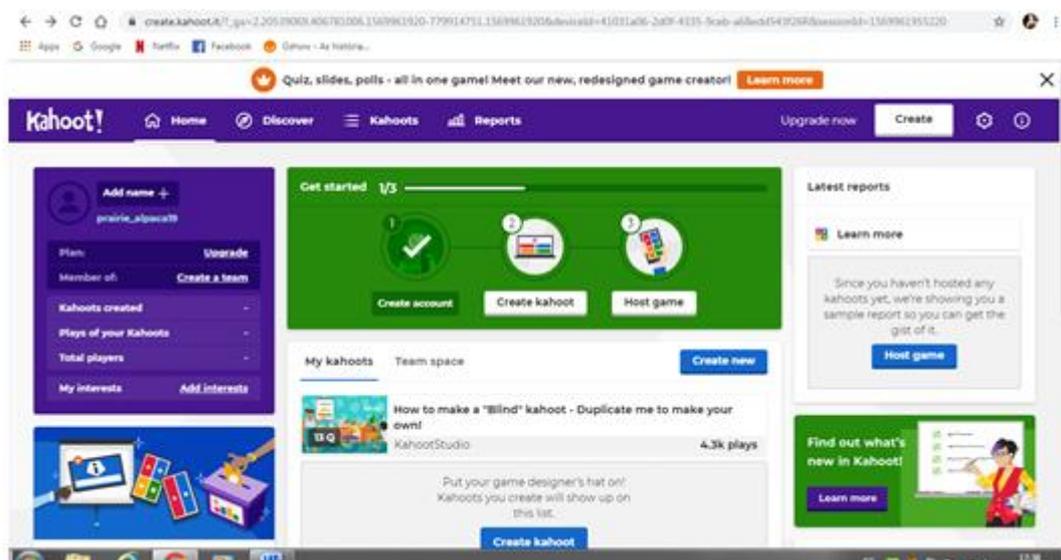
Aparecerá a tela de Boas Vindas. Insira seu nome e clique em Done. Caso não queira inserir seu nome, clique em Maybe Later.



7º Passo:

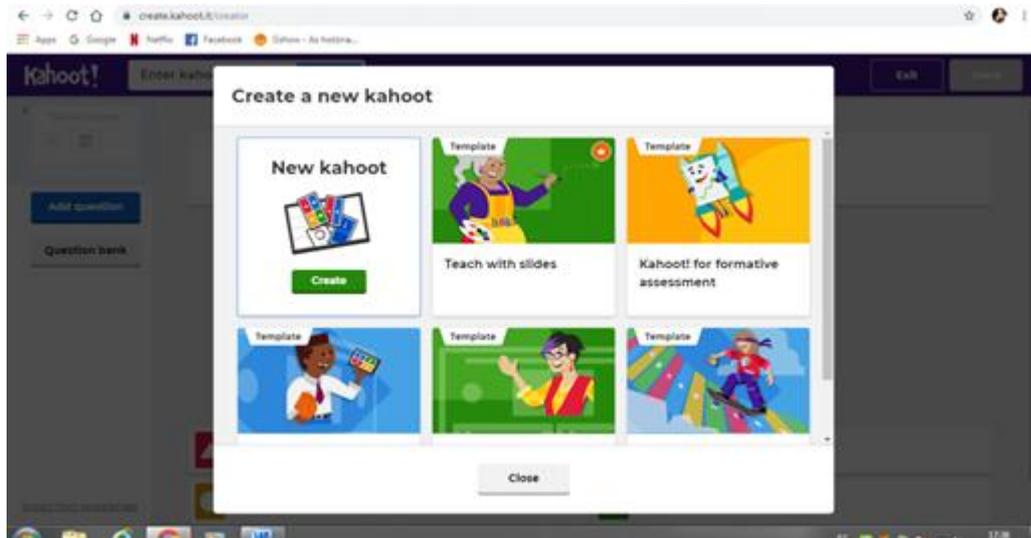
Clique em Create Kahoot ou em Create e crie o seu Kahoot com as questões que desejar.

Lembre-se que ele permite inserir imagens e vídeos.



8º Passo:

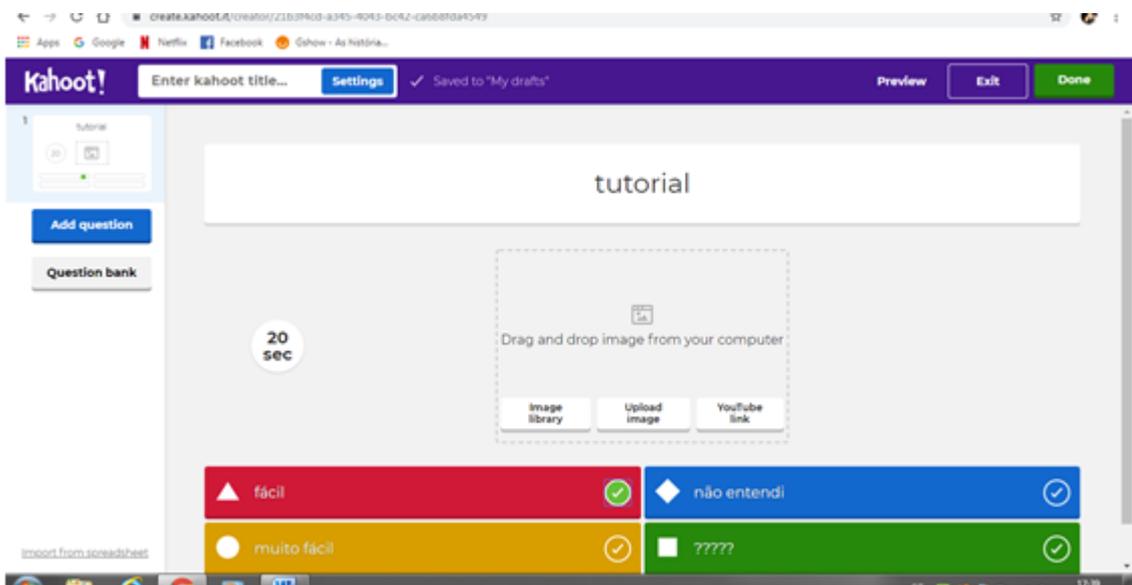
Escolha o Kahoot que melhor lhe atenderá, pois de você clicar em New Kahoot (Create), você poderá colocar a imagem que desejar para antecipar as questões, mas caso clique em alguns dos Templates, o próprio programa inserirá imagens com cada um dos temas dos mesmos.



9º Passo:

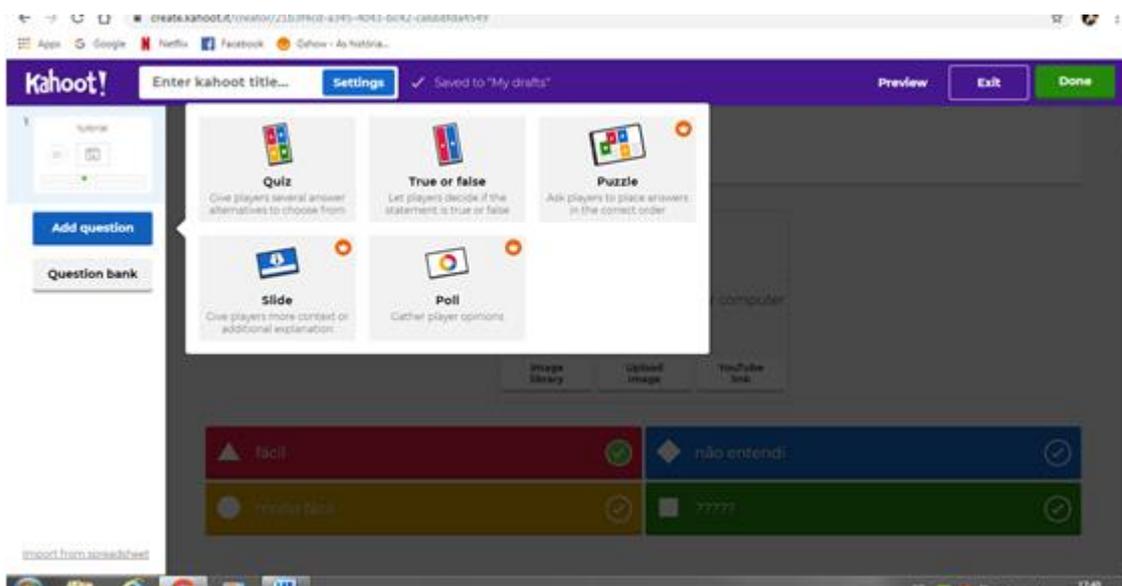
Agora é o momento de inserir as questões. No retângulo branco você vai inserir sua pergunta, na imagem foi inserido uma questão mas com o nome tutorial. Atente-se que o Kahoot limita a quantidade de palavras, então faça perguntas curtas e objetivas.

Nesse momento você também vai inserir as alternativas, podendo ser 2 ou 4 alternativas por pergunta. Além de colocar as alternativas, você deverá marcar a resposta correta no canto da alternativa certa. Atente-se que ao clicar na alternativa correta, o quadradinho da questão marcada como certa mudará de cor.

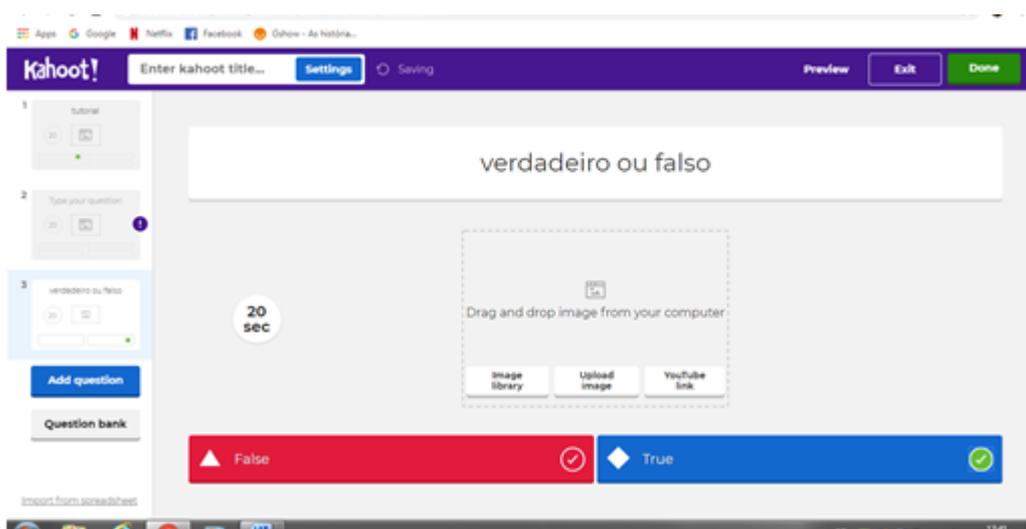


10º Passo:

Depois de concluído o passo anterior, você pode inserir as demais questões clicando em Add question, e escolher se vai ser em quiz, verdadeiro ou falso ou outras opções que aparecerem. Atente-se que todas as questões inseridas ficaram indicadas do lado esquerdo da tela.

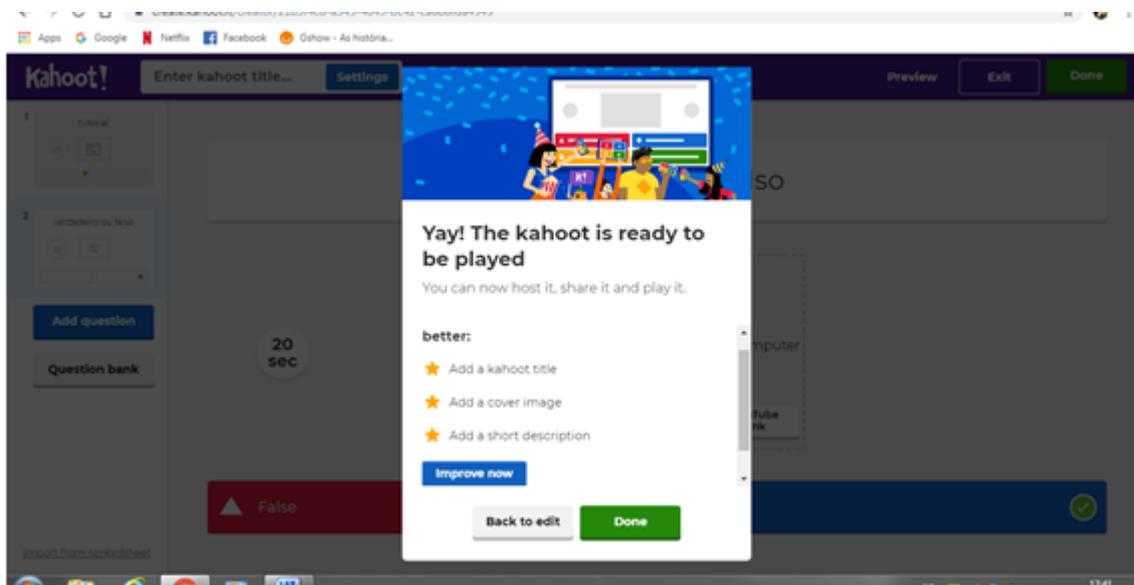


Aqui apenas mostro como fica uma questão no modelo de verdadeiro ou falso.



11º Passo:

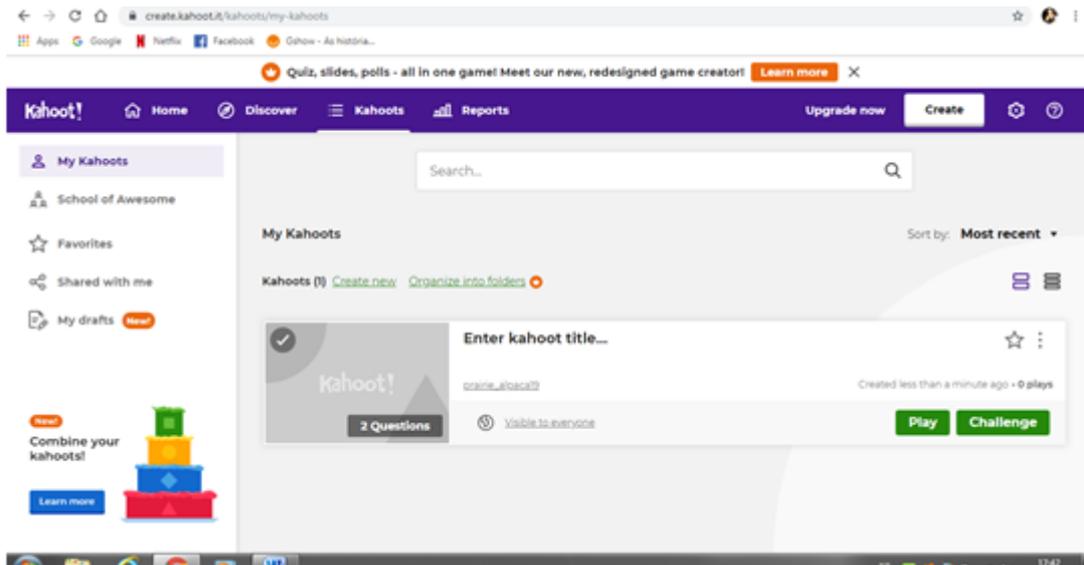
Após ter concluído o questionário, clique em Done, aparecerá a tela mostrada abaixo, clique novamente em Done.



12º Passo:

Agora é hora de jogar. Clique em Play.

A partir deste passo, a imagem que você está vendo no computador tem que ser projetada na parede ou em alguma tela por um projetor, para que os alunos possam participar. Irá aparecer o número de PIN que os estudantes deverão inserir em seus aplicativos, e as perguntas só aparecerem na sua tela, por isso a importância de ser projetada a imagem para que os alunos visualizem as questões e participem. Nos aplicativos dos alunos só aparecerá a alternativa que ele deverá escolher e responder.



13º Passo:

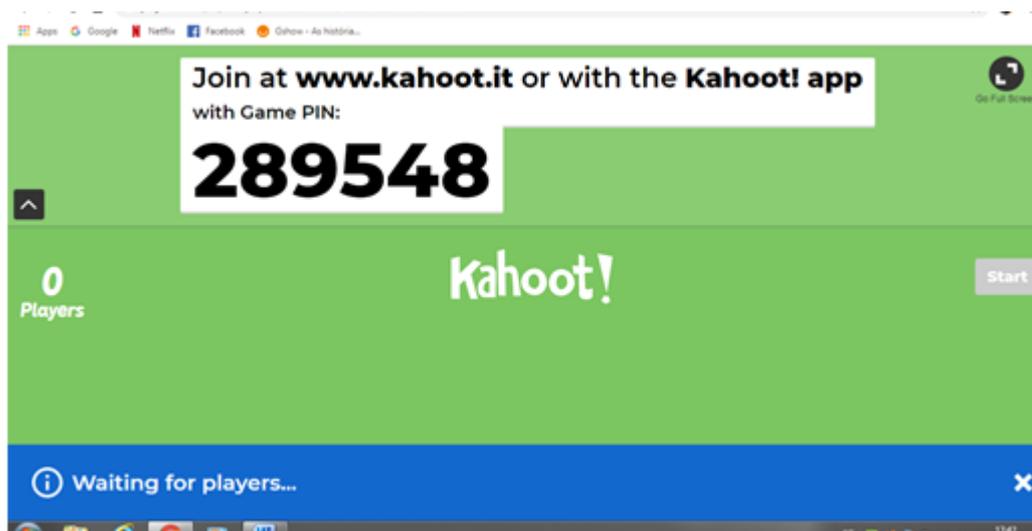
A tela abaixo aparecerá. Escolha a versão de Game que deseja aplicar, individual (Player vs Player) ou em grupo (Team vc Team).



14º Passo:

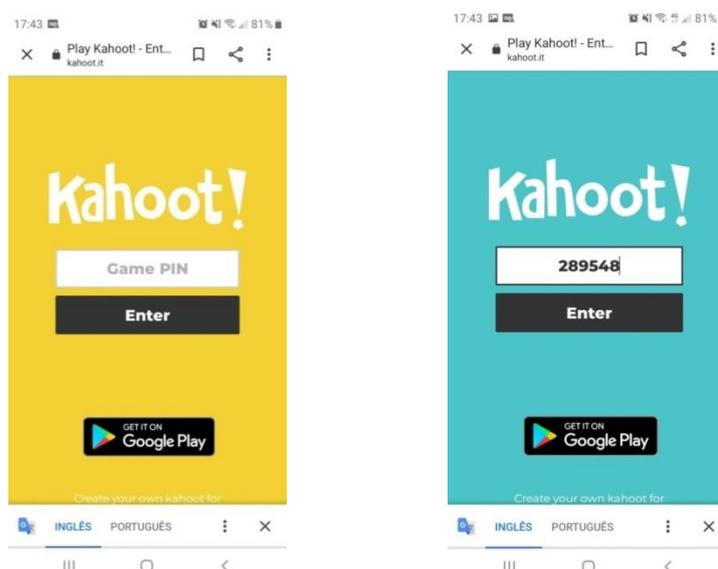
Aparecerá uma nova tela com o número de PIN a ser usado pelos estudantes.

Esse número será inserido no aplicativo baixado pelos alunos (Kahoot) ou nos computadores - para os alunos que estejam usando o site do Kahoot.it para realizar o game. Atente-se que tanto pelo aplicativo como pelo computador, tem que ter acesso a internet.



A tela abaixo vai aparecer no celular dos alunos ou no computador que eles estiverem utilizando.

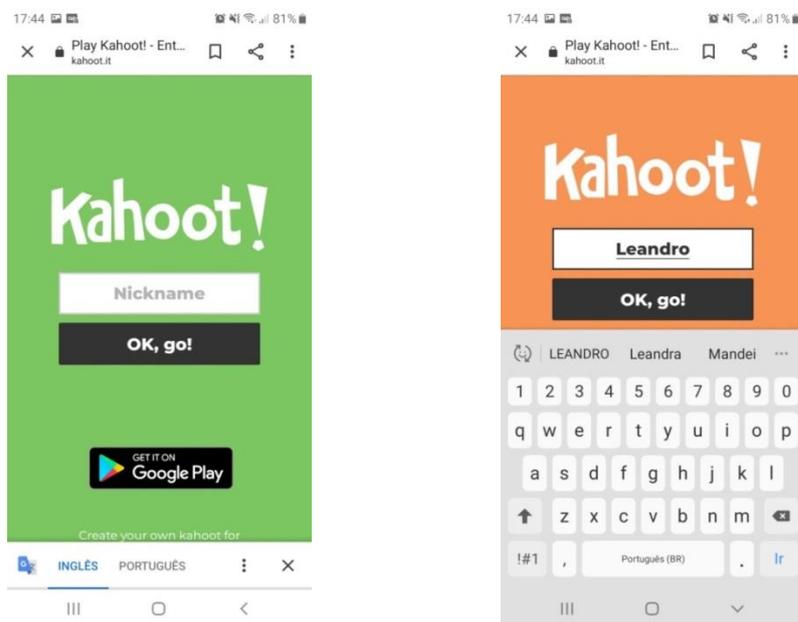
Eles terão que clicar no PIN e digitar o número que aparece na tela projetada.



Após os alunos digitarem o PIN, será solicitado que eles coloquem os seus nomes.

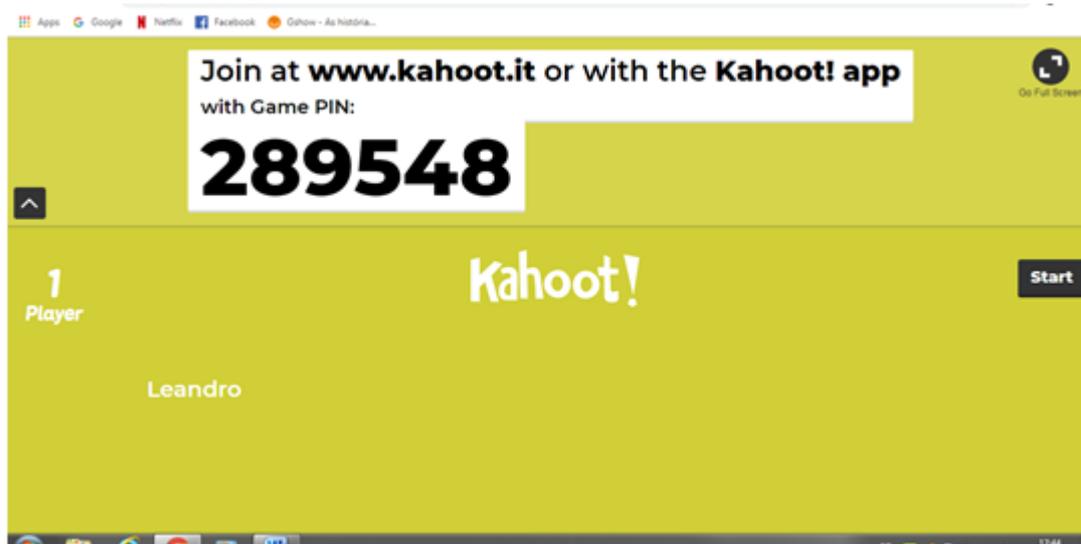
ATENÇÃO: nomes maldosos poderão aparecer na tela, alerte seus alunos para que isso não ocorra.

Clique em OK, go!

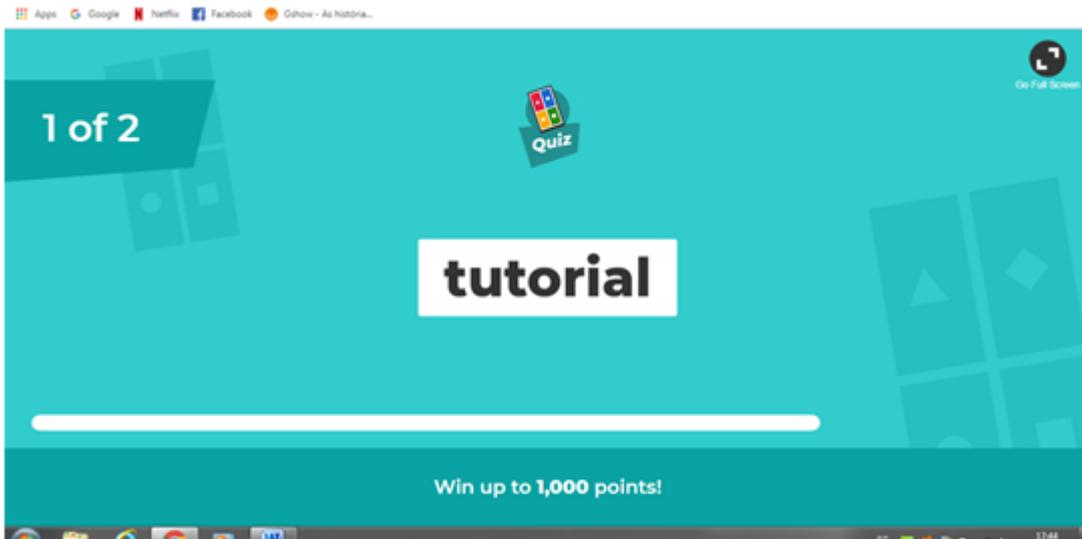


Assim que o aluno confirmar sua participação, seu nome irá aparecerá na tela. Basta aguardar para que os demais alunos entrem no Game.

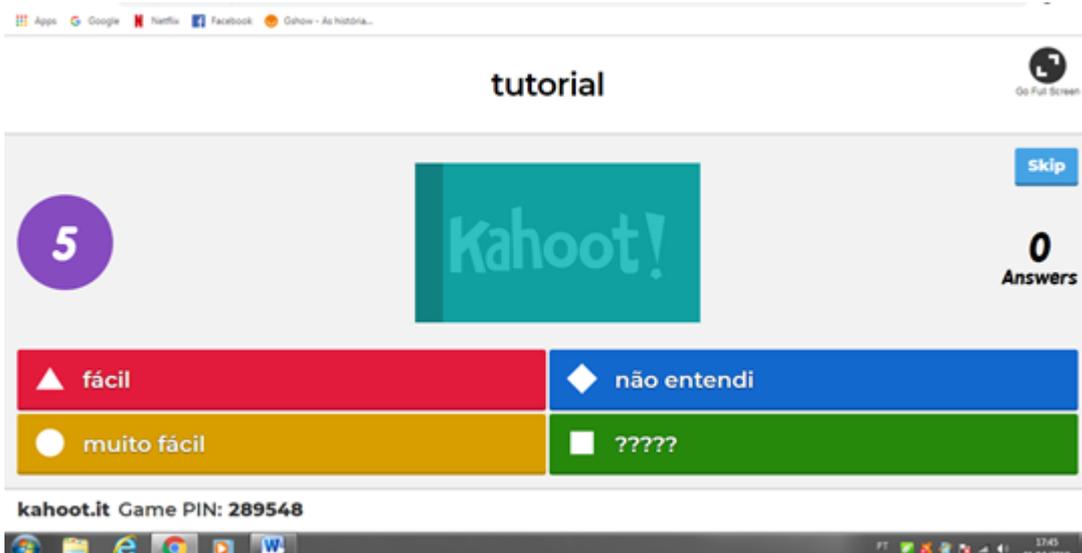
O total de jogadores aparecerá no canto esquerdo da tela. Quando todos estiverem conectados, clique em Start e o jogo começará.



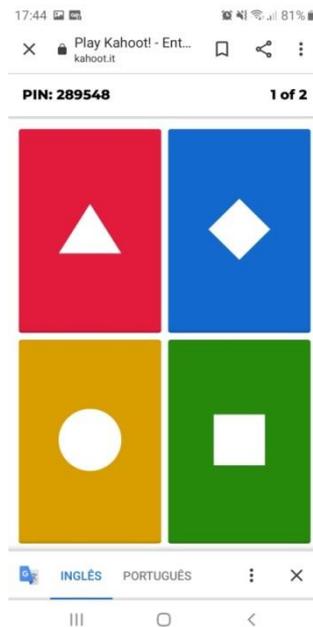
Aparecerá a tela com a pergunta criada e em seguida as alternativas.



As alternativas...

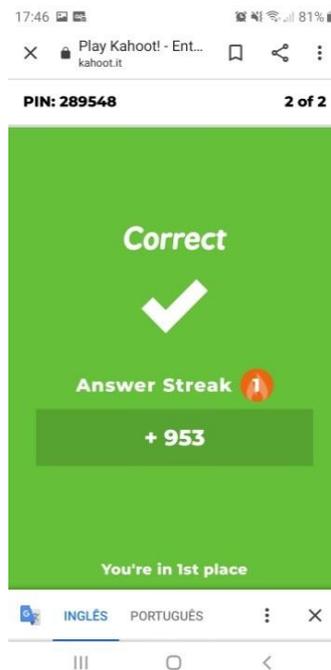


No celular dos alunos aparecerão apenas as alternativas e deverão responder de acordo com a cor ou a forma geométrica.

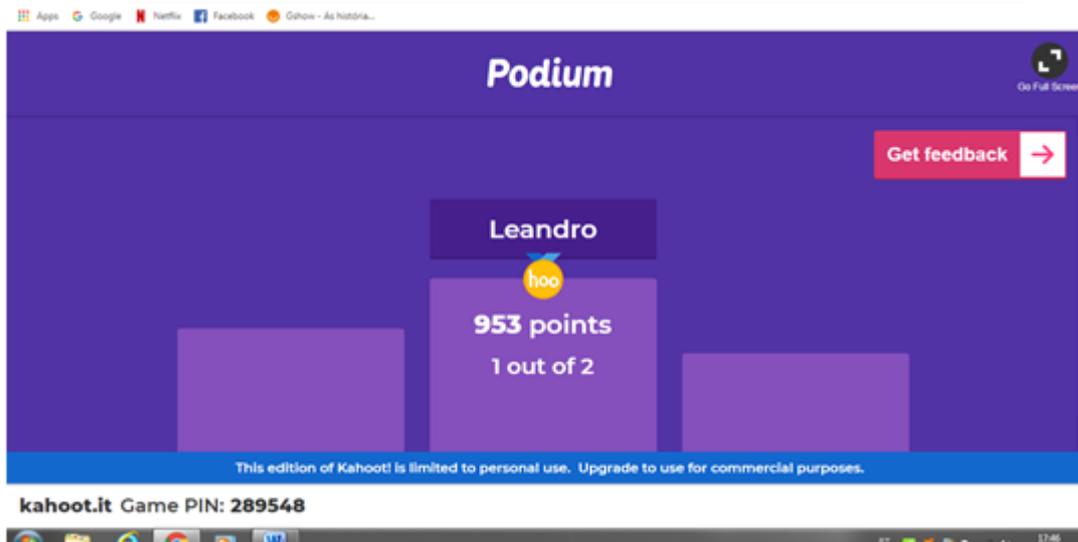


Ao responder corretamente a questão, aparecerão os seus pontos e na tela projetada aparecerá a classificação.

ATENÇÃO: a pontuação ocorre de duas maneiras, por estar respondida corretamente e por ter respondido primeiro.

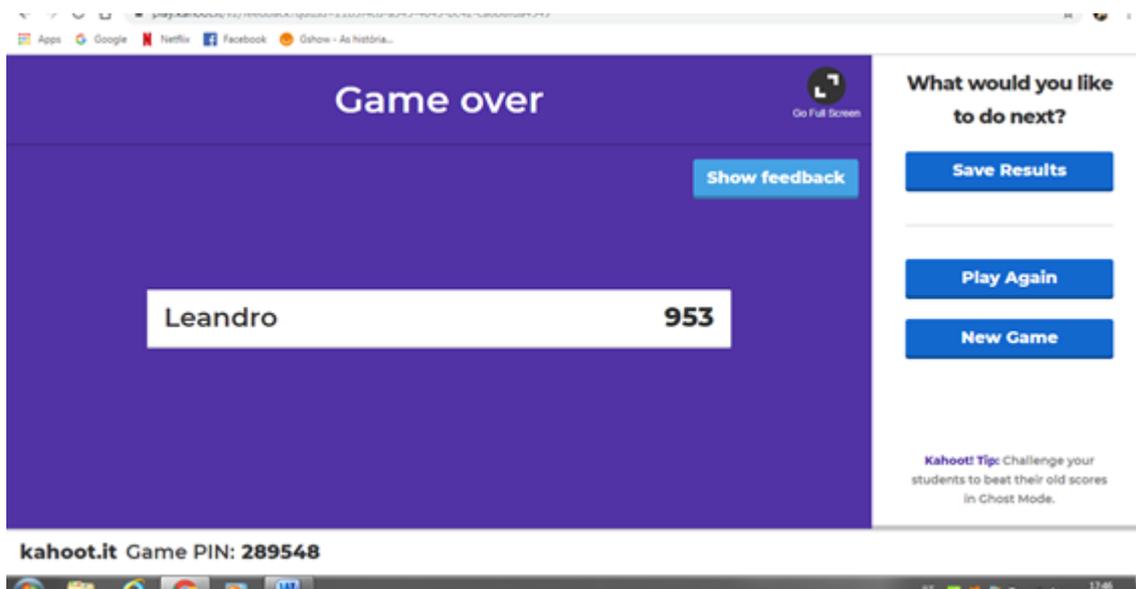


Placar do jogo



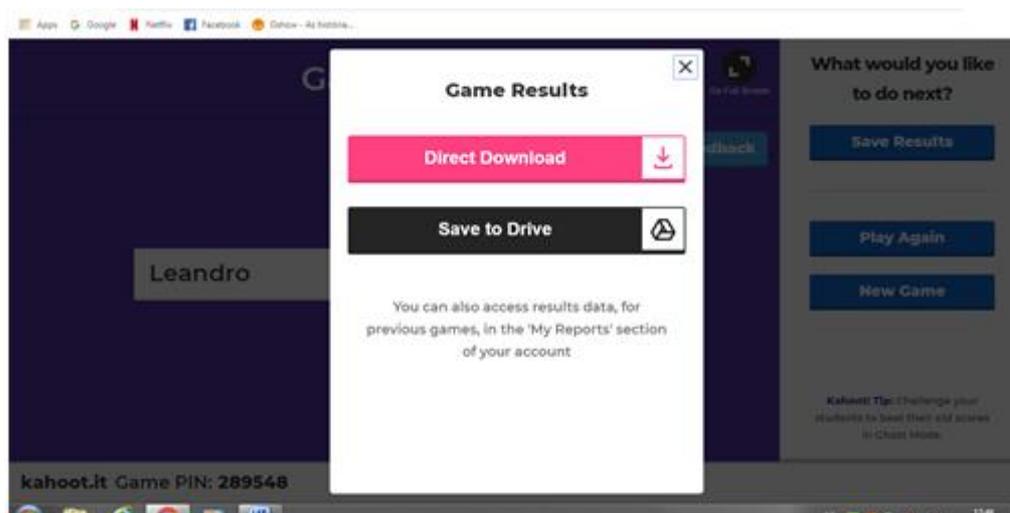
15º Passo:

Finalize o jogo ou comece novamente clicando em New Game



Neste momento é possível salvar os resultados clicando em Save Results.

O programa dará opção de salvar no Drive ou no próprio computador. Essas informações serão salvas em planilhas do Excel.



Tabulação dos dados pelo Kahoot.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Enter kahoot title...								
2	Played on	1 Oct 2019							
3	Hosted by	prairie_alpaca19							
4	Played with	1 player							
5	Played	2 of 2							
6									
7	Overall Performance								
8	Total correct answers (%)	50,00%							
9	Total incorrect answers (%)	50,00%							
10	Average score (points)	953,00 points							
11									
12	Feedback								
13	Number of responses	0							
14	How fun was it? (out of 5)	0,00 out of 5							
15	Did you learn something?	0,00% Yes		0,00% No					
16	Do you recommend it?	0,00% Yes		0,00% No					
17	How do you feel?	0,00% Positive		0,00% Neutral		0,00% Negative			

Após essa última aula, os alunos devem refazer o mapa conceitual para verificar se os novos conhecimentos foram adicionados no cognitivo e assim poder comparar o mapa feito antes da sequência e o mapa feito depois da sequência.

Para finalizar a análise qualitativa, sugere-se que os alunos sejam instigados a falar de suas experiências ao longo de toda sequência didática, como se fosse uma roda de conversa, e assim apontar os pontos positivos e negativos, colocar suas convicções e expectativas para as próximas aulas e apontar o que poderia ser feito para motivá-los ainda mais a estudar.

Como sugestão, peça para que os alunos realizem o seu próprio diário de bordo, indicando seus anseios, frustrações e realizações.