

# O USO DE UM VÍDEO NO ESTUDO DO FENÔMENO DE REFRAÇÃO DA LUZ<sup>1</sup>

(The use of a video in the study of the light refraction phenomenon)

**Dalva Aldrighi Vergara**

[vergara@ufpel.tche.br](mailto:vergara@ufpel.tche.br)

**Bernardo Buchweitz**

Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas

Rua Alberto Rosa, 154, CEP: 96010-770 Pelotas – RS

[bbuch@ufpel.tche.br](mailto:bbuch@ufpel.tche.br)

## Resumo

Um vídeo sobre refração da luz foi projetado para estudantes de nível médio e as atividades de ensino foram desenvolvidas a partir dos assuntos nele apresentados. Os dados foram obtidos a partir das respostas dadas pelos estudantes em um questionário, em um teste escrito e em entrevistas. Os resultados mostraram algumas evidências que revelaram que essas atividades realmente contribuíram para a sua aprendizagem e que eles gostaram do videofilme e das atividades de ensino.

## Abstract

A videofilm about light refraction was shown to high school students, and teaching activities based on the video subjects were carried out. The data were gathered from students' answers on a questionnaire, a written test, and interviews. The results showed that these activities really contributed to their learning of the subjects, and also that they liked the videofilm and the teaching activities.

## Introdução

Estamos em uma época de amplo desenvolvimento tecnológico que está sendo possível graças aos avanços da ciência nas últimas décadas. Os produtos desse desenvolvimento aparecem em muitas áreas e estão cada vez mais presentes no dia a dia de grande parte da nossa sociedade. Entretanto, o desenvolvimento, a produção e o uso desses novos produtos oriundos da tecnologia na área da educação não têm sido tão amplos quanto na maioria das outras áreas. Essa defasagem pode ser observada nas escolas, onde pouco tem sido alterado no processo educacional em termos de novos recursos tecnológicos de ensino. As atividades em sala de aula, nos laboratórios e em outros espaços pouco se modificaram ultimamente. Assim, a presença das inovações tecnológicas na educação está aquém do esperado por muitos professores e estudantes, particularmente quando elas podem ser encontradas e utilizadas em casa ou em outros lugares fora da escola.

Às vezes comentamos com colegas sobre essa defasagem e, ao procurarmos as causas, certamente encontraremos inúmeras. Outras vezes discutimos qual o melhor método ou recurso de ensino para desenvolver um certo conteúdo. Em disciplinas como Didática, os estudantes geralmente têm a oportunidade de conhecer e estudar alguns tópicos sobre esses recursos, apresentados em aulas ou em livros e artigos de diversos autores como Piletti (1995), Veiga (1995) e Rosa (2000). Muitos desses estudantes, após a conclusão do curso, assumem o papel de professor

---

<sup>1</sup> Apoio FAPERGS, CAPES e CNPq

e enfrentam uma realidade escolar que muitas vezes os deixa frustrados diante das dificuldades ou impossibilidades de realizarem mudanças nas práticas pedagógicas. O que fazer? Aceitar e acomodar-se dentro dessa realidade ou reagir e tentar modificá-la?

Na educação, no desenvolvimento das atividades de ensino tem-se tornado evidente a importância da interação entre o estudante, o professor e o material educativo para possibilitar a aprendizagem. Entendemos que os recursos de ensino, inclusive e em especial os construídos a partir das novas tecnologias, podem contribuir significativamente para essa interação, facilitando a participação ativa do estudante nas aulas. Isso ocorrendo, estabelece-se uma situação de ensino na qual professor e aluno interagem entre si e com o material educativo para juntos compartilharem os significados contidos nesse material, de tal forma que se torna possível a conseqüente construção do conhecimento.

Foi a partir dessas idéias que temos planejado e realizado trabalhos com o objetivo de verificar a importância do uso de recursos tecnológicos para desenvolver atividades de ensino que resultem em aprendizagem. Assim, há alguns anos estamos desenvolvendo atividades de pesquisa relacionadas com a produção, testagem e disseminação de vídeos didáticos no ensino de Física (Buchweitz, 1997; Buchweitz e Vergara, 1999; Buchweitz et al., 2000; Vergara e Buchweitz, 2001).

Em um desses trabalhos (Buchweitz, 1997) foi analisada a aprendizagem de 25 estudantes que participaram de atividades de ensino sobre a interferência da luz refletida em películas delgadas desenvolvidas por meio de aulas teóricas, um experimento de laboratório, um vídeo e o livro de texto. Os dados mostram que os estudantes entendem que melhor aprenderam os conceitos, as relações e as idéias relacionadas com o assunto ao desenvolverem a atividade que está mais relacionada com cada uma dessas partes do assunto. As manifestações também foram favoráveis ao uso do laboratório e do vídeo como alternativas de ensino. Em outro trabalho (Buchweitz e Vergara, 1999) testamos a utilidade do vídeo sobre reflexão da luz por meio da análise de sua receptividade entre estudantes e da aprendizagem resultante da observação do filme de vídeo precedida, acompanhada e sucedida de discussões entre a professora e os estudantes sobre os assuntos apresentados. Os dados, obtidos a partir das respostas dadas por 78 estudantes em um questionário, mostram que, de modo geral, essas atividades contribuíram para a aprendizagem dos estudantes. Além disso, merecem destaque os comentários dos estudantes em favor do uso do vídeo como alternativa de ensino, e a sua opinião quase unânime de terem gostado do vídeo e da aula que acompanhou a sua apresentação. Resultados semelhantes foram obtidos em outro trabalho (Vergara e Buchweitz, 2001), realizado com outro videofilme que aborda a propagação do calor. Algumas informações sobre o desenvolvimento dos projetos relacionados com esses trabalhos podem ser encontradas no relato de Buchweitz et al. (2000)

Em continuação a esses trabalhos já realizados, no presente caso queremos relatar alguns resultados de uma pesquisa em que usamos um filme didático em fita de vídeo cassete (denominado videofilme ou simplesmente vídeo neste trabalho) sobre refração da luz como recurso de ensino em aulas de Física do nível médio. Essas atividades de ensino foram desenvolvidas com esse recurso no sentido de criar uma situação real de ensino, ou seja, a interação entre o estudante, o professor e o material educativo, nesse caso, o videofilme, conforme idéias de Gowin (1981) e Ferrés (1996). O objetivo foi analisar e avaliar a aprendizagem dos estudantes em decorrência da realização dessas atividades.

## **As atividades**

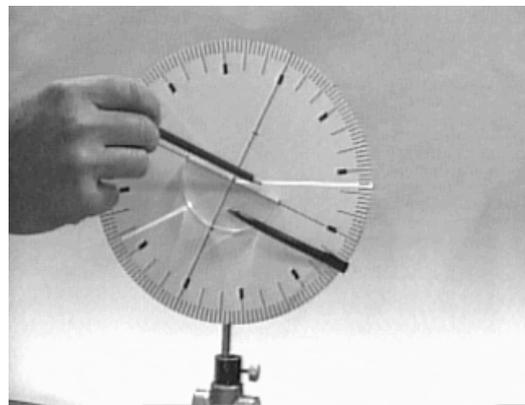
### **O vídeo**

O vídeo sobre refração da luz foi especialmente produzido para ser usado em atividades de ensino de Física. A gravação do filme em fita de vídeo foi feita com uma filmadora de recursos usuais, em vários ambientes, envolvendo fenômenos do cotidiano e cenas interiores realizadas em um laboratório de Óptica. Embora seja um filme artesanal, procurou-se seguir alguns conselhos técnicos existentes na literatura (Ferrés, 1996). Aspectos didáticos e a experiência pessoal sobre o

assunto também foram levados em conta no planejamento e na gravação do vídeo. Algumas recomendações que procuramos seguir no nosso processo de realização desse vídeo foram apresentadas e discutidas anteriormente (Buchweitz, 1997). O filme inicia com a apresentação de várias cenas exteriores e interiores apresentando fenômenos de refração da luz. Do cotidiano passa-se para o laboratório onde inicialmente são mostrados os equipamentos utilizados nas atividades práticas realizadas. Em seguida, apresenta-se a realização de um experimento no qual são mostradas cenas que apresentam a ocorrência do fenômeno: incidência e refração de um feixe de luz na passagem de um meio transparente (ar) para outro (acrílico). Em seguida são realizadas várias medidas (ângulos de incidência e de refração lidos em um disco graduado), cálculos do índice de refração, o traçado de um gráfico em papel milimetrado (índice de refração  $\times$  ângulo de incidência) e, a partir da análise do gráfico, o estabelecimento da lei da refração (o índice de refração não depende do ângulo de incidência), apresentada oralmente e em texto. Na segunda parte desse videofilme ocorre a mesma seqüência de cenas, com a diferença de que a propagação do feixe de luz agora ocorre no sentido contrário, vindo do acrílico e passando para o ar. Isso permite, além de novamente estabelecer a lei da refração, observar o fenômeno da reversibilidade e a reflexão interna total da luz a partir de um certo ângulo de incidência. Para concluir, projetam-se novamente as cenas do cotidiano apresentadas na parte inicial do videofilme.

Os exemplos do cotidiano e do laboratório visam ilustrar fenômenos de refração sem explorá-los nos seus detalhes metodológicos e teóricos no vídeo, embora isso não impeça ao professor de fazê-lo quando for projetá-lo. Apresentar esses exemplos antes da lei da refração foi com o objetivo de despertar a curiosidade e o interesse sobre tais fenômenos. Reapresentá-los no final do vídeo (após a lei) foi com a intenção de estimular o professor e os estudantes a identificar o tipo de refração e a forma de ocorrência do fenômeno em cada exemplo a partir do conhecimento preliminar sobre a lei da refração recém apresentada no videofilme.

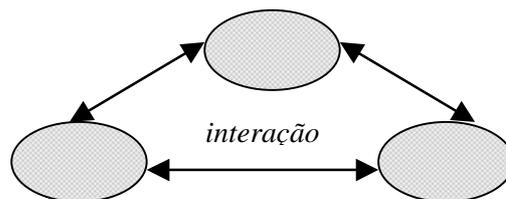
As figuras mostram, respectivamente, cenas sobre o fenômeno de refração que podem ser observadas no cotidiano e no laboratório.



As aulas

Durante as aulas procuramos desenvolver atividades de ensino com ênfase na interação entre o estudante, o professor e o material educativo (vídeo), conforme propõem Gowin (1981) e Ferrés (1996). Ou seja, o vídeo foi utilizado como um recurso de ensino que serviu como fonte de conhecimentos sobre refração da luz e para facilitar a interação entre o professor e os estudantes sobre esse tema ou assunto, visando alcançar a aprendizagem.

Essa interação entre o professor (P), o material educativo (ME) e o estudante (E) está representada no diagrama da figura que segue.



Havendo interações entre esses elementos e com isso a concordância entre o estudante e o professor sobre o significado que o material educativo transmite, ocorre uma clara e verdadeira situação de ensino.

Assim, ao iniciarmos a aula, fizemos uma breve introdução sobre potencialidades didáticas do vídeo e alguns procedimentos convenientes durante a projeção, bem como esclarecemos dúvidas ou curiosidades dos estudantes.

Em seguida, realizamos a primeira projeção do videofilme, sem interrupções, sem espaço para comentários dos alunos e do professor. Com isso os estudantes tiveram uma primeira noção sobre o tema do vídeo, encontraram ou não alguma motivação para a sua aprendizagem e adquiriram dúvidas e interrogações sobre o assunto abordado.

Concluída essa primeira projeção, estabeleceu-se a etapa de maior interação entre estudantes e professor sobre os assuntos apresentados no vídeo. Foi o momento do diálogo, das perguntas, das opiniões, das dúvidas, dos esclarecimentos e da retomada de projeções do vídeo. Durante a segunda projeção foram feitas pausas em certas cenas visando originar uma discussão sobre as informações nelas contidas. Essas cenas foram escolhidas pelos alunos por interesse ou para esclarecimentos, bem como pelo professor para chamar a atenção dos alunos para pontos do filme que sejam considerados importantes, para levantar alguma pergunta ou fazer um comentário. Assim, procuramos tornar esse momento de ensino cheio de interações entre as imagens do vídeo, os estudantes e o professor por meio das comunicações visuais e verbais, criando-se uma situação em que pudesse ocorrer o ensino verdadeiramente participativo – em que os estudantes e o professor chegam a um acordo sobre o significado transmitido pelo material educativo (vídeo). Com isso, ao longo dessas etapas, esperava-se que os alunos pudessem iniciar e concretizar a elaboração de seus próprios conceitos e idéias, sendo este um dos principais objetivos, ou seja, a construção do conhecimento.

Participaram da investigação os autores deste trabalho, a professora da turma e 52 alunos de duas turmas da primeira série de uma escola municipal de nível médio de Pelotas, Rio Grande do Sul.

## **Instrumentos de coleta de dados**

Para coletar informações e medidas sobre as atividades que se desenvolveram mediante o uso do filme que aborda o tema Refração da Luz, utilizamos um questionário, um teste escrito e entrevistas com a finalidade de avaliar o efeito das atividades de ensino na sua aprendizagem (alteração que ocorre na estrutura cognitiva do estudante).

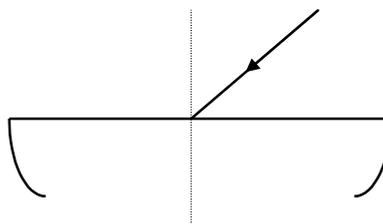
Para a elaboração do questionário foram observadas as recomendações mencionadas na literatura (Selltiz, 1974) e semelhantes aos que já elaboramos em trabalhos anteriores (Buchweitz, 1997 e 1999). Esse questionário constou de nove afirmações relacionadas com as atividades desenvolvidas com o vídeo e com a aprendizagem dos estudantes. Para cada afirmação eles indicaram (em uma escala de 1 a 5) se concordavam ou discordavam com ela e qual seu grau de concordância ou discordância. Na parte final desse questionário também houve um espaço para os alunos fazerem seus comentários a respeito das atividades desenvolvidas. O questionário pode ser encontrado mais adiante, no quadro 1, juntamente com os dados obtidos das respostas dadas pelos estudantes.

O teste escrito, composto de questões discursivas breves sobre os assuntos trabalhados durante as atividades desenvolvidas com a ajuda do vídeo, foi semelhante aos outros normalmente usados em provas para avaliar a aprendizagem de Física dos estudantes ao longo do ano. As questões deste teste foram as seguintes:

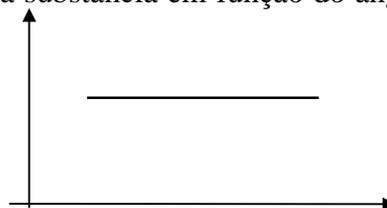
1. A figura representa um feixe de luz proveniente do ar que incide sobre a superfície lisa de separação entre o ar e o acrílico. N é a normal à superfície.

Nessa figura,

- Indique o ângulo de incidência
- Trace a trajetória do raio refratado
- Indique o ângulo de refração



2. A figura representa o gráfico do índice de refração  $n$  de uma substância em função do ângulo de incidência  $\theta_1$ . Qual a conclusão que pode ser obtida do gráfico

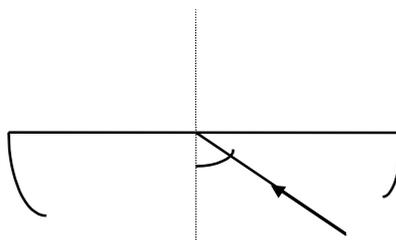


3. Apresente uma situação em que ocorre o fenômeno de refração no dia a dia.

4. Se o índice de refração do vidro em relação ao ar é igual a 1,5, qual o índice de refração do ar em relação a esse vidro?

5. A figura representa um feixe de luz proveniente do acrílico, incidindo na superfície de separação do acrílico com o ar. N é a normal à superfície.

Para a situação representada, diga se, independente do valor de  $\theta$ , uma parte da luz incidente sempre passa para o ar? Por quê?



Por último foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com quinze estudantes, escolhidos aleatoriamente entre os demais. Nessas entrevistas propomos questões voltadas à aplicação dos conhecimentos obtidos sobre o tema abordado no vídeo e como o aluno usa essas informações para resolver questões do cotidiano.

Na primeira parte da entrevista foi solicitado a cada aluno que citasse exemplos do seu cotidiano que podem ser explicados pelo fenômeno de refração da luz. Em seguida, em uma situação prática, foi perguntado ao entrevistado o que aconteceria caso um feixe de luz de uma pequena lanterna fosse incidido sobre uma superfície de água. Depois, dependendo da sua resposta, foi-lhe indagado qual seria a trajetória desse feixe e, por fim, ele pode observar experimentalmente o que ocorre com o feixe incidente ao passar para a água contida em um recipiente. Na parte final da entrevista foi solicitado a cada aluno entrevistado que explicasse porque uma moeda, que não pode ser vista em um recipiente vazio, passa a ser visível quando despejamos água nesse recipiente. O entrevistado foi colocado diante desse experimento no momento da entrevista.

Essas situações práticas apresentadas ao longo da entrevista foram novas (não apareceram no vídeo nem foram discutidas em aula) e com elas objetivamos investigar como os estudantes usariam os conhecimentos captados das atividades desenvolvidas com o vídeo para resolver questões do cotidiano.

As entrevistas foram gravadas em fitas de áudio, transcritas para o papel e então analisadas.

Escolhemos esses instrumentos de medida porque se mostraram adequados e viáveis para a análise e avaliação do processo de ensino e aprendizagem que estávamos propondo, com a finalidade de encontrarmos evidências para respondermos as questões investigadas neste trabalho.

## Os resultados

Apresentaremos as informações e os dados obtidos com o questionário, o teste escrito e a entrevista e em seguida os resultados estabelecidos a partir da análise desses dados.

### Questionário

As respostas dadas pelos 52 estudantes em cada item do questionário permitiram calcular a média aritmética ( $\bar{x}$ ) dos valores de concordância ou discordância atribuídos pelos estudantes. Essa média representa a opinião do grupo sobre a aprendizagem relacionada com a refração da luz a partir das atividades de ensino envolvendo o vídeo projetado e discutido. Além das médias também foi possível analisar as opiniões a partir do número de indicações que concordam com a afirmação (nC), o número de discordâncias (nD), independentes do valor atribuído na escala, e o número de marcações do valor 3 (nT). Esses dados encontram-se no quadro 1, ao lado da correspondente afirmação contida em cada item.

**QUADRO 1 – Itens do questionário, médias ( $\bar{x}$ ), números de concordâncias (nC), de discordâncias (nD) e de marcações 3 (nT) obtidas nas indicações feitas por 52 estudantes, sobre Refração da Luz.**

$\bar{X}$	nC	nD	nT
1 – Vendo o videofilme tive a oportunidade de relacionar o fenômeno de refração com eventos do cotidiano.	4,12	44	5
2 – Ficou claro que quando a luz vinda do ar incide obliquamente numa superfície plana de acrílico, a parte transmitida muda de direção ao passar para o acrílico.	4,25	43	1
3 – A partir do experimento mostrado aprendi que o índice de refração de um material é constante, ou seja, independe do ângulo de incidência da luz.	3,78	38	8 6
4 – A partir do gráfico traçado com os dados obtidos no experimento mostrado, foi possível concluir que o índice de refração não depende do ângulo de incidência da luz.	3,58	30	10
5 – Observei que, quando a luz passa do ar para o acrílico, o ângulo de incidência é maior do que o ângulo de refração e, quando passa do acrílico para o ar, acontece o contrário, verificando-se a reversibilidade da trajetória do feixe de luz.	4,33	46	3
6 – Fiquei sabendo que o índice de refração $n'$ do ar em relação ao acrílico é igual ao inverso do índice de refração $n$ do acrílico em relação ao ar, isto é, $n' = 1/n$ .	3,38	29	18
7 – Verifiquei que, quando a luz passa do acrílico para o ar, a partir de um certo ângulo (ângulo limite) ocorre a reflexão interna total, ou seja, o feixe refratado desaparece e a luz é totalmente refletida.	4,16	44	5
8 - De um modo geral, o vídeo-filme ajudou-me a clarear o conceito e a lei da refração.	4,02	41	1
9 – Gostei da aula com o vídeo-filme.	4,27	42	2
Faça aqui (ou no verso) seus comentários relacionados com o vídeo-filme.			

As médias, obtidas dos valores atribuídos pelos estudantes em cada um dos itens de números 2 a 8 do questionário, apresentadas no quadro 1, indicam que eles apresentaram um forte grau de

concordância com as afirmações apresentadas. Isso revela que eles entendem que realmente ocorreu a aprendizagem dos assuntos de refração da luz apresentados no filme e discutidos pela professora e os alunos durante e após as projeções. Examinando o número de concordâncias (nC) e de discordâncias (nD) com as afirmações desses itens, independente do valor atribuído na escala, também fica claramente evidenciada uma opinião dos estudantes que se inclina fortemente no sentido de concordar que as atividades realizadas propiciaram a sua aprendizagem sobre a refração da luz.

Por outro lado, os dados sobre a afirmação do item 1, mostram que os estudantes entenderam que as atividades desenvolvidas a partir do vídeo ofereceram a oportunidade de relacionar o fenômeno de refração da luz com eventos semelhantes do cotidiano.

Dos dados sobre o item 9 é possível observar que a grande maioria dos estudantes gostaram da aulas com os videofilmes.

As menores médias e o menor número de concordâncias aparecem nos itens 4 e 6, revelando que as maiores dificuldades de aprendizagem apareceram quando eram envolvidos aspectos relacionados com gráficos e relações matemáticas.

Os comentários feitos no último item do questionário foram classificados em três categorias elaboradas a partir das próprias respostas dos estudantes e encontram-se no quadro 2, juntamente com alguns exemplos e o número de ocorrências em cada uma delas. Pode-se observar que esses comentários indicam que os estudantes gostaram do vídeo e da aula que acompanhou a sua projeção. Também acharam que o filme e as atividades foram interessantes e que ajudaram na aprendizagem e no relacionamento do assunto com fenômenos do cotidiano. Embora a maioria (30) tenha indicado a contribuição das atividades para a aprendizagem, houve um número considerável (15) de manifestações sobre aspectos relacionados com dificuldades de entender e compreender, complicações e dúvidas.

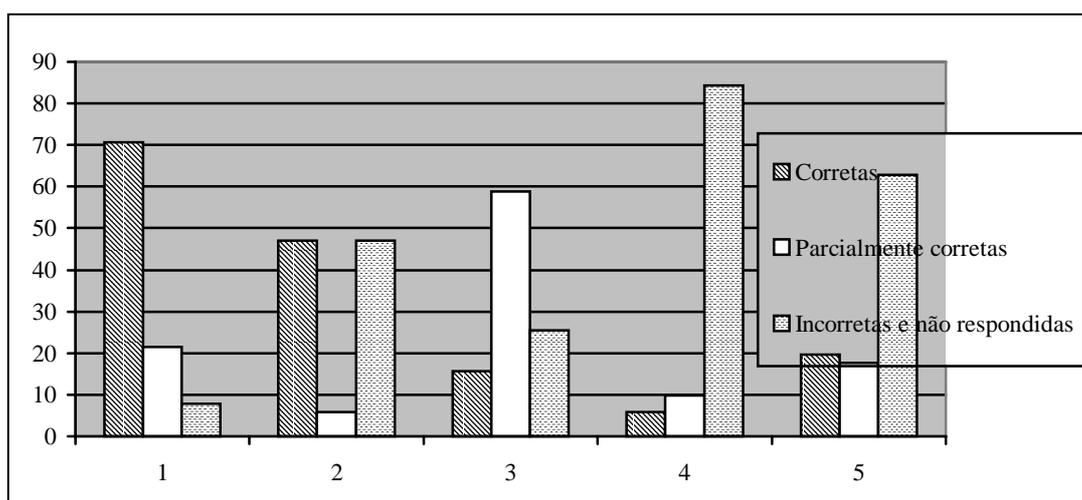
**QUADRO 2 – Frequência das categorias de comentários elencados por 52 estudantes sobre as atividades relacionadas com o vídeo “Refração da Luz”.**

<b>Categorias</b>	<b>Comentários</b>	<b>Frequências</b>
Atitudes afetivas	<i>1 – Gostei, o vídeo-filme foi muito bom... Bom, gostei muito! É muito interessante, acho que valoriza mais o conteúdo... o vídeo é bem mais interessante porque mostra as imagens e tudo mais. Achei o filme e a matéria sobre refração muito interessante... Na minha opinião o vídeo-filme, foi de grande importância, gostaria de dizer que foi muito bom trabalhar sobre refração... foi boa a experiência.</i>	25
	<i>2 – Aula com o vídeo é legal... adorei as aulas de vídeo, eu gostei de todas as aulas de vídeo... eu gostei de ter tido aulas assim com vídeo... a aula foi boa... foi interessante ter essa aula com vídeo-filme... Eu acho muito importante ter aulas diferentes como esta com vídeo-filme... espero que tenha outros vídeo-filmes... mais aulas de vídeos... Eu gostei do método usado (vídeo), aulas na sala de projeção.</i>	35
	<i>3 - Mais ou menos, não gostei muito das aulas com o vídeo-filme.</i>	4
	<i>1 – Vendo é bem mais fácil do que explicar e não ver o que é... Ajuda a clarear e a entender o conceito e relacionar o fenômeno com eventos do cotidiano... Aprendo bem mais, porque vejo o que acontece, numa aula normal lá na sala só ouvimos a professora e não se vê, se tornando cansativo... a matéria fica mais explicada, deveríamos ter mais aulas práticas, pois faz o aluno se interessar porque aula passada no quadro o aluno não se interessa... O filme foi bem entendido, estava tudo bem explicado, as explicações do narrador são bem claras.</i>	25
	<i>2 – Não só as aulas de vídeo me ajudaram, precisei da ajuda da professora para esclarecer mais o estudo da refração... as professoras me ajudaram muito, senão eu não teria entendido a matéria... Obrigado por ter paciência de explicar a matéria quantas vezes que a gente pediu... Consigo entender somente depois que você (professora) explica, tive poucas dúvidas e elas foram sendo esclarecidas... a explicação da “professora” clareou.</i>	15

Ensinso	<p>3 – Prefiro aulas na sala de aula com giz e quadro é melhor, é aula teórica passada no quadro, não confunde tanto, assim teria entendido mais a matéria, iria esclarecer melhor os conteúdos... Quando uma parte da matéria é explicada em sala de aula e é mais exercitada ela fica muito mais clara.</p> <p>4 – O vídeo me confundiu muito, no começo estava difícil de entender... Não ficou muito claro mas gostei, eu gostaria que vocês professores explicassem esta matéria mais claro e mais objetivo.</p>	5  5
Aprendizagem	<p>1 – Foi bastante compreensivo o vídeo filme, pude entender e aprender melhor, ele faz com que aprendamos mais... consegui entender a refração da luz... Foi um vídeo educativo, ajudou a saber um pouco mais sobre a física, saber sobre refração no nosso dia a dia, sobre o conceito, a lei da refração e o que é refração, enfim, deu para ter um bom conhecimento sobre refração... Foi de grande importância porque antes dessas aulas, nem me passava pela idéia o que era refração e tudo aquilo que o vídeo passou. Daqui em diante vamos entender coisas que antes não dava.</p> <p>2 - Não ficou muito claro a matéria, ficou meio confusa... não entendi muito bem algumas partes, às vezes é meio complicado de entender... não aprendi tudo porque não peguei desde o início... Entendi o porque das coisas, mas fiquei com pouco de dúvida nas medidas e nas contas, na hora de <math>n'</math> e <math>n</math> bagunçou um pouco a minha cabeça... complicou um pouco na hora daquelas contas de "sen" ... acho que tenho que saber um pouco mais sobre refração, a teoria faz falta e a prática com nós mesmos construindo... Acho que não aprendi o suficiente é muito complicado, vou estudar mais... Gostaria que fosse mais comentado dentro da sala de aula.</p>	30  15

## O teste

Para analisar as respostas dadas pelos 51 estudantes em cada uma das cinco questões do teste escrito, classificamos as respostas em corretas, parcialmente corretas e incorretas. Os números obtidos nos trazem uma indicação sobre a aprendizagem desse grupo de estudantes relacionada com a refração da luz, assunto apresentado e discutido nas atividades de ensino desenvolvidas a partir do vídeo. Esses dados podem ser vistos no gráfico da figura 1.



**Figura 1. Resultados obtidos das respostas dos 51 estudantes no teste escrito sobre refração da luz**

Analisando esse gráfico é possível verificar que aproximadamente 71% das respostas dadas à questão 1 foram corretas, o que demonstra que a maioria dos alunos entendeu como a luz se comporta vinda do ar ao incidir sobre um meio transparente e mais denso que o ar, ou seja, revelou conhecer essa parte do fenômeno de refração. As respostas parcialmente corretas foram apresentadas por alguns alunos que traçaram o raio refratado sem darem a idéia de que o mesmo se

aproxima da reta normal para essa situação. Um índice baixíssimo de alunos respondeu essa questão de forma considerada incorreta.

Na questão 2 há uma uniformidade na distribuição de respostas corretas e incorretas, aproximadamente 48% para ambos os casos. Esses dados mostram a pouca familiaridade que aproximadamente a metade dos estudantes tiveram para estabelecer uma conclusão a partir da análise e interpretação de um gráfico simples que representa uma grandeza (índice de refração) que permanece constante com a variação de outra (ângulo de incidência).

Para a questão 3 houve em torno de 60% de respostas parcialmente corretas porque os alunos conseguiram apresentar uma situação em que ocorre o fenômeno de refração no dia a dia, mas sem conseguirem explicá-lo corretamente.

Finalmente, é possível verificar um alto índice de respostas incorretas, aproximadamente 84 e 63%, respectivamente para a questão 4 e 5. Isso nos mostra que os alunos apresentaram dificuldades em concluir que na questão 4 bastava indicar ou calcular o inverso do índice de refração e na questão 5 a maioria não lembrou que há um ângulo limite de incidência da luz, a partir do qual há apenas reflexão da luz incidente, nenhuma passando do acrílico para o ar.

#### As entrevistas

A partir da análise das transcrições das entrevistas feitas com quinze estudantes obtivemos os dados apresentados nos quadros 3, 4 e 5, respectivamente sobre a primeira, segunda e terceira parte da entrevista. Foi possível fazer uma classificação das respostas e dos comentários dos estudantes em algumas categorias: apresentação de exemplos originais e não originais para a primeira parte da entrevista (quadro 3), e explicação correta, parcialmente correta ou incorreta para o fenômeno da refração da luz presente nas demonstrações práticas realizadas na segunda e terceira parte da entrevista (quadros 4 e 5).

#### **QUADRO 3 - Resultados das entrevistas realizadas com 15 alunos sobre a questão: Cite exemplos do seu cotidiano que possam ser explicados pelo fenômeno de refração da luz.**

<b>Categorias</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Frequências</b>
Apresentação de exemplos originais (não apareciam no filme).	<i>Quando eu vou mexer alguma coisa com uma colherinha assim dentro de um recipiente com água... que seja transparente ai quando a luz bate assim a colher parece que está meio próxima da superfície eu acho que é um fenômeno de refração, do que ela tá realmente assim. Por causa da luz que bate na água e reflete no objeto assim né... a luz que fica ... assim dá a impressão de que está mais próxima, sei lá ... A luz ela sofre um desvio.</i>  <i>Assim quando tá enchendo a pia com água e vai botar os talheres para lavar... a louça, fica a metade fora... Ah! Sei lá... parece que estão quebrados... é por causa da refração, a refração da luz. Ela passa pra um outro meio... fazendo... Ela se refrata, se distancia... sei lá como é que eu vou dizer...</i>	4
Apresentação de exemplos não originais (exemplos tirados do filme).	<i>A gente pode ver uma pessoa dentro de uma piscina. Assim... quem olha de fora vê ela lá dentro... a pessoa tá menor e parece que tá toda deformada assim. Não sei... eu acho que é porque a luz bate e ai depois não sei parece que fica diferente... não sei explicar. Tá, eu tô aqui... só que a imagem vai mais pra lá... e assim. Porque a luz que tá batendo na água... e aconteceu alguma coisa com essa luz dentro da água... parecia que ela estava mais próxima... Porque a luz passou do ar pra água.</i>  <i>Se eu pegar assim, uma caneta, um lápis ou uma régua e colocar na água, por exemplo assim, numa pia ou num copo vai parecer que tá deformado né, mas não tá, deve ficar mais ... É quando a luz passa de um meio para o outro né, meios transparentes... dá a impressão que parte tá deformada, mas o todo é igual... na verdade tá havendo a refração... A luz bate no objeto e reflete nos olhos né, ai eu enxergo meio deformada... Por causa da refração da luz...</i>	2  5

Não citou exemplos, ou o citado não é referente ao assunto.	<i>Um copo de água. Porque a água é transparente. Refração... Aquele ... eu não sei se a lataria do carro?</i> <i>Não, nada. Não tô me lembrando... O Sol batendo no vidro. Projeta a sombra na janela ...</i> <i>Não ele ... no caso assim oh! Tem a sombra que tá mais pra cá ...</i>	4
---	---	---

Considerando as frequências do quadro 3, pode-se verificar que nem todos os estudantes conseguiram fazer uma relação do fenômeno de refração apresentado no filme com situações novas desse fenômeno que puderam vivenciar e/ou observar no seu dia a dia. É possível que a compreensão desse assunto não tenha sido suficiente para apresentar situações novas. Outra possibilidade pode ter sido o fato de que o assunto foi considerado bastante complexo, conforme frequentes manifestações dos estudantes e com isso tenham se limitado a repetir os exemplos retirados do próprio filme.

**QUADRO 4 - Resultados das entrevistas realizadas com 15 alunos sobre a questão prática: O que vai acontecer caso se incida a luz proveniente desta lanterna sobre a superfície de água contida nesse recipiente? Depois, dependendo da resposta, ainda foi-lhes perguntado qual seria a trajetória dessa luz.**

Categories	Comentários	Frequências
Explicação correta	<i>Eu acho que ela não vai passar toda, vai haver reflexão e refração. Vai passar uma parte só. Ela vai se refratar. Ela vai passar um pouco só aqui pra baixo. É, bem na ponta aqui... um pouco distante... vindo um pouco mais para a esquerda... menor o ângulo... mais perto, mais próximo à normal... Ela vai se refratar, quando os meios são transparentes, vai passar de um meio pro outro assim ela vai vir de lá e vai se refratar pro lado de cá... o ângulo vai ser menor aqui... vai passar... essa passagem é a refração da luz, no caso... meio inclinada, pra cá. Vai sofrer um desvio... acho que uns 15° se aproximando da reta normal.</i>	7
	<i>Eu acho que vai transferir... Acho que ele vai entrar, aí ele vai passar de um meio para o outro... vai dá pra gente enxergar ela aqui embaixo, a gente vai poder enxergar porque ela passa... Quando ele incidir vindo do ar ele fica mais pro lado da reta normal... vai se aproximar da reta normal.</i>	4
Explicação parcialmente correta	<i>Eu acho que vai ficar maior, a imagem, da água que tá por baixo, a luz vai refletir embaixo, ela vai se refratar; não vai voltar pra cima... Ela foi pra baixo, passou de um meio para o outro. Do ar pra dentro da água... Vai ser menor.</i> <i>A luz vai refletir? Vai refletir pra gente, vai ter uma imagem... aí a luz vem pra nós. Acho que vai, desce, atravessa o meio. Passa pro outro meio, daqui pra cá... tá mais próximo da reta normal.</i>	4

Ao analisarmos as falas e a sua frequência no quadro 4, fica evidente que a maioria dos alunos soube mostrar que parte da luz que incide em uma superfície de água é transmitida para esse meio e descrever ou indicar a trajetória do feixe de luz ao se propagar de um meio transparente para outro, o que revela algum conhecimento do fenômeno de refração.

**QUADRO 5 - Resultados das entrevistas realizadas com 15 alunos sobre a questão prática: Observe essa moeda dentro do prato. Você deverá afastar-se até o ponto onde não a enxergue mais e aí ficar parado. Vamos colocar água no prato e você irá dizer o que observa. Dada a resposta, foi ainda perguntado por que isso ocorre.**

Categories	Comentários	Frequências
Explicação correta	<p><i>Tô vendo ela...acho que acontece assim. Antes a luz tava refletindo a meus olhos a moeda sozinha... quando tu colocou a água eu consegui enxergar a moeda, a luz incidiu na moeda mas fez que eu conseguisse enxergar de onde eu tava, acho que houve um desvio... houve uma refração pra mim e eu pude ver.</i></p> <p><i>Enxergo a moeda. Porque ela tá no fundo, e parece que de longe ela tá numa altura maior... por causa da refração da luz... por causa que os raios tão espalhados... alguns raios se desviaram pra minha direção.</i></p>	5
Explicação parcialmente correta	<p><i>Tô enxergando. Porque ela refletiu ... ela foi refletida pro ar e aí a gente ... eu acho que ela foi refletida ... não é refletida ... é, não sei, a imagem dela foi... Tá, no momento que tu colocou a água eu comecei a enxergar porque ela passou do... a luz, que passou a ser refletida ou... sai pra fora do líquido para o ar. Se ela se afastar... ela se afasta do... vai se afastando, sofre desvios, pra todos os lados.</i></p> <p><i>Eu tô enxergando a moeda, uma parte dela... Não sei parece até que ela está mais pra cima assim. É de longe... porque antes eu não tava enxergando. Eu não sei se é porque a luz assim incide na água... aí sei lá fica comprido. Deve ir pra outro lugar... sei lá... é ela deve passar pra outro meio... houve um desvio.</i></p>	8
Explicação incorreta	<p><i>Eu já tô enxergando a moeda, parcialmente. Porque a luz bate na água ... eu tô enrolando porque eu não sei direito... eu acho que a luz bate na água e reflete o objeto que tá ali dentro no caso... não o objeto reflete a luz na água... não sei explicar... eu não sei, verdade! É, não adianta.</i></p>	2

Analisando-se as informações do quadro 5, é possível verificar que a maioria dos estudantes teve dificuldades em explicar como a luz, ao passar de um meio transparente para outro, pode mudar a direção de propagação e que essa aproximação ou afastamento da reta normal à superfície no ponto de incidência dessa luz depende do meio onde ocorre a origem da luz. O evento mostrado certamente mostrou ser uma situação experimental não muito simples ou fácil de ser explicada, pelo menos na primeira oportunidade. Mesmo assim, comentários à parte mostraram que em geral os estudantes gostaram muito dessa demonstração (*adorei esse experimento*) e ficaram admirados pelo reaparecimento da moeda após a colocação da água no recipiente em que ela se encontrava (*gostei muito de ter visto a moeda novamente, como é que isso pode acontecer?*).

## Conclusões e comentários

Realizamos este trabalho com o objetivo de analisar a contribuição das atividades de ensino envolvendo um vídeo sobre a refração da luz para a aprendizagem desse tema de Física entre estudantes de nível médio. A análise foi feita a partir das informações e dos dados obtidos das respostas dadas pelos estudantes em um questionário, um teste escrito e entrevistas.

Em relação à aprendizagem, a análise dos dados obtidos com o questionário mostra que de um modo geral os estudantes são de opinião que houve aprendizagem. Mas, para uma grande parte desses estudantes essa opinião não se confirmou a partir da análise das suas respostas dadas em um teste escrito e na descrição e explicação do fenômeno de refração em situações experimentais que orientaram as entrevistas.

Quanto à receptividade, as informações dos estudantes revelaram que gostaram muito do vídeo e das atividades de ensino que foram desenvolvidas a partir dele. Também mereceram destaque os comentários dos estudantes em favor do uso do vídeo como alternativa de ensino.

O método de ensino utilizado, que consistiu em desenvolver as atividades de ensino a partir da projeção do vídeo, com a constante interação entre a professora e os estudantes, conforme proposto por Gowin (1981), mostrou-se adequado para este caso. Isso nos leva a considerar a necessidade da participação ativa do professor e dos estudantes na discussão dos fenômenos, da

prática experimental e da análise dos dados apresentados no vídeo como uma recomendação para aqueles que pretendem utilizar o vídeo como recurso de ensino.

A prática docente nos mostrou que o professor deve estar preparado para utilizar o vídeo didático como recurso de ensino assim como para qualquer outro, caso contrário a sua projeção poderá ocorrer sem a interação ou participação ativa dos estudantes, servindo apenas para preencher o intervalo de tempo de uma aula de um professor desorientado e mal preparado. Se os equipamentos, as técnicas e os diferentes métodos de ensino existem, cabe aos professores aprender a usá-los e a escolher os mais adequados para bem desenvolver as atividades de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, o uso do vídeo como recurso de ensino, não deve descartar os demais métodos de ensino (aulas expositivas ou demonstrativas, leitura e discussão de textos, experimentos de laboratório), mas pode colaborar com algumas alterações no sentido de acompanhar o desenvolvimento tecnológico, melhorar o processo educacional e a esperada aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido Ferrés (1996) defende a idéia de que *o vídeo não substitui o professor, porém impõe mudanças em sua função pedagógica e uma adequada utilização didática do vídeo exige dos professores uma formação específica.*

## Referências

- BUCHWEITZ, B. O uso de diferentes recursos de ensino na aprendizagem de Física. *Cadernos de Educação*, 9: 99-114, 1997.
- BUCHWEITZ, B. e VERGARA, D. A. O Uso de um Vídeo em atividades de Ensino de Física. *Cadernos de Educação*, ano 7, nº 12: 5-19, 1999.
- BUCHWEITZ, B., VERGARA, D. A., TAVARES, A. P., ALVES, V. M. e DOBKE, R. P. D. Vídeos didáticos e experimentos de laboratório no ensino de física. *Livro de Resumos: VII Conferência Interamericana sobre Educação em Física*. Porto Alegre (Canela), Brasil, 2000.
- FERRÉS, Joan. *Vídeo e Educação*. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GOWIN, Bob D. *Educating*. Ithaca - NY: Cornell University Press, 1981.
- PILETTI, Claudino. *Didática Geral*. 18ª ed., São Paulo, Cortez, 1995.
- ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.17, nº 1: 33-49, 2000.
- SELLTIZ, Claire; JAHODA, Marie; DEUTSCH, Morton e COOK, Stuart W. *Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais*. São Paulo: E.P.U., 1974.
- VERGARA, Dalva Aldrighi, e BUCHWEITZ, Bernardo. Atividades de ensino envolvendo um vídeo sobre propagação do calor. No prelo, 20
- VEIGA, Ilma Passos Alencastro. *Técnicas de Ensino: Por que não?*. Campinas, SP, Papirus, 1995.