

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM UM CURSO DE FÍSICA EaD

Georgina Amélia de Oliveira Dias¹, Eric Manoel Campos Dias²,

Helena Libardi³, Helder Couto⁴

¹ UFLA/DCC/georginamelia@gmail.com

² UFLA/DEX/eric.mcdias@gmail.com

³ UFLA/DEX/hlibardi@dex.ufla.br

⁴ UFJF/ICE/helder.couto@ice.ufjf.br

Resumo – Disciplinas com caráter experimental nos cursos a distância representam um grande desafio. Os cursos de Licenciatura em Física da Educação a Distância devem contar com disciplinas de laboratório em seus currículos, a exemplo dos cursos presenciais. A metodologia utilizada nestas disciplinas pode variar, de acordo com o projeto pedagógico de cada curso. Neste trabalho apresentamos a estratégia metodológica utilizada na disciplina Introdução às Ciências Físicas I que conta com a estrutura de laboratório presencial nos polos e o apoio dos tutores presencial e a distância. As atividades desenvolvidas tratam do tema “Propagação da Luz em Meios Homogêneos”. Com a estratégia proposta, que utiliza vídeos apresentando o aparato e a montagem experimental, é possível otimizar o desenvolvimento das atividades experimentais. As questões que surgem ao assistir os vídeos são postadas na plataforma e norteiam o desenvolvimento da atividade.

Palavras-chave: EaD, Laboratório de Física, Laboratório de óptica.

Abstract – Disciplines with an experimental basis in distance courses represent a major challenge. Training courses for teachers of distance physics must have laboratory disciplines in their curricula, like the presence courses. The methodology used in these disciplines may vary according to the pedagogical project of each course. In this work we present a methodological approach in the discipline Introduction to Physical Sciences I, which has a structure of presential lab at the poles and also the support of presential and distance tutors. The activities deal with the theme "Light Propagation in Homogeneous Media". With the proposed strategy, which uses videos presenting the apparatus and the experimental setup, it is possible to optimize the development of experimental activities. The issues that arise when watching the videos are posted on the platform and guide the development of the activity.

Keywords: Distance Education, Laboratory of Physics, Laboratory of Optical.

INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) evoluiu nas últimas décadas para um modelo educacional sem limitações espaciais ou temporais, utilizando a tecnologia como ferramenta, e com novas formas de interatividade que reformularam a educação e o modo como os alunos aprendem à distância. Dentro do desenvolvimento tecnológico, Mundim [2006] define que estamos no ensino a distância de quarta geração, com uma nova roupagem e baseado nas novas tecnologias (Internet, computador, DVD).

Diversas são as vantagens conhecidas para EaD, como a flexibilidade no acesso a aprendizagem, pois o aluno pode adaptar seu estudo ao seu ritmo de aprendizagem, e a economia de tempo, pois o aluno não precisa se deslocar a um determinado local para desenvolver suas atividades acadêmicas, reservando alguns encontros para atividades presenciais nos polos. Dentre as atividades presenciais podemos ter, além das avaliações obrigatórias, atividades de laboratório.

Nos cursos a distância da Universidade Aberta do Brasil (UAB) são montadas parcerias com as secretarias dos estados e/ou dos municípios que participam dos programas e as Universidades parceiras. Nos polos de apoio dos municípios os alunos entram em contato com os tutores e com professores das Universidades e têm acesso a biblioteca e laboratórios de informática e laboratórios didáticos.

Nos cursos de Licenciatura em Física, a experimentação é considerada essencial na formação dos novos professores, existindo a necessidade de desenvolver atividades de laboratório. Na EaD é possível flexibilizar o formato deste laboratório, como veremos a seguir.

Um dos maiores desafios da educação moderna a distância tem sido delinear estratégias que garantam a harmonia entre a teoria e a prática. Essa trajetória vem se configurando em uma grande barreira, pois como é possível definir padrões educacionais para vivências tão diferentes entre os discentes? O quanto de prática deve ser utilizado para cada nível de aprendizado? E ainda, como adequar atividades práticas a diferentes condições de ensino? Estas são perguntas que exigem de respostas objetivas, pois o processo educacional é formado por etapas e, portanto se faz necessário planejar as atividades que deverão ser utilizadas em cada período do aprendizado.

A realização de novas metodologias para auxiliar na EaD, tem sido um dos grandes desafios de educadores e profissionais envolvidos com o aperfeiçoamento pedagógico. Neste sentido, o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que possam ser aplicadas de forma concreta para as diferentes realidades de ensino existentes, deixa de ser um projeto e passa a ser uma necessidade educacional.

Ao longo do processo de aprendizagem da disciplina “Introdução às Ciências Físicas I”, a utilização de atividades e procedimentos adequados, como a utilização de atividades práticas que permitam aos estudantes uma maior vivência do seu cotidiano e das situações que lhes são concretas, propicia um ganho significativo no

processo do ensino-aprendizagem.

LABORATÓRIOS NO ENSINO DE FÍSICA

O Ensino de Física está apoiado em práticas experimentais, sendo as atividades de laboratório componentes indispensáveis ao seu ensino-aprendizagem. Elas são importantes também para motivar o aluno a estudar física, ilustrar conceitos físicos e apresentar as técnicas experimentais. O trabalho de laboratório envolve e entusiasma os alunos, devendo estar presente ao longo de todo o processo nos cursos de Licenciatura em Física.

Com a EaD de quarta geração, existem algumas propostas para o ensino de laboratório passando pelas ferramentas tecnológicas. Uma estratégia é o uso de laboratórios virtuais [FORTE, 2008], como vemos a seguir.

Um exemplo de laboratório virtual são os laboratórios multimídia, que podem apresentar sons, textos, animações, vídeos e imagens, com o objetivo de tornar a apresentação do conteúdo abordado mais ampla e com fácil compreensão. Estes laboratórios podem ser disponibilizados como parte do material didático ou pela Internet, para acesso online. Tem como desvantagem não dar ao aluno a experiência com os instrumentos.

Outra categoria de laboratório virtual envolve a técnica de realidade virtual. Neste, o usuário é transferido para o ambiente programado, através de recursos como óculos de visualização e trabalha com o conceito de simulação do ambiente laboratorial. São bastante complexos e demandam alto investimento.

Temos também o laboratório em realidade aumentada, que são mais acessíveis que os de realidade virtual. Caracterizam-se por adicionar elementos virtuais ao mundo real. O usuário geralmente observa eventos na tela do computador, sem a necessidade de dispositivos especiais de visualização, e interage com os objetos virtuais com o auxílio de marcadores tangíveis, sem a necessidade de dispositivos especiais para isso.

Monteiro e colaboradores [2013] utilizam experimentos que podem ser controlados remotamente via internet. Utilizando um microcontrolador é possível controlar e monitorar todos os parâmetros envolvidos na atividade experimental proposta. As imagens do experimento são captadas por câmeras de vídeo em tempo real e transmitidas pela internet. Exige uma estrutura mais sofisticada.

Na EaD existem muitas vantagens na prática do trabalho experimental feita nos polos em laboratórios presenciais. Para que o aluno realmente adquira as competências relativas ao trabalho experimental, é necessário que ele coloque realmente a mão na massa. Em um laboratório presencial os alunos interagem com equipamentos reais.

Como toda atividade presencial, a atividade experimental necessita de um planejamento prévio, principalmente quando se planeja um trabalho em conjunto,

colaborativo entre os alunos. Para vários alunos o deslocamento aos polos pode ser um problema. Existe a necessidade de otimizar as atividades presenciais.

A proposta de nosso trabalho é a utilização de laboratórios presenciais para o ensino de física. Entretanto, como estratégia de otimização são utilizados vídeos para introduzir as atividades.

INTRODUÇÃO À ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Dentro do universo de EaD, a utilização de atividades práticas se torna fundamental, pois permite que os alunos vivenciem a teoria com um olhar científico. Estas atividades permitem um aprimoramento do conhecimento científico de forma real, pois o educando tem a oportunidade de confrontar os conhecimentos adquiridos na teoria com a realidade.

Quando consideramos o ensino de Física, a utilização de atividades práticas se torna imprescindível, pois é a partir deste tipo de experiência que o futuro profissional desta área construirá grande parte de seu conhecimento técnico científico, cabendo aos professores e tutores investir no planejamento de atividades que priorizem o caráter prático, a criatividade e agilidade em sua estrutura e execução.

Neste sentido, a elaboração e a execução de atividades práticas na modalidade de ensino a distância deve representar uma estratégia fundamental, desde que sejam feitas adequações para respeitar as diferentes realidades dos estudantes.

Considerando todas estas dimensões, foi desenvolvida uma atividade de natureza teórico-prática junto a alunos do curso de Licenciatura em Física (EaD), da Universidade Federal de Juiz de Fora, na disciplina *Introdução às Ciências Físicas I*, a fim de garantir uma sólida formação dos alunos nos conteúdos relacionados à análise da luz e sua interação com a matéria.

A experiência aqui relatada teve como objetivo a construção de uma prática pedagógica a partir da execução de aulas experimentais sobre o estudo da natureza da luz e sua propagação em meios homogêneos.

Na disciplina *Introdução às Ciências Físicas I* os alunos têm acesso a vídeos que introduzem as atividades experimentais. Estes vídeos mostram o aparato experimental que será utilizado na atividade presencial, detalhando sua montagem e indicando a tomada de dados. Na etapa de apresentação, a estrutura do curso é apresentada aos alunos de forma virtual, onde se aborda a motivação para a realização do curso e seu funcionamento. Na etapa seguinte, de estudo e discussão dos tópicos do curso, são trabalhados os conteúdos da disciplina em si. Os conteúdos são organizados em tópicos, sendo um tópico abordado a cada semana, aproximadamente. Os estudantes devem ler os conteúdos selecionados sobre o tópico da semana e realizar pesquisas de aprofundamento.

De acordo com a metodologia deste curso, para cada um dos tópicos semanais, é solicitado aos alunos que elaborem em grupo algumas questões a serem debatidas, mostrando sua visão sobre o assunto. A discussão com as questões são postadas, dando início à discussão que acontece durante alguns dias. Para encerrar a discussão sobre o tópico estudado naquela semana, é realizado um debate com duração de cerca de uma hora.

Dessa forma, para cada um dos tópicos, são realizadas três atividades: leituras, experimentos e debates. O tutor presencial tem o papel de moderador do debate, que tem a função de coordenar a atividade online semanal, servindo para fazer um fechamento do tema da semana discutido na plataforma Moodle.

Após a etapa de estudo e discussão, os alunos desenvolvem um novo conteúdo para o curso durante a etapa de produção de conteúdo interativo multimídia. Através do *link* tarefas, os alunos submetem uma versão do conteúdo em produção, seguida por um período de avaliação colaborativa, onde os conteúdos apresentados são avaliados, analisados e discutidos por todos os estudantes através do fórum de discussões.

Em seguida, o grupo tem um novo prazo para submeter a versão final do conteúdo, revisada a partir das contribuições sugeridas pelos outros integrantes da turma.

Diante das deficiências existentes para cursos de EaD e do baixo número de aulas práticas em laboratório, também foram desenvolvidas aulas que disponibilizam ao aluno simulações computadorizadas, geralmente implementadas com o auxílio de linguagem *Java*, que demonstram alguns fenômenos físicos. Aqui também é patente a colocação do aluno na situação passiva de mero observador. No caso do curso oferecido pela Universidade citada neste artigo, utilizam-se, como apoio, gravações das experiências realizadas nos laboratórios da instituição, deixando a cargo dos alunos lapidar os ajustes necessários quando eles realizarão os experimentos.

Como até agora não se dispõem de técnicas de realidade virtual avançadas o suficiente para proporcionar o mesmo vivenciamento de uma experiência real, faz-se necessário realizar aulas práticas nos polos de apoio presencial.

EXPERIMENTOS

Como exemplo da prática desenvolvida, foi utilizado o modelo de aula no qual foi analisada a construção do modelo geométrico da luz, partindo da apresentação de alguns questionamentos sobre a natureza da luz como, por exemplo: O que é luz? Como é o processo que nos permite enxergar? Qual a relação entre a luz e a cor? Através desses questionamentos os alunos iniciam o processo de construção do método científico fazendo observações desses fenômenos com os observados na vida diária de cada um. Para todas as atividades foram disponibilizados os vídeos introdutórios e procedeu-se como explicado anteriormente. A seguir são descritos os experimentos analisados.

Quando se iniciam os experimentos sobre os fenômenos luminosos, o primeiro assunto trabalhado é a óptica geométrica, que é baseada em proposições basilares, denominadas *Princípios Fundamentais da Óptica Geométrica*. Portanto, o intuito do experimento foi determinar o comportamento e a trajetória da propagação luminosa.

Através do experimento da *Reflexão da Luz sobre uma Superfície que Separa Dois Meios Homogêneos*, o aluno deve perceber a reflexão da luz ao incidir em uma superfície que separa materiais diferentes. Para este experimento foi utilizado uma fonte de laser, um recipiente contendo água e um anteparo translúcido.

Como procedimento para o experimento, os alunos são orientados a montar toda a estrutura baseados em imagens contidas no material de apoio e em vídeos produzidos pelos professores da Universidade, onde ficam evidenciados apenas como deve ser o aspecto final do experimento, deixando os ajustes sob responsabilidade dos alunos, conforme demonstrado na figura 1. Em seguida incide-se o laser sobre o recipiente de vidro com água (adiciona-se um contraste para auxiliar a visão da trajetória dos raios). À sua frente, posiciona-se o anteparo sustentado por uma base. Observa-se o caminho dos raios refletidos e refratados e verificam-se os caminhos da luz ao incidir na interface que separa os dois meios com índices de refração diferentes (ar e água).

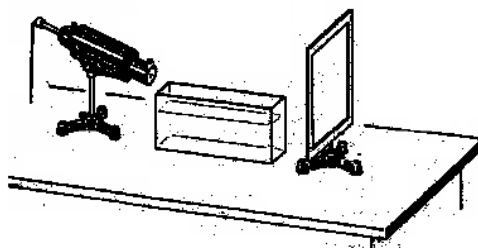


Figura 1: Estrutura para verificação da trajetória de um raio luminoso

A seguir trabalha-se com a *Determinação do Ângulo de Incidência e do Ângulo de Reflexão*. O objetivo do experimento é verificar a relação entre os ângulos de incidência e reflexão. Utiliza-se para este experimento uma fonte de luz (caneta laser), uma folha de papel milimetrado e um semicírculo de acrílico.

A estrutura experimental é mostrada na figura 2. O tutor deve estar atento ao alinhamento de todo sistema óptico antes de qualquer medição ou verificação. Para isto, a luz do laser deve passar exatamente pelo centro do semicírculo. Com o auxílio de uma tabela, os dados obtidos são registrados para posteriores comparações.

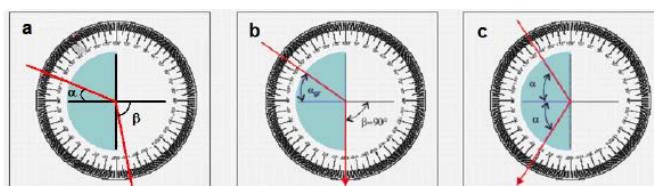


Figura 2: Comparação geométrica dos raios incidentes, refletidos e refratados.

Ângulo de Incidência (grau)	Ângulo de reflexão (sentido direto) (grau)	Erro	Ângulo de reflexão (sentido reverso) (grau)	Erro
10				
25				
40				
65				

Tabela 1: Valores dos ângulos de incidência e reflexão

O próximo experimento é a *2ª Lei da Reflexão*. O objetivo deste é fazer com que a luz de um laser incida sobre um espelho, atingindo o anteparo, e analisar a relação entre o raio refletido, a reta normal à superfície refletora e o raio incidente. Após, variando a direção de incidência e deslocando a posição do espelho, observar a mesma relação raio refletido/normal/raio incidente para diversos ângulos.

No experimento *Reflexão Especular e Difusa* mostra-se que um espelho reflete a luz que chega até ele e que também uma mesa reflete a luz que chega até ela. Porém, nota-se claramente que existe uma diferença entre estas duas reflexões. A primeira permite que se veja nitidamente uma imagem, que está se formando no espelho, enquanto na outra somente enxergamos a luminosidade. O objetivo do experimento é concluir que existem dois tipos de reflexão, a reflexão especular e a reflexão difusa. Para isto utiliza-se um laser e um bloco de acrílico com uma face lisa e outra rugosa.

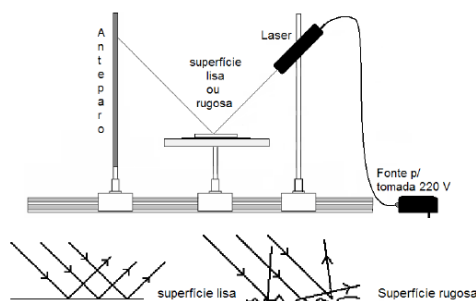


Figura 3: Verificação da reflexão da luz em superfície lisa e rugosa

Com as práticas realizadas até aqui, o aluno é capaz de, nos experimentos a seguir, observar os princípios que envolvem os fenômenos da refração e da reflexão. Estes eventos são característicos do que acontecem quando a luz atravessa uma superfície que separa dois meios homogêneos diferentes. Também serão discutidos os conceitos relacionados ao ângulo limite ou ângulo crítico onde ocorre reflexão interna total.

Com o experimento *Estudo das Leis de Refração da Luz* o objetivo é verificar a lei de refração da luz quando ela incide inicialmente a partir de um meio menos denso como o ar para um meio mais denso como a água e posteriormente, quando ela incide a partir de um meio mais denso para um meio menos denso.

Para a execução do experimento *Refração da Luz Utilizando um Semicírculo de Acrílico*, o tutor deve atentar para o correto alinhamento do sistema, de modo a coincidir o raio luminoso com o centro do semicírculo de acrílico e que os raios refratados sejam perpendiculares à superfície de emergência. Desse experimento, os alunos podem concluir que:

- a) os raios luminosos que incidem normalmente sobre a interface entre dois meios diferentes não são desviados e que
- b) ao passar de um meio para outro diferente, os raios de luz que incidem obliquamente sofrem desvio.

$\alpha (^{\circ})$ (ângulo de incidência)	Erro de α	$\beta (^{\circ})$ (ângulo de refração)	Erro de β	$Sen (\alpha)$	Erro de $Sen (\alpha)$	$Sen (\beta)$	Erro de $Sen (\beta)$	$\frac{sen(\alpha)}{sen(\beta)}$	Erro de $\frac{sen(\alpha)}{sen(\beta)}$
0									
20									
25									
30									
35									
40									
45									
60									

Tabela 2: Relação entre o seno do ângulo de incidência (α) e o seno do ângulo de refração (β)

A partir da tabela acima é possível construir um gráfico $\alpha \times \beta$ revelando que não existe relacionamento linear entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração. Os alunos concluíram que, por exemplo, dobrando o ângulo de incidência de 30° para 60° , não resulta no dobro do ângulo de refração. Entretanto, se o seno do

ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração fossem traçados, o gráfico seria uma linha reta, indicando um relacionamento linear entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração. É de se esperar que a relação obtida com a tabela apresentada anteriormente entre o seno do ângulo de incidência α e o seno do ângulo de refração β seja uma constante que se denomina índice de refração (*Lei de Snell-Descartes*). No entanto, foram realizadas algumas medições que necessariamente devem ser avaliadas estatisticamente. Aqui devem ser aplicados os conceitos de tratamento estatístico de dados experimentais vistos nas aulas teóricas. Existem duas opções, a construção de uma reta cujo coeficiente linear deve ser a constante procurada, ou tratar diretamente com a razão $\text{sen}(\alpha)/\text{sen}(\beta)$. É sugerido aos alunos fazerem as duas alternativas e compará-las.

Ao final dos experimentos devem ser discutidos e analisados os resultados obtidos com a observação da reta e o resultado obtido com a análise de acordo com o postulado de Gauss.

Por fim, a *Reflexão Interna Total e Ângulo Limite*. Utilizando o semicírculo de acrílico sobre um suporte circular graduado (transferidor), de forma que a superfície plana do semicírculo coincida com o diâmetro do suporte. Projeta-se o laser perpendicularmente à face circular do semicírculo e para duas medidas do ângulo de incidência, os alunos anotam os respectivos ângulos refratados, preenchendo a tabela abaixo:

$\alpha (^{\circ})$ (ângulo de incidência)	Erro de α	$\beta (^{\circ})$ (ângulo de refração)	Erro de β	$\text{Sen}(\alpha)$	Erro de $\text{Sen}(\alpha)$	$\text{Sen}(\beta)$	Erro de $\text{Sen}(\beta)$
0							
20							
30							
40							
60							
70							
80							
85							
$\alpha_c =$		$\alpha_c =$					

Tabela 3: ângulos de incidência e refração e análise do ângulo limite de refração do acrílico

ANÁLISE E CONCLUSÃO

Foi aplicado um questionário qualitativo de caráter investigativo a vários alunos do Curso de Licenciatura em Física na Modalidade a Distância, para avaliar a interferência das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem.

O questionamento foi com os alunos que já fizeram a disciplina de Prática Experimental e foram aprovados na mesma. A seguir apresentamos as questões e sua análise.

Para as três primeiras perguntas do questionário obtivemos de todos os alunos a mesma resposta.

Quando perguntados sobre se “*Os vídeos disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem auxiliaram você na realização dos experimentos?*”, responderam que auxiliam significativa a realização dos experimentos realizados no Polo de Apoio Presencial posteriormente.

Sobre se “*O roteiro a ser seguido para elaboração dos experimentos é bem estruturado?*”, afirmaram que o roteiro disponibilizado via ambiente virtual para a realização das práticas é bem estruturado.

E se “*O roteiro disponibilizado é necessário para que você realize as práticas experimentais?*”, todos responderam que o roteiro é necessário para a realização das práticas.

Na questão sobre o vídeo houve uma divisão na opinião dos alunos. Ao responderem se “*O vídeo disponibilizado é necessário para que você realize as práticas experimentais?*”, 50% afirmam que o vídeo disponibilizado é necessário para que os mesmos realizem as práticas no laboratório e 50% acham que não é necessário assistir ao vídeo antes de realizar as práticas no laboratório.

Sobre as práticas experimentais, a maioria dos alunos mostrou não ver necessidade delas para o sucesso na disciplina. Ao responderem a questão “*Sem a realização das práticas experimentais no laboratório é possível obter sucesso na prova (ser aprovado)?*”, 83,30% dos alunos acham que a prática não é fundamental para obter sucesso na prova e os demais 16,67% discordam dessa assertiva, alegando que é necessária a realização das práticas para uma aprovação.

Nas duas últimas perguntas tivemos novamente unanimidade nas respostas.

Sobre se “*Somente assistindo aos vídeos, através do ambiente virtual de aprendizagem, é possível obter êxito na disciplina e adquirir o mesmo conhecimento realizando as práticas?*”, todos concordam que somente assistindo aos vídeos não é seguro obter êxito na disciplina, que precisam de algo mais além dos vídeos disponibilizados, sendo assim necessária a realização de práticas no laboratório e outras atividades para uma construção significativa do aprendizado.

E sobre se “*As práticas de laboratório contribuem para uma melhor compreensão dos modelos físicos adotados?*” 100% dos alunos responderam que Sim, que as práticas de laboratório são fundamentais para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos.

Dessa forma pode-se inferir que por mais precisos sejam os materiais de apoio audiovisual, nada substitui o movimento corporal, a manipulação de objetos reais para a construção dos principais fundamentos físicos. Embora todos os alunos acreditem que o sucesso na disciplina não depende da experimentação, eles entendem que estas práticas contribuem na compreensão dos modelos físicos. Defendemos o uso do material de apoio de forma equilibrada, nunca de maneira

exclusiva. É preciso que haja estímulos para as mentes dos alunos e não os sobrecarregar de informações e situações planejadas, desenvolvendo dessa forma, seus pensamentos críticos.

Referências

- FORTE, C.; SANTIN, R.; OLIVEIRA, F. C.; KIRNER, C. Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação à distância. In. 5º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 5. 2008. Bauru. Anais... Bauru: Editora UNESP, 2008. v. 1, p. 20-28. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>. Acesso em: 21/04/2014.
- MONTEIRO, I. C. C.; GERMANO, J. S. E.; SIEVERS JUNIOR, F. Protótipo de uma atividade experimental o estudo da cinemática realizada remotamente. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 1, p. 191-208, abr. 2013.
- MUNDIM, K. C. Ensino a distância no Brasil: problemas e desafios. In: Desafios da educação a distância na formação de professores. Brasília: Secretaria de Educação a Distância, 2006. 237 p.