

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL – CAMPUS BENTO GONÇALVES
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA

AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA COM O USO DE LABORATÓRIO VIRTUAL EM
UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO

JAIRO ANTÔNIO WAGNER

Bento Gonçalves

2014

JAIRO ANTÔNIO WAGNER

AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA COM O USO DE LABORATÓRIO VIRTUAL EM
UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para aprovação no componente curricular Práticas de Ensino de Física IV.

Orientador: Prof. Me. Ângelo Mozart Medeiros de Oliveira

Bento Gonçalves

2014

JAIRO ANTÔNIO WAGNER

AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO ENSINO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA COM O USO DE LABORATÓRIO VIRTUAL EM
UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para aprovação no componente curricular Práticas de Ensino de Física IV.

Orientador: Prof. Me. Ângelo Mozart Medeiros de Oliveira

Aprovada em _____

Prof. Me. Ângelo Mozart Medeiros de Oliveira - Orientador

Prof. Me. Paulo Vinícius dos Santos Rebeque - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

Prof. Me. Camila Riegel Debom - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

RESUMO

A presença de laboratórios de ensino de física ou ciências em condições precárias, ou até mesmo a ausência deles na maioria das escolas públicas, mostra que é necessário encontrar e explorar outras formas de estudo e atividades práticas. Neste sentido, o uso de laboratórios virtuais pode ser uma alternativa para o ensino de Física, considerando que a utilização do computador é uma realidade cada vez mais comum entre os estudantes. Com isso, pretende-se incentivar a utilização na prática docente, através do desenvolvimento do presente trabalho, onde foi realizada uma atividade de simulação computacional em uma turma de ensino médio de Bento Gonçalves, na disciplina de Física. A atividade apresentou resultados positivos do ponto de vista didático, pois houve boa participação e motivação dos estudantes. Do ponto de vista da aprendizagem, constatamos que também houve implicações positivas, pois a maioria dos alunos conseguiu desenvolver um pensamento a respeito do tema dentro dos padrões aceitos cientificamente para os fenômenos da refração, que foi o conteúdo da Física trabalhado nesta atividade. Isso mostra que os laboratórios tradicionais, quando não disponíveis ou em condições insuficientes para o desenvolvimento de uma aula, podem ser substituídos por atividades virtuais ou simulações.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, ensino de Física, laboratório virtual, óptica.

ABSTRACT

The presence of Physics or science didactical laboratories in bad conditions, or even their absence in most public schools, indicates that it's necessary to find and explore other forms of study and practical activities. In this way, the use of virtual laboratories can be an alternative for teaching physics, considering that computer use is an increasingly common reality among students. With these facts, we want to encourage the use in teaching practice through the development of this work, an activity where computer simulation was performed on a group of high school of Bento Gonçalves city, in a physics class. From the didactic point of view, the activity has generated positive results, because the students participated with interest and they were motivated. From the learning's viewpoint, we have noted that there were also positive implications because most students achieved the goal was to develop a thought about the phenomena of refraction according to the scientific concept, which was the content of physics worked in this activity. This indicates that the traditional laboratories, if not available or with insufficient resources to develop an activity with a classroom, can be replaced by virtual activities or simulations.

Keywords: meaningful learning, physics teaching, virtual lab, optics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
4. METODOLOGIA	13
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE 1 – PLANO DE AULA.....	28
APÊNDICE 2 – QUESTÕES INICIAIS	29
APÊNDICE 3 – ROTEIRO DO ALUNO	30
APÊNDICE 4 – QUESTÕES FINAIS	31

1. INTRODUÇÃO

A presença de laboratórios de ensino de física ou ciências em condições precárias, ou até mesmo a ausência deles na maioria das escolas públicas, mostra que é necessário encontrar e explorar outras formas de estudo e atividades práticas. Neste sentido, o uso de laboratórios virtuais pode ser uma alternativa para o ensino de Física, considerando que a utilização do computador é uma realidade cada vez mais comum entre os estudantes de todos os níveis, assim como no curso de Licenciatura em Física do IFRS, onde há uma disciplina denominada “Ensino de Física e Novas Tecnologias”, que foi de grande importância no sentido em que a mesma oportunizou um momento único e essencial para discutir as novas tecnologias no ensino de Física.

Com isso, pretende-se incentivar a utilização de laboratórios virtuais e simulações na prática docente, visto que existem incentivos do governo para utilização de novas tecnologias de informação e comunicação, principalmente a informática, na educação.

Uma vez que o uso de simulações computacionais permite a abordagem de um número maior de fenômenos em um intervalo de tempo menor (Heckler, 2007), o incentivo ao uso desse tipo de metodologia didática implica em melhor aproveitamento do tempo disponível em sala de aula que, muitas vezes, é insuficiente para o total desenvolvimento dos programas disciplinares sugeridos pelas escolas.

O presente trabalho tem por objetivo estudar o ensino de óptica geométrica com o uso de laboratório virtual de ensino em uma turma de Ensino Médio da cidade de Bento Gonçalves, assim como analisar as possibilidades e consequências na aprendizagem em decorrência da complementação dos laboratórios tradicionais de ensino por laboratórios virtuais, através da utilização de computadores com softwares específicos para a simulação e seu impacto no desempenho e motivação dos estudantes nesta disciplina. Também iremos comparar os resultados obtidos com alguns discutidos na literatura onde foram realizadas atividades semelhantes com o uso de laboratórios tradicionais de ensino para obter evidências da eficiência do uso desse tipo de recurso didático no ensino.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram pesquisados alguns artigos e trabalhos relativos à temática de ensino de Física com uso de laboratórios virtuais publicados no Brasil nos últimos quinze anos. Entre os principais periódicos pesquisados encontram-se a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Física na Escola e Revista Brasileira de Ensino de Física.

Um assunto amplamente discutido nos cursos de licenciatura é a metodologia das aulas e uso de recursos didáticos ou experimentos. Conforme pesquisa da área realizada por Arantes (2010, p.31), neste cenário educacional permeado pela tecnologia, o papel do professor continua sendo o de “facilitador da aprendizagem”, o que muda apenas é a possibilidade de uso de recursos adicionais que, se bem utilizados e somados aos recursos tradicionais, só tendem a melhorar a qualidade das aulas. De acordo com o estudo realizado por Medeiros e Medeiros (2002), cerca de 90% dos laboratórios de física nos países desenvolvidos era assistido por computadores, assim como os laboratórios de ensino que se encaminhavam para este patamar de informatização.

A utilização de computadores no ensino de física é visto por muitos pesquisadores como a solução para os problemas na educação. Enquanto que para outros é classificada como um modismo passageiro. Mas o fato é que os computadores estão onipresentes em nosso cotidiano e não podemos ignorá-los nos planejamentos de atividades das aulas (ARAÚJO; VEIT, 2004).

O ensino da Física nas escolas e nas universidades não tem sido uma tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões para essa situação é que a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração, fazendo com que a Matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física. Além disso, a Física lida com materiais que, muitas vezes, estão fora do alcance dos sentidos do ser humanos tais como partículas subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de grande complexidade. Isto faz com que os estudantes, frequentemente, sintam-se entediados ou cheguem mesmo a odiarem o estudo da Física (MEDEIROS, 2002).

Em um cenário típico de escola, onde a atividade experimental ocorre após uma sequência de aulas expositivas, o aluno possui um conhecimento prévio sobre determinado assunto de Física, construído a partir de teorias estudadas em aulas tradicionais, que pode entrar em conflito com o novo conhecimento. Em geral, o conhecimento é construído a partir

daquele que a comunidade científica aceita ser correto, e não o relacionado com atividades práticas e de observação, o que pode causar um distanciamento entre a realidade e a disciplina de física. Ainda, segundo Medeiros e Medeiros

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes. Exemplos de tais situações podem ser uma descida na Lua, uma situação de emergência em uma usina nuclear ou mesmo um evento histórico ou astronômico (Medeiros e Medeiros, 2002, p.79).

Atividades experimentais incentivam os alunos a desenvolverem o espírito colaborativo, por se tratarem de tarefas que geralmente envolvem atividades em grupo, assim como refletem positivamente na relação do professor com os alunos. No entanto, há uma visão equivocada dos alunos que consideram as atividades experimentais como eventos isolados que visam unicamente atingir resultados previamente determinados pela teoria.

Um dos aspectos negativos das atividades experimentais é que estas consomem bastante tempo com a montagem dos equipamentos e medida dos dados, deixando pouco tempo para a reflexão, análise e discussão dos resultados obtidos por parte dos estudantes. Em relação as atividades experimentais tradicionais, uma das dificuldades no ensino da refração, por exemplo, está na obtenção de bons instrumentos ópticos, tais como prismas, lentes, cilindros, cubos, placas, cones, entre outros (Ribeiro, 2012). Neste sentido o computador é uma alternativa para experimentos que não podem ser realizados da maneira convencional, por serem difíceis, caros ou perigosos.

Pode-se destacar algumas vantagens do uso das simulações computacionais, tais como portabilidade, segurança, rapidez e dinâmica de como apresentam os resultados. Além disso, há experimentos que simplesmente não podem ser realizados em laboratórios tradicionais.

Outra característica positiva do uso das simulações é a possibilidade de visualizar simultaneamente as variáveis da experiência, tais como gráficos, tabelas, sons e vídeos, além de permitir a repetição de etapas que seriam impossíveis em outros cenários. Mas torna-se necessário evitar que uma simulação seja interpretada como uma simplificação exagerada da realidade, o que pode torná-la sem valor para o aluno, por achar que a sua representação não corresponde com um fenômeno físico real.

Ambas as abordagens metodológicas: atividade experimental tradicional ou simulação computacional possuem aspectos únicos e, ao mesmo tempo, complementares, conforme Arantes (2012, p. 28), “Eles devem ter, dentre outras características, conexão com o mundo real e incentivo à experimentação e observação de fenômenos”. Ainda conforme o mesmo

autor destaca, os avanços tecnológicos dos computadores e a diminuição do seu custo, tornando-os mais acessíveis a mais pessoas, e o surgimento de softwares independentes de plataforma como o *Flash* e *Java*, tornaram as simulações interativas um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos no processo de ensino e aprendizagem (ARANTES, 2012, p. 27),

Ainda de acordo com o mesmo autor,

Um dos mais disseminados tipos de Objetos de Aprendizagem são as simulações computacionais de experimentos de física, que estão disponíveis para utilização em diversos contextos. Ainda que elas não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos. (op. cit.).

Para fins comparativos a este trabalho, Brum e Schuhmacher (2013) realizaram um estudo contemplando um tema de física semelhante, utilizando métodos laboratoriais tradicionais para o estudo da óptica geométrica, especificamente a formação do arco-íris. Identificaram uma grande influência de crenças empíricas e experiências cotidianas na formação dos conhecimentos prévios dos estudantes. A partir destes conceitos foram planejadas atividades que proporcionaram aos estudantes a capacidade de construir modelos de abstração e sistematização de modelos geométricos, utilizados para explicar o comportamento da luz enquanto analisada sob o aspecto da óptica geométrica.

Neste sentido, também, podemos citar a pesquisa realizada por Heidemann (2011), onde foi feito um estudo exploratório a respeito da utilização de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física do Ensino Médio. Segundo o autor,

Costuma-se atribuir grande importância à infraestrutura das instituições de ensino e à habilidade dos professores no manuseio de instrumentos quando se discutem ações no intuito de promover atividades experimentais e computacionais no ensino de Física. No entanto, as crenças e atitudes dos professores sobre esses recursos costumam ser negligenciadas (Heidemann, 2011, p.109).

Além disso, neste mesmo estudo, foi constatado que a maioria dos professores que participaram da pesquisa consideram a infraestrutura de seus laboratórios de informática são satisfatórios, o que evidencia que apenas a existência de um laboratório em boas condições não é suficiente para que o uso de atividades envolvendo simulações computacionais seja incorporada na rotina da prática docente.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel (1918 - 2008) preocupa-se com as funções do professor e do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, onde o conhecimento prévio é essencial para que ocorra a aprendizagem significativa. Também é possível que o conhecimento prévio seja alterado ou substituído pelo novo, resultando em uma combinação de ambos ou substituição do antigo conhecimento pelo novo na estrutura cognitiva.

Segundo David Ausubel (2003), a aprendizagem receptiva significativa implica a aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição do aprendiz como a apresentação de material potencialmente significativo ao aluno. Isso significa que as novas ideias apresentadas necessitam possuir relação com as informações adquiridas anteriormente.

Podemos entender que a aprendizagem significativa depende das novas ideias relacionadas com informações adquiridas anteriormente, de maneira não arbitrária e substantiva. Isso significa dizer que não é suficiente apenas a existência de uma estrutura adequada para relacionar a nova informação com as ideias já adquiridas pelo aluno, mas também que a nova informação tenha correspondência suficiente com tal estrutura. Tal estrutura cognitiva contendo um conjunto de informações pré-existentes e relevantes denominamos de “subsunçores”.

Quando a aprendizagem de novas informações acontece de maneira independente dos conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno, ocorre o que Ausubel classifica como aprendizagem mecânica, com características diferentes da aprendizagem significativa. Neste caso, as informações são armazenadas de maneira arbitrária e literal. No entanto, não existe uma diferença dicotômica entre as duas formas de aprendizagem citadas anteriormente, ou seja, existe um contínuo entre ambas, pois há casos intermediários em que o indivíduo ainda não possui os subsunçores. Isso ocorre quando o aluno adquire informações totalmente novas sobre determinado assunto. Assim que o indivíduo passa a usar essas informações como subsunçores para novas informações, torna-os cada vez mais elaborados e capazes de associarem-se com novas informações.

Teoria da assimilação

Para descrever o que ocorre quando a nova informação é assimilada pelo indivíduo, Ausubel (2003) propôs a teoria da assimilação, onde esta interação de informações implica em modificação tanto da nova informação como do subsunçor ao qual ela se relacionou. Assim, cria-se um produto composto pela combinação de novas informações e subsunçores, que são modificados em relação ao momento anterior ao da assimilação. Com isso, o novo significado depende do significado original e de sua relação com o subsunçor.

O diagrama 1 representa a interação da nova informação com o subsunçor:

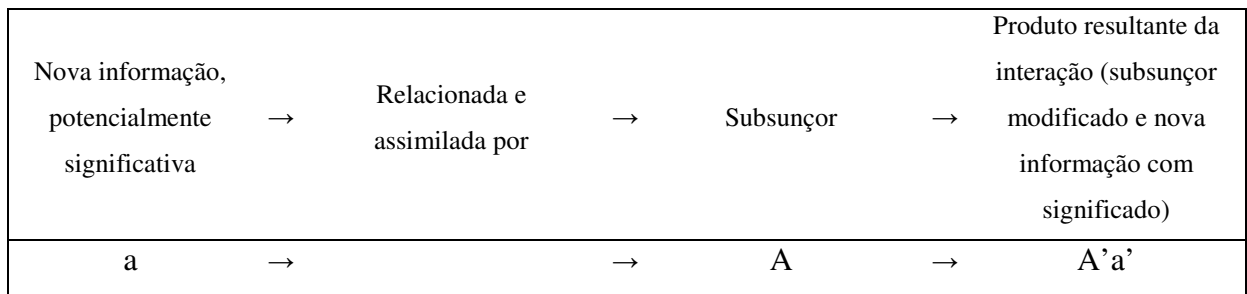


Diagrama 1: Teoria da assimilação de Ausubel (Moreira, 1999, p. 167).

Assim, a assimilação pode ser entendida como um processo que acontece quando a nova informação potencialmente significativa a , relaciona-se com o subsunçor A , resultando em um produto composto por $A'a'$, onde A' e a' possuem significados diferentes em comparação ao estado inicial. Após este processo e, após certo tempo, é possível ocorrer a dissociação de $A'a'$ em A' e a' , além da possibilidade de ocorrer ganho de novos significados. Por isso, o processo de assimilação tende a ser contínuo após a aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (2003), as informações assimiladas por simples memorização diferem-se na maneira como são organizadas e transformadas quando comparadas com as informações assimiladas de forma significativa. As primeiras formam entidades discretas e relativamente isoladas da estrutura cognitiva do aluno, o que impede a ocorrência das relações entre informações novas e subsunçores. Enquanto que os materiais aprendidos de forma significativa auxiliam na aquisição e compreensão de novos significados de várias maneiras significativas, tais como as subordinadas, derivativas, correlativas, superordenadas e combinatórias.

A assimilação obliteradora ocorre no momento em que não é mais possível a dissociação de $A'a'$, o que resulta em um subsunçor mais estável e diferente em relação ao anterior, o que irá proporcionar melhorias no processo de assimilação de novas informações.

A aprendizagem superordenada ocorre quando a nova ideia é aprendida de maneira mais geral do que uma ou um conjunto de ideias que já se sabe. Com isso, pode ocorrer uma

relação entre as ideias já existentes na estrutura cognitiva do aluno, tornando-as também significativas.

A aprendizagem combinatória ocorre quando a nova ideia não está relacionada hierarquicamente com a estrutura cognitiva do aluno. Ela ocorre através de uma relação mais geral e pode se relacionar de modo organizado com as ideias previamente existentes. Isso significa dizer que a nova ideia relaciona-se com os subsunçores existentes sem os subordinar, mas também sem ser por eles subordinados. Segundo Moreira (2012)

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. Tem alguns atributos criteriosais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena (MOREIRA, 2012, p. 16).

Este é o tipo de aprendizagem que é observado com maior frequência entre os estudantes de diversas áreas do conhecimento, entre as quais ciências e matemática.

Diferenciação progressiva

Trata-se de um processo contínuo, onde os significados mais abrangentes são adquiridos à medida que são estabelecidas novas relações entre os conceitos pré-existentes, cujos subsunçores têm seus significados continuamente modificados e adquirem novos significados progressivamente. Ainda, segundo Moreira (2012), a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor resultante da sucessiva utilização deste para dar significado a novos conhecimentos. Por isso, acredita-se que as ideias mais gerais do conteúdo devem ser apresentadas no início de uma aula e, progressivamente, serem estudadas detalhadamente.

Ausubel (2003) acreditava que a organização do conteúdo de certa disciplina na estrutura cognitiva do aluno é uma estrutura hierárquica onde as ideias mais gerais estão no topo, correspondendo à sequência natural de aquisição de conhecimento pelos humanos.

Reconciliação integradora

É o processo pelo qual o indivíduo se torna capaz de estabelecer relações entre os conceitos e ideias vistos de forma isolada e não relacionada até então, identificando suas diferenças e semelhanças. Além disso, proporciona ao estudante uma visão generalizada sobre o assunto estudado, omitindo suas divisões em tópicos ou seções aparentemente isolados entre si. Segundo Moreira (2000), a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar

similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. Portanto, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário apresentar material potencialmente significativo para os estudantes, além de apresentar os conceitos mais amplos e gerais desde o início, para que assim facilitar a diferenciação progressiva.

Os estudantes também precisam de um predisposição para aprender. Esta é uma condição difícil de ser satisfeita, uma vez que o aluno precisa querer relacionar os novos conhecimentos de maneira não literal e não arbitrária.

4. METODOLOGIA

As etapas do trabalho, o material utilizado e atividade de simulação computacional serão apresentados a seguir.

A atividade e coleta de dados foi realizada em uma turma de ensino técnico de informática integrado ao nível médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, na data de 9 de outubro de 2014, no turno da manhã, com duração de duas horas. O curso de Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio tem duração de quatro anos e estágio de 360 horas. Destina-se a quem concluiu o ensino fundamental, sendo desenvolvido de forma integrada ao ensino médio, ou seja, a formação geral é integrada à formação técnica profissional, em matrícula única¹.

A atividade ocorreu na disciplina de física do segundo ano da referida turma, no laboratório de informática da instituição citada. Estiveram presentes vinte e cinco alunos. Todo material para uso dos alunos foi disponibilizado no *Google Drive*, que permite a criação de formulários *on-line*, dispensando o uso de material impresso. Da mesma maneira, o registro das respostas foi realizado nos respectivos formulários e, em seguida, enviados para um arquivo com as repostas de todos participantes. Os alunos desta turma já haviam estudado o conteúdo de óptica geométrica anteriormente, mas sem o uso de simulações computacionais.

A utilização do *Google Drive* justifica-se pelo fato de toda a atividade ser realizada no laboratório de informática, o que facilitou o acesso à ferramenta. Assim como a organização das respostas, que foram compiladas em um arquivo automaticamente, o que representa eficiência superior se comparado com os métodos tradicionais, tais como formulários de papel. A execução da atividade foi dividida em três momentos, descritos detalhadamente a seguir.

No primeiro momento, os alunos responderam as questões iniciais, que tinham o objetivo de registrar o conhecimento dos estudantes construído até o momento a respeito da formação de arco-íris, antes de realizarem a atividade propriamente dita. O endereço *web* para o acesso inicial foi escrito no quadro.

A seguir estão listadas as questões iniciais:

1 - Em quais situações você consegue ver um arco-íris?
--

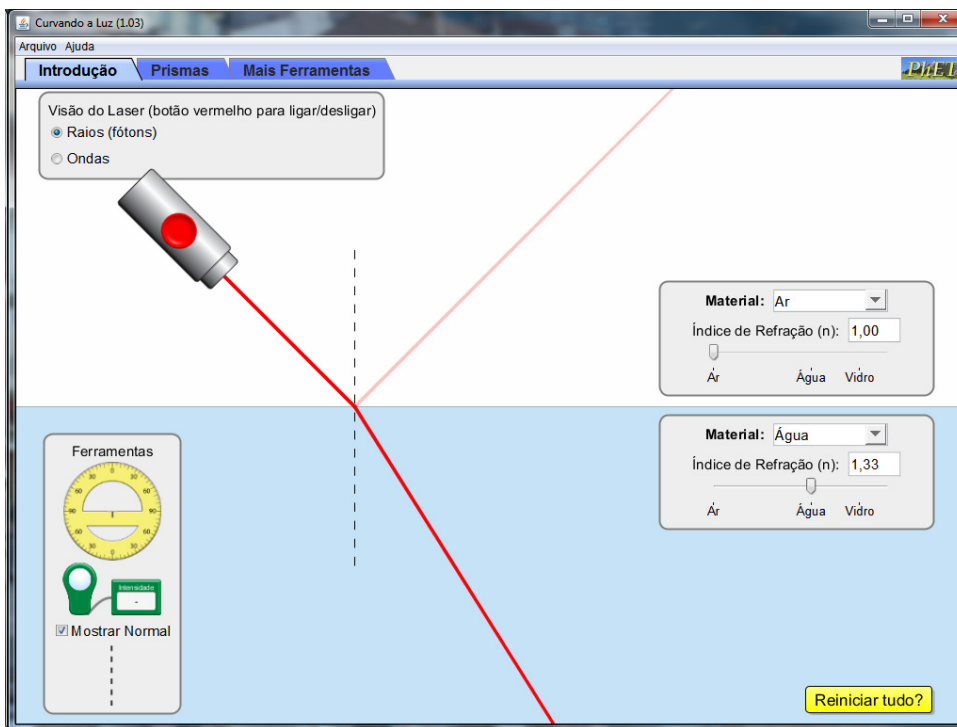
¹ Disponível em: <<http://www.bento.ifrs.edu.br/site/conteudo.php?cat=69>> Acesso em: 09 outubro 2014

- | |
|---|
| 2 - Quais os elementos necessários para que você veja um arco-íris? |
| 3 - O que representa um arco-íris para você? |
| 4 - Onde os arco-íris são vistos com maior frequência? |

Tabela 1: Questões iniciais.

No segundo momento, após todos terminarem de responder as questões iniciais, os alunos executaram a atividade seguindo o roteiro do aluno, conforme apêndice 3, que continha todas as instruções para o acesso e manipulação do programa. No momento em que as respostas iniciais foram enviadas, o endereço *web* para acessar a segunda etapa foi informado na mensagem de confirmação de envio do formulário, o que tornou o processo contínuo, bastando clicar nos links exibidos.

Nesta etapa os alunos fizeram uso da simulação extraída do PhET, que é um projeto de simulações interativas da Universidade do Colorado, intitulada de “Curvando a Luz”. Na imagem 1 é possível visualizar uma tela obtida da simulação.

Imagem 1: Tela inicial da simulação Curvando a Luz (Fonte: <http://phet.colorado.edu>)

O roteiro do aluno, conforme apêndice 3, continha a sequência de passos necessários para a execução da atividade. Justificou-se usar um roteiro pré-definido em função de o tempo ser insuficiente para permitir a livre exploração da simulação, assim como a quantidade de

alunos na turma, o que poderia facilmente ocasionar dispersão de interesses, tornando inviável a execução de todas as etapas previstas no tempo estipulado.

Percebeu-se que os estudantes tiveram facilidade em manipular a simulação, provavelmente pelo fato de serem alunos de um curso da área de informática. Por isso, o tempo em sala de aula foi utilizado de maneira eficiente, sendo desnecessário perder tempo com questões técnicas e informações relacionadas ao uso dos computadores, situação ocorrida em outras atividades semelhantes durante o período do estágio curricular obrigatório realizado nos semestres anteriores.

Durante a manipulação da simulação, poucos alunos tiveram dúvidas sobre a atividade. Isso mostra que o roteiro do aluno foi suficientemente claro e explicativo para que a maioria entendesse os procedimentos necessários para a realização da tarefa.

Na medida em que as etapas da atividade eram completadas, as percepções e interpretações eram escritas pelos alunos diretamente no mesmo arquivo *on-line* que continha um espaço reservado após cada questão, conforme mostra a imagem 2, integrante do roteiro do aluno.

Tarefas:

Usando as ferramentas, investigue e descubra:

6 - Como o ângulo de refração se compara com o ângulo de incidência, medida em relação a normal, quando o feixe vai do ar para a água:

Anote aqui suas percepções.

7 - Alterando o índice de refração do material que está abaixo, o que acontece com o ângulo de refração?

Anote aqui suas percepções.

Imagem 2: Trecho do roteiro do aluno acessado *on-line*.

Foram utilizadas duas partes da simulação. A aba “introdução”, conforme pode ser visto anteriormente na imagem 1, continha as ferramentas e opções necessárias para uma revisão do conteúdo de óptica, especificamente sobre o fenômeno da refração. Como podemos observar, as perguntas presentes no roteiro do aluno referentes a esta parte relacionam o material (ou meio) de propagação da onda e seus respectivos índices de refração, ângulo de refração e reflexão medido com o transferidor disponível no próprio aplicativo e, opcionalmente, medidor de intensidade que poderia ser usado para quantificar tanto a onda refletida quanto a refratada.

Após todos terminarem as atividades relacionadas a aba “Introdução”, foi dada sequência com a aba “Prismas”. Conforme se pode observar na figura abaixo, esta aba da simulação contém objetos em formatos variados para a exploração e visualização dos efeitos da luz ao atravessar qualquer um dos objetos.

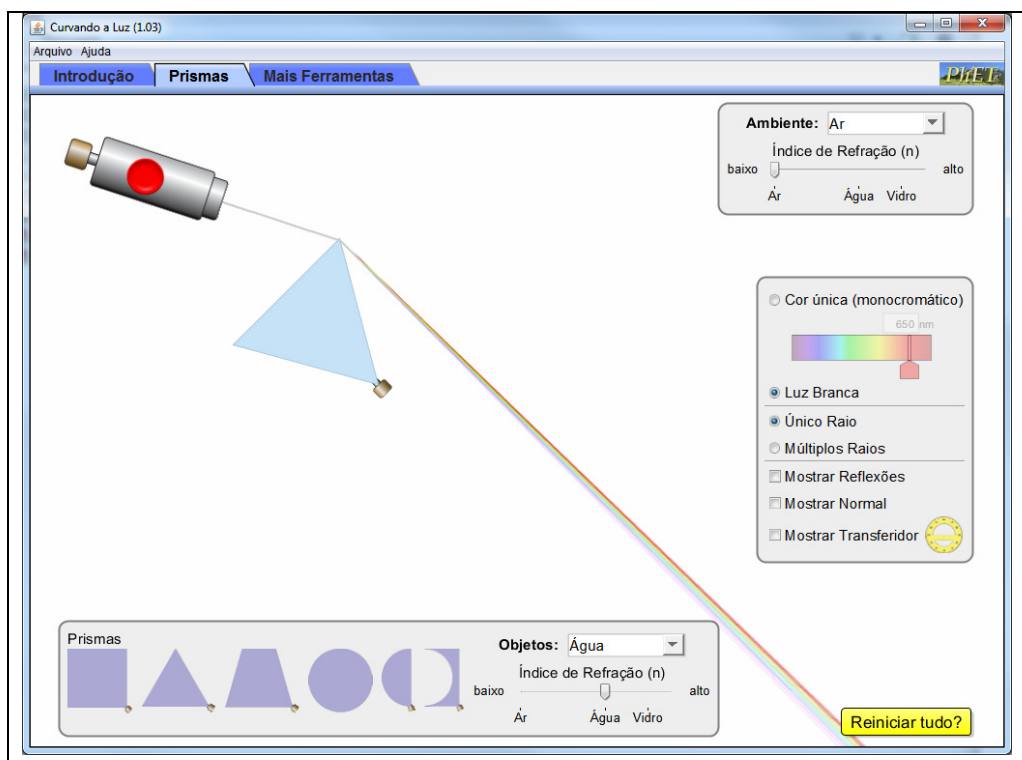


Imagem 3: Tela da aba “prismas” da simulação Curvando a Luz (Fonte: <http://phet.colorado.edu>)

Nesta etapa os alunos alteraram os parâmetros que influenciam nos efeitos da refração, tais como cor do raio (comprimento de onda) e material do prisma que, neste caso, foi definido como água, para que oportunizasse ao aluno a opção de comparar com o fenômeno natural discutido inicialmente, que é o arco-íris. Alguns alunos encontraram uma pequena

dificuldade em visualizar a mudança de trajetória do raio de luz em função da limitação do tamanho da tela do computador, mas bastaram alguns ajustes no dimensionamento da tela da simulação para que o problema fosse resolvido.

Seguindo a mesma organização das etapas anteriores, ao terminar de preencher as respostas nos espaços reservados do roteiro do aluno, o formulário era enviado e o endereço para acessar o próximo formulário era disponibilizado na tela de confirmação de envio para facilitar a continuidade da atividade.

No terceiro momento, os alunos responderam as questões finais, que tinham o objetivo de identificar as mudanças de pensamento ocorridas após a execução da atividade.

As questões finais foram estas:

1 – Por que a luz do Sol apresenta a cor que observamos?
2 – Em qual situação do cotidiano podemos observar um fenômeno semelhante ao que foi observado na simulação, onde um feixe de luz branca atravessa um prisma?
3 – O que seria, no cotidiano, o equivalente ao prisma observado neste fenômeno?

De maneira análoga às etapas anteriores, os alunos responderam as questões nos espaços disponíveis no formulário *on-line* e, ao finalizarem, enviaram as respostas.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Será realizada uma discussão qualitativa dos resultados de maneira geral, não sendo, portanto, consideradas as respostas individuais para cada uma das etapas da atividade. O que será levado em consideração, principalmente, é o conceito fundamental envolvido na resposta.

Questões iniciais:

As questões iniciais tinham por objetivo coletar as percepções dos estudantes antes dos mesmos manipularem a simulação. Com isso pode-se registrar as concepções de cada aluno construídas até o momento e anteriores à execução da atividade e compará-las com as percepções registradas pelos alunos ao final da atividade.

Para a pergunta inicial 1: (Em quais situações você consegue observar um arco-íris?), as respostas foram bem próximas do que é aceito cientificamente. Podemos citar algumas: “Quando há Sol”, “Sol com chuva”, “num CD”, “luz reflete em espelhos”, “quedas d’água sob o Sol”, “luz passa por um vidro”. Nota-se que a maioria dos alunos é capaz de identificar situações em que há ocorrência deste fenômeno. Alguns ainda identificaram os elementos envolvidos na formação de um arco-íris ao listarem a água e a luz.

Na pergunta inicial 2: (quais os elementos necessários para que você veja um arco-íris?), obteve-se respostas como “Reflexo da luz nas gotas de água”, “chuva e Sol”, “meus olhos”. Além do óbvio da última resposta, os elementos necessários para a formação de um arco-íris estão claros para a maioria dos alunos, onde a água em forma de gotas de chuva e a luz do Sol foram apontados como os principais elementos responsáveis pela formação do fenômeno em questão.

A pergunta inicial 3: (o que representa um arco-íris pra você?) tinha o objetivo de identificar o significado de um arco-íris para cada aluno. Neste caso, por se tratar de uma questão pessoal, foram esperadas respostas das mais variadas formas. Entre elas, obtivemos “A luz que passa por um prisma”, “a refração das cores”, “ilusão de óptica”, “a refração da luz”, “pote de dinheiro e duendes” (apenas um respondeu), “coisas boas”, “infância”, “ursinhos carinhosos”, “pote de ouro” (quatro respostas), “um fenômeno da natureza”.

Como já esperado, obtivemos respostas com termos e expressões que variam desde os aceitos cientificamente, até os presentes em crenças populares. Nota-se que a refração da luz foi identificada por alguns estudantes, o que revela que estes já possuem concepções

adequadas, enquanto que outros ainda possuem concepções de caráter mitológico, sem qualquer possibilidade de comprovação ou verificação.

Na pergunta inicial 4: (Onde os arco-íris são vistos com maior frequência?) procurou-se identificar a concepção dos alunos em relação a posição relativa necessária para visualização do fenômeno. Obtiveram-se respostas do tipo “No céu” (mais frequente), “em quedas d’água”, “no leste”, “em planícies”, “em vales”, “nos CDs”, “quando lavamos a calçada com mangueira”.

Observa-se que a maioria dos alunos apontou o céu como o local onde há formação de arco-íris com mais frequência. No entanto, alguns apontaram outros locais onde também se observam fenômenos com as mesmas propriedades dos arco-íris, como em quedas d’água e CDs. Embora não ocorram arco-íris em CDs, o conceito está correto, pois a separação da luz branca em cores do espectro visível é o que acontece em todas as situações descritas anteriormente.

Roteiro do aluno:

O roteiro do aluno continha as instruções para a manipulação da simulação. Além disso, cada questão ou instrução requeria uma resposta por parte do aluno. Todos os subsídios para a construção das respostas foram fornecidos pela simulação, ou seja, não foi necessário pesquisar em outras fontes durante a atividade.

A primeira pergunta do roteiro do aluno (Como o ângulo de refração se compara com o ângulo de incidência, medida em relação a normal, quando o feixe vai do ar para a água) pretendia identificar se os alunos conseguiriam perceber que há diferença e relação entre os ângulos de incidência e refração. Entre as respostas encontramos “ângulo de refração é diferente do ângulo de incidência, pois a velocidade da luz na água é diminuída em relação ao ar”, “ela se “move” para o lado”, “no meio com maior índice de refração, o raio se aproxima da normal (mais frequente)”, “aumento no contato com a água”, “o ângulo de incidência é maior do que o ângulo de refração”, “o ângulo de incidência é proporcional ao ângulo de refração”, “quanto menor o ângulo de incidência menor é o efeito da refração em relação à normal”. Isso mostra que a maioria dos alunos conseguiu atingir o propósito da questão satisfatoriamente.

A segunda questão (Alterando o índice de refração do material que está abaixo, o que acontece com o ângulo de refração?) tinha por objetivo fazer o aluno observar a relação entre o material onde ocorre refração e a variação do ângulo do raio refratado. Para tanto, esperava-

se uma resposta do tipo: quanto maior o índice de refração relativo, maior será a mudança da trajetória do raio de luz.

Dentre as respostas obtidas, podemos listar algumas consideradas mais importantes: “ele aumenta ou fica igual, depende do material”, “se o índice for aumentado, o feixe se aproxima da normal”, “se aproxima da normal quando o índice de refração aumenta”, “quanto mais próximo do ar maior o ângulo e quanto mais próximo do vidro menor o ângulo de refração, pois o vidro é mais denso”, “ele irá ser alterado”, “quanto maior o índice, menor será o ângulo, sendo mais "desviado" de sua "reta"”, “acontece uma variação do índice de refração da luz”, “quanto maior o índice de refração, mais próximo da linha normal o feixe de luz ficará”, “aumenta ou reduz o ângulo de refração proporcionalmente em relação ao material”.

Pelo teor das respostas pode-se perceber que os alunos conseguiram constatar a relação entre a variação do índice de refração e a direção do raio refratado. Alguns alunos ainda identificaram que o índice de refração está associado com a densidade do material.

No questionamento seguinte do roteiro do aluno, (alterando o índice de refração de ambos os materiais, o que acontece com o ângulo de refração? Em que situação não acontece refração?) esperava-se que os alunos respondessem que o ângulo de refração varia sempre que o índice de refração for modificado. Não ocorre refração quando os dois materiais apresentam o mesmo índice de refração, o que implica ser o mesmo material ou quando o material onde está a origem do feixe possui índice de refração muito superior ao segundo material.

As respostas obtidas ficaram próximas do esperado e aceito cientificamente, onde houve constatações do tipo “O ângulo é alterado, pois depende do material por onde a luz está passando”. “Se altera, mas não ocorre refração quando é o mesmo material”. “Não ocorre refração quando o material de incidência possui índice de refração muito maior, por exemplo, do vidro para o ar”. “Quando não há refração, há o reflexo total da luz”.

Nota-se que apenas um aluno identificou a situação em que não ocorre refração devido ao índice de refração do material onde está a origem do feixe, que na simulação pode ser obtido com o vidro na parte superior e o ar na parte inferior. A comprovação de que há apenas reflexão foi obtida com a ferramenta medidor de intensidade, que indicou a onda refletida com 100% de intensidade em relação a onda incidente.

Na questão seguinte (Qual a condição produz o maior índice de refração?) esperava-se uma resposta semelhante a “quanto maior a diferença de densidade entre os materiais dos dois meios, maior será o índice de refração que, no caso da simulação, será na configuração em que a luz passa do ar para o vidro”.

Algumas respostas obtidas foram “Colocando o menor índice de refração no primeiro meio, isto é, no meio superior, e o maior índice de refração no segundo meio que a luz irá passar, e observei que se for feito o contrário, toda a luz será refletida e não ocorrerá refração”. “A luz passando do ar para o vidro”. “Quando temos a maior diferença do índice de refração entre os dois materiais”. “Quando os materiais são diferentes e possuem índice de refração distantes”. “Materiais iguais” .

Nota-se que neste caso a maioria dos alunos conseguiu identificar a configuração necessária para a ocorrência máxima de refração, ou seja, quando a diferença entre as densidades dos materiais dos dois meios é a maior possível. Com exceção de dois alunos que identificaram erroneamente ao anotar que materiais iguais produzem maior refração, o que representa uma configuração em que não refração.

Ao concluírem as etapas referentes a aba “ferramentas”, os alunos seguiram para a aba “prismas” da simulação. A metodologia adotada foi a mesma das etapas anteriores, onde seguiram o roteiro do aluno de maneira quase autônoma, questionando sempre que houvesse alguma dificuldade de interpretação ou manipulação da simulação.

Prismas:

Na primeira questão referente à aba prismas (Utilize o prisma triangular com índice de refração da água e incida sobre ele um feixe de cor única (monocromática)) alguns alunos não perceberam que era necessário trocar o material padrão, definido pela simulação, para os objetos, que era vidro. Caso não fosse trocado o material para água como o roteiro sugeria, os efeitos da refração ficariam distorcidos e sem sentido. Por isso, foram repassadas as instruções para a alteração do material no momento em que os alunos chegaram nesta etapa da atividade.

Na questão seguinte (Altere o comprimento de onda e observe o que acontece com o raio refratado), esperava-se como resposta que a alteração do comprimento de onda do feixe incidente, mantendo-se os outros parâmetros constantes, irá alterar o ângulo do raio refratado. Neste caso, devido ao tamanho da tela disponível para visualização, a alteração da trajetória do raio refratado foi pequena.

Notou-se que vários alunos não perceberam a mudança na trajetória do feixe de luz ao atravessar o prisma. Isso ficou claro nas respostas dos alunos: “Não houve alteração da trajetória”, respondida por uma parcela pequena mas significativa dos estudantes. Já as respostas “Quanto maior o comprimento de onda maior será o desvio do feixe”, “Quanto menor o comprimento de onda menor o índice de refração”, “Quanto maior o comprimento de

onda maior o índice de refração” mostram que estes alunos conseguiram identificar a relação entre o comprimento de onda do feixe incidente no prisma e a variação de direção do feixe refratado.

O item seguinte (Altere a cor do feixe para luz branca e observe o que acontece) visava proporcionar ao aluno a oportunidade de observação de um efeito semelhante ao que acontece no arco-íris, ou seja, a separação das cores da luz branca.

A análise das respostas, entre elas “O prisma da cor branca é refratado, mostrando o arco-íris”, “Com as outras cores (monocromáticas) ocorre o mesmo processo, porém, por ser monocromática apenas uma cor aparecerá”, “A luz se parte em ondas de cor únicas”, “A luz se divide nas cores do arco-íris”, “Múltiplos raios”, nos mostrou que a maioria dos alunos conseguiu identificar a ocorrência da separação das cores do feixe de luz branca ao atravessar um prisma.

Questões finais:

As questões finais tinham o objetivo de avaliar e evolução das concepções anteriores e estimar a aprendizagem dos estudantes após manipularem a simulação sobre refração da luz, utilizando para isso, o conhecimento construído durante a atividade.

A primeira questão da etapa final (Por que a luz do Sol apresenta a cor que observamos?) tem o objetivo de identificar se o aluno atingiu a compreensão de que a luz branca do Sol é uma composição de várias cores, o que irá explicar, posteriormente, a dispersão da luz branca ao atravessar um prisma. Isso ficou evidente nas respostas dos alunos “A luz branca é o resultado da soma de todas as cores”, respondida pela maior parte dos estudantes. No entanto, alguns alunos responderam “Por causa da refração da luz do Sol com a atmosfera”, “A luz que vem do Sol é absorvida, e nos enxergamos o que é refratado”, “A camada de ozônio torna a luz do Sol branca”, “Por causa da atmosfera”, o que evidenciou uma confusão com o motivo do céu ser azul, no caso do aluno que usou a camada de ozônio para explicar. Da mesma forma, 20% dos alunos atribuíram à atmosfera a responsabilidade de deixar a luz do Sol branca, o que demonstra total discordância com o que a atividade se propôs a mostrar.

A penúltima questão da etapa final (Em qual situação do cotidiano podemos observar um fenômeno semelhante ao que foi observado na simulação, onde um feixe de luz branca atravessa um prisma?) tinha o objetivo de verificar se os alunos conseguiriam estabelecer a relação entre a aprendizagem desenvolvida pela atividade com uma situação do cotidiano. De

acordo com a resposta mais frequente, onde predominou a identificação do arco-íris como sendo o fenômeno associado aos prismas, conclui-se que a simulação foi apropriada.

No entanto, uma parcela dos alunos não conseguiu fazer esta relação, sendo que estes apontaram que o Sol atravessando uma janela ou vidro é a situação mais parecida com a aquela que a simulação mostrou. Apesar do roteiro do aluno informar que o prisma da simulação necessitava ser exclusivamente de água, não foi o suficiente para este grupo de estudantes atingirem o objetivo da simulação.

A última questão (O que seria no cotidiano o equivalente ao prisma observado neste fenômeno?) tinha por objetivo identificar se, ao final da atividade, o aluno fosse capaz de perceber que o prisma utilizado na simulação causa os mesmos efeitos em um feixe de luz que uma gota de água (ou chuva) ao formar um arco-íris. De maneira semelhante à questão anterior, a maioria dos estudantes conseguiu identificar essa semelhança. Apesar de não ocorrer a separação da luz ao atravessar um vidro ordinário, alguns alunos apontaram o vidro de uma janela como sendo o objeto do cotidiano semelhante a um prisma.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de uma simulação computacional para o estudo da óptica geométrica se mostrou importante para a aprendizagem deste conteúdo da disciplina de Física. Foi possível concluir a partir das respostas escritas pelos alunos e o comportamento observado durante a atividade realizada no laboratório de informática, que esta atividade despertou interesse e motivação.

Assim como no trabalho semelhante realizado por Brum (2013), os conhecimentos prévios identificados resultam geralmente da observação e vivência de cada estudante. Embora a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel afirme que o conhecimento prévio é o elemento fundamental para que a aprendizagem ocorra, identificá-lo corretamente é uma tarefa extremamente complexa, visto que tal conhecimento é uma característica idiossincrática do sujeito, ou seja, faz parte da estrutura cognitiva do aluno e apresenta características singulares.

A utilização de uma simulação computacional baseada na representação de um fenômeno real, neste caso, um arco-íris, aproximou os estudantes de um fato que não é apenas teórico, mas que pode ser visualizado no cotidiano. A partir disso, foi pensada a construção de uma atividade para explorar os conhecimentos do senso comum e transformá-los em conhecimentos mais próximos dos aceitos cientificamente.

Conforme já visto anteriormente, os estudantes precisam de uma predisposição para aprender. Esta é uma condição difícil de ser satisfeita, uma vez que o aluno precisa querer relacionar os novos conhecimentos de maneira não literal e não arbitrária. Nesta atividade constatou-se através das questões finais que a maioria dos alunos conseguiu relacionar o conhecimento desenvolvido na simulação.

Outro fator que contribui para incentivar o uso das simulações na prática docente, conforme percebido nesta atividade, é a simplicidade de montagem e preparo do sistema, que neste caso, se resume a utilizar um computador equipado com os recursos básicos e tradicionais, acrescentando apenas a simulação que será utilizada na aula.

Da mesma maneira que o trabalho realizado por Brum (2013), o uso de uma atividade de simulação se mostrou importante e contribuiu para a aprendizagem, corroborando a ideia difundida no meio acadêmico de que é necessário buscar e utilizar novas

formas e recursos didáticos para melhorar a aprendizagem, e conseqüentemente, a qualidade da educação.

Embora o tempo para o planejamento e execução da atividade, assim como o número de aulas e alunos envolvidos seja pequeno, em função do tempo destinado para a elaboração do trabalho de conclusão do curso ser de apenas três meses, os resultados obtidos também são úteis para motivar outras pesquisas nesta área, expandindo para outras áreas da Física a investigação das possibilidades de utilização de laboratórios virtuais e simulações em aulas do ensino médio, onde sempre há espaço para novas ideias e inovações da prática docente.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Revista Física na Escola**, vol. 11, n. 1, 2010, p. 27-31.
- ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 3, n. 4, p.5-18, 2004. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/101>>. Acesso em: 2 dez. 2014.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos - uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução de The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. (2000). Kluwer Academic Publishers.
- BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. As compreensões dos estudantes acerca do conhecimento sobre ótica: análise de uma atividade para o e. **Boletim Online de Educação Matemática**, Joinville, v. 1, n. 1, p.2-19, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/issue/view/296>>. Acesso em: 20 out. 2014
- COLORADO, Universidade do. **Simulações Interativas PhET**. Versão em português do Brasil por Alexandre R. Soares. Disponível em: <<http://phet.colorado.edu>>. Acesso em: 05 set. 2014.
- HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; FILHO, Kepler de Souza Oliveira. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 29, n. 2, fev. 2007, p. 267-273.
- HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte dos professores do ensino médio. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011
- MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Pernambuco, v. 24, n. 2, p.77-86, jun. 2002

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. In: MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias da Aprendizagem**. Porto Alegre: EPU, 1999. p. 151-164.

SÉRÉ, Marie-geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p.30-42, abr. 2003.

APÊNDICE 1 – PLANO DE AULA

Prática de ensino IV

Plano de aula de Física **Disciplina:** Física **Data:** 09/10/2014 **Turma:** 2ºEM IFRS
Turno: manhã **Duração:** 3h/aula **Série:** 2º ano

Conteúdo: Óptica

Objetivos específicos: Apresentar e estudar o fenômeno responsável pela formação do arco-íris através do estudo da refração e reflexão da luz.

Perceber a natureza composta da luz branca, isto é, que a mesma é formada pela mistura de várias cores;

Compreender o fenômeno físico denominado refração;

Perceber como a refração pode decompor a luz branca (dispersão da luz) e assim provocar o surgimento de arco-íris;

Conhecer as condições necessárias para que os arco-íris sejam criados;

Recursos didáticos: computador, formulário online para preenchimento das respostas pelos alunos, simulação computacional.

Metodologia: Inicialmente os alunos irão até o laboratório de informática onde irão responder as questões do anexo "1 - questões iniciais", que objetivam coletar as percepções iniciais dos estudantes.

Então cada aluno irá acessar a simulação encontrada em http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light e realizar as atividades contidas no "2 - roteiro aluno".

Após os alunos irão responder as questões finais contidas em "3 - questões finais".

Todos os registros serão feitos em formulários online, salvos e enviados ao final da aula.

Avaliação: Nenhuma

Anexos:

Apêndice:

Referências bibliográficas:

Observações: Todas as atividades serão realizadas pelos alunos em formulários online.

APÊNDICE 2 – QUESTÕES INICIAIS

Questões iniciais:

Esta é a primeira etapa da atividade.

*Obrigatório

1. 1 - Em quais situações você consegue ver um arco-íris? *

2. 2 - Quais os elementos necessários para que você veja um arco-íris? *

3. 3 - O que representa um arco-íris para você? *

4. 4 - Onde os arco-íris são vistos com maior frequência? *

Se concluiu todas as etapas, clique no botão enviar.

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DO ALUNO

Roteiro do aluno

Esta é a segunda etapa da atividade

Introdução:

1. Clique neste link: <http://goo.gl/ieZKi> (opção 2: <http://goo.gl/cihHr>) para acessar a simulação.
2. Explore as opções da simulação para familiarizar-se com o programa utilizando a aba "Introdução"
3. Descubra como ligar e desligar o feixe de luz;
4. Descubra como alternar o feixe de luz para ondas ou raios;
5. Descubra como alterar o ângulo do feixe;

Tarefas:

Usando as ferramentas, investigue e descubra:

1. **6 - Como o ângulo de refração se compara com o ângulo de incidência, medida em relação a normal, quando o feixe vai do ar para a água:**

Anote aqui suas percepções.

2. **7 - Alterando o índice de refração do material que está abaixo, o que acontece com o ângulo de refração?**

Anote aqui suas percepções.

APÊNDICE 4 – QUESTÕES FINAIS

3 - Questões finais

Última etapa da atividade.

*Obrigatório

Responda as questões abaixo:

1. 1 – Por que a luz do sol apresenta a cor que observamos? *

2. 2 – Em qual situação do cotidiano podemos observar um fenômeno semelhante ao que foi observado na simulação, onde um feixe de luz branca atravessa um prisma? *

3. 3 – O que seria no cotidiano o equivalente ao prisma observado neste fenômeno? *

Se concluiu todas as etapas, clique no botão enviar.

