

PROTÓTIPO DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL O ESTUDO DA CINEMÁTICA REALIZADA REMOTAMENTE⁺*

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro
Isabel Cristina de Castro Monteiro
Departamento de Física e Química – UNESP
Guaratinguetá – SP
José Silvério Edmundo Germano
Departamento de Física – ITA
São José dos Campos – SP
Fretz Sievers Junior
Faculdade de Tecnologia Mogi
Mogi das Cruzes – SP

Resumo

Este artigo apresenta uma avaliação de um protótipo relativo a um experimento de cinemática que pode ser controlado remotamente via internet. Para tanto, utilizamos microcontroladores da família PIC, visando controlar a velocidade de carrinhos de brinquedo. O intuito foi investigar a possibilidade de se construir um laboratório de Ensino de Física totalmente controlado remotamente com vistas a apoiar cursos de formação inicial e continuada de professores ministrados a distância. A avaliação do protótipo foi realizada por 15 alunos de um curso presencial de Graduação em Física, no âmbito da disciplina de Instrumentação para o Ensino da Física. Os resultados apontam para a viabilidade da utilização desse recurso.

⁺ Prototype of an experimental activity for the study of Kinematics performed remotely

^{*} *Recebido: outubro de 2012.*
Aceito: março de 2013.

Palavras-chave: *Ensino de Física. Laboratório controlado remotamente. Atividade Experimental.*

Abstract

This article presents an evaluation of a prototype on Kinematic experiment that can be controlled remotely via internet. We used PIC microcontroller family, aiming to control the speed of toy little cars. The aim was to investigate the possibility of building a Physics Teaching Lab totally controlled remotely in order to support initial training courses and continued teacher education taught at a distance. The evaluation of the prototype was performed by 15 students in a classroom of Physics Undergraduation Course, under the discipline of Instrumentation for Physics Teaching. The results indicate the feasibility of using this resource.

Keywords: *Physics Teaching. Laboratory controlled remotely. Experimental Activity.*

I. Introdução

O fenômeno da globalização da economia gerou um novo projeto de sociedade na qual a informação e o conhecimento desempenham papel fundamental. Nesse sentido, cada vez mais dependente das inovações provenientes do desenvolvimento científico e tecnológico, a economia das nações, tem gerado uma demanda cada vez maior em torno de recursos humanos mais qualificados. Essa realidade, associada ao grande desenvolvimento das novas tecnologias da informação, tem contribuído para a multiplicação de cursos à distância.

A educação universalizada por meio do ensino a distância é uma diretriz do Programa “Educação para todos” da UNESCO, que estabelece a educação como o instrumento fundamental para a superação de graves problemas sociais que muitas nações do mundo enfrentam, tais como a fome, a miséria, a violência e o desemprego.

Entendido pela UNESCO e outros organismos internacionais como mecanismo propulsor do desenvolvimento econômico, a educação a distância (EAD) voltada para o ensino superior (SHIROMA *et al.*, 2003) destaca-se por oferecer cursos mais flexíveis e menos formais, podendo, assim, contribuir para que alunos

com menor poder aquisitivo e residente em locais mais afastados dos grandes centros, tenham acesso à universidade.

Nessa perspectiva, o ensino a distância tem tido grande avanço no Brasil, segundo dados do Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância - AbraEAD/2008 (SANCHES, 2008, p. 123) - um em cada 73 brasileiros estuda a distância. Dessa forma, no ano de 2007, mais de 2,5 milhões de brasileiros estudaram em cursos realizados a distância. Considerando o período de tempo compreendido entre os anos de 2003 e 2006, houve um incremento significativo, cerca de 571% dos cursos em nível de graduação oferecidos a distância no país.

Para Martins (2009), apesar de enfrentar fortes resistências na época, o ensino a distância, utilizado como instrumento para a formação e capacitação do professor, é uma ideia que recebeu grande apoio de grandes organismos internacionais, dentre eles a UNESCO e, no Brasil, ganhou força a partir de 1996 com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Em consonância com essa política, o Brasil, tem implementado programas de incentivo ao desenvolvimento de cursos a distância de formação inicial e continuada de professores. A partir de 1996, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), passa a existir, de fato, uma política de ensino a distância no Brasil. No artigo 80 da LDBEN, há a determinação de que o Poder Público se responsabilize pelo desenvolvimento e pela veiculação de programas de ensino a distância, cabendo à União o credenciamento das instituições que desenvolverão tais programas.

Em 2005, com o Decreto no5622 (BRASIL, 2005), um novo ordenamento no ensino a distância no Brasil é realizado e, dessa forma, aspectos como a determinação de equivalência de diplomas e certificados com os cursos presenciais, bem como a orientação para a incorporação de tecnologias de informação e comunicação no ensino a distância, garantindo que estudantes e professores pudessem realizar atividades educativas em lugares e horários diversos, foram definidas. Nesse contexto, surgem a Universidade Aberta do Brasil (UAB) e os Programas do Pró-Licenciatura 1 e 2.

A tendência de ampliação dessa modalidade de ensino na formação de professores, em especial para os cursos de Licenciatura em Física, é de crescimento, tendo em vista o déficit de docentes com formação específica.

Segundo dados do Educasenso de 2007 (MEC, 2008), há um déficit de professores no Brasil da ordem de 800 mil docentes. Só no Ensino Médio há necessidade de, aproximadamente, 235 mil professores. O documento ainda afirma que o déficit de professores de Física chega a 55 mil docentes. Angotti (2006) calcula que serão necessários, até o ano de 2015, cerca de 40 mil professores de

Física para o Ensino Médio, contudo as universidades devem habilitar apenas cerca de 20 mil docentes.

Visando superar esse problema, a Universidade Aberta do Brasil (UAB) criada em 2005 com prioridade para a formação de professores para a Educação Básica, promove, por intermédio de várias universidades federais brasileiras, cursos de Licenciatura em Física ministrados à distância.

Uma das dificuldades enfrentadas por esses cursos é relativa à prática de atividades experimentais que precisam ser realizadas a partir de encontros presenciais.

Para minimizar essas dificuldades García-Zubia *et al.* (2006), propõem o desenvolvimento de laboratórios controlados remotamente.

Neste artigo, descrevemos e avaliamos uma atividade experimental que desenvolvemos para ser realizada remotamente. A intenção não é a de substituir as atividades experimentais presenciais que, inclusive são determinadas por lei. Nosso intuito é oferecer mais um recurso para contribuir no processo de contínuo de melhoria da qualidade do ensino de Física ministrado a distância.

II. A experimentação e sua importância para o aprendizado em Física

Embora saibamos que Leis e Princípios científicos não podem ser compreendidos da simples observação dos fenômenos naturais, não há como negar a relevância da experimentação e da tomada de medidas para o trabalho dos cientistas. Assim, a crítica à filosofia empirista não se fundamenta na negação do papel da experimentação para a elaboração do conhecimento científico, mas sim na primazia desta ação sobre outros processos que interferem decisivamente na natureza da Ciência.

Como bem destaca Praia *et al.* (2002),

[...] o conhecimento científico é um constante jogo de hipóteses e expectativas lógicas, um constante vaivém entre o que pode ser e o que é, uma permanente discussão e argumentação/contrargumentação entre teorias e as observações das experimentações realizadas (PRAIA *et al.*, 2002, p. 255).

Do ponto de vista epistemológico, Piaget (1975) evidencia que o desenvolvimento do indivíduo se estabelece a partir da equilibração de estruturas cognitivas que se tornam complexas e o predispõe à aprendizagem de novos conceitos. Desse ponto de vista, a aprendizagem de determinados conceitos depende do desenvolvimento de determinadas estruturas cognitivas já construídas pelo indivíduo. Dessa forma, a experiência é um processo importante na interação do indivíduo

aprendiz com o objeto do conhecimento. De forma geral, pela teoria de Piaget, pode-se afirmar que vivências repletas de experiências desafiadoras são fundamentais para que o sujeito possa construir estruturas cognitivas cada vez mais complexas e, portanto, capazes de possibilitar a construção de novos conhecimentos.

Ao contrário de Piaget, Vigotski (1999), entende que o desenvolvimento se estabelece a partir de processos formais de aprendizagem. Nesse sentido, é o ensino que permite ao aprendiz o desenvolvimento de suas estruturas cognitivas.

Para Vigotski, a aprendizagem se estabelece no contexto de interações sociais no sentido interpessoal para o intrapessoal. Assim, a existência de um parceiro mais experiente numa determinada cultura, no caso o professor, pode possibilitar o desencadeamento de interações sociais, estabelecidas dentro da ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) do aprendiz, mediando, assim, aspectos do conhecimento que se quer ensinar com os conhecimentos que o aluno já possui.

Partindo dessas premissas, pode-se compreender que a atividade experimental deve, além de facilitar o processo de interação social entre professor e aluno, permitir que essa interação possa ser mais rica e, portanto, mais significativa para a aprendizagem.

Manacorda (2000) cita outras importantes indicações pedagógicas que destacam a importância de atividades experimentais para aprendizagem, dentre eles podemos citar: Rousseau, Pestalozzi, Montessori e Dewey.

Da mesma forma, parece existir um consenso entre os pesquisadores em ensino de ciências de que um bom ensino de conceitos científicos deve propor situações didáticas ricas que levem os alunos a exporem suas concepções, levantarem, testarem e discutirem hipóteses, desenvolverem habilidades procedimentais relativas ao manuseio de instrumentos para tomada de medidas e construir explicações a partir de argumentos que justifiquem dados obtidos experimentalmente (HODSON, 1993; DELIZOICOV *et al.*, 2002; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2003).

Contudo, como destacam Praia *et al* (2002), a experimentação por si só não se constitui em instrumento que contribui para a aprendizagem. Essa atividade de ensino, para ser significativa para os alunos, deve ser estruturada de modo a contribuir para o envolvimento deles em discussões em torno de conteúdos científicos, possibilitar o aprendizado em relação aos métodos da ciência, de modo a promover uma reflexão sobre seus impactos sobre a sociedade e, enfim, propiciar o desenvolvimento de conhecimentos relativos à técnica, à investigação científica e à resolução de problemas.

III. A experimentação no ensino de Física a distância

Como destaca Medeiros (2002), atualmente, a utilização da informática para o ensino de Física no Brasil conta com uma variedade imensa de recursos que variam desde interfaces que realizam medições até objetos de aprendizagem que oferecem animações e simulações de fenômenos naturais.

Segundo o autor, devem ser considerados tanto os benefícios que tais recursos oferecem para o processo de ensino e de aprendizagem, como por exemplo, a possibilidade de ilustrar determinados conceitos que exigem grande dose de abstração ou, até mesmo, possibilitar a simulação de fenômenos que envolvem materiais que não são disponíveis facilmente, como também analisar as críticas que esses recursos recebem, como por exemplo, o fato de retratar situações ideais que, obviamente, são diferentes do que ocorre na realidade.

Contudo, parece-nos claro que as propostas relativas ao uso das simulações e animações computacionais no ensino de Física não visam substituir as atividades experimentais presenciais. Ao invés, disso, as pesquisas apontam que os objetos de aprendizagem apresentam potencial para se constituir em mais um recurso importante, assim como a experimentação presencial, para o processo de ensino e de aprendizagem (DE LA TORRE *et. al*, 2011).

É nesse contexto que nos propusemos a desenvolver um laboratório controlado remotamente, o *WebLab*. A intenção não é de substituir as simulações e animações computacionais e nem mesmo ocupar espaço dos laboratórios reais. Ao contrário, a ideia é propor mais um recurso para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem em Ciências.

O *WebLab* é um laboratório *online* que permite a realização de experimentos reais, de qualquer lugar, em qualquer horário, através de uma interface de controle remoto.

Assim, um usuário com acesso à internet poderá configurar um equipamento experimental e iniciar uma experiência, que poderá ser observada em tempo real na tela de um computador, que recebe as imagens captadas por câmeras locais através da tecnologia “*streaming*”.

Como mostramos na Fig. 1, o usuário, ao acessar o *WebLab*, escolhe a experiência que pretende realizar. Em seguida, acessa o painel de configuração da experiência, configurando-a de acordo com seus objetivos. Pode, então, iniciar a aquisição de dados visualizando-os através de gráficos, tabelas e medidores. Poderá ainda acompanhar a experiência através de uma janela de vídeo. Para a interação, comunicação, cooperação e o compartilhamento de informações entre professor e alunos, podem-se utilizar as ferramentas do LMS (*Learning Management*

System), ou seja, Sistema de Gerenciamento do Aprendizado disponível, como por exemplo, o correio eletrônico, as listas de discussão, as salas de bate-papo, os sistemas de coautoria e serviços de teleconferência.

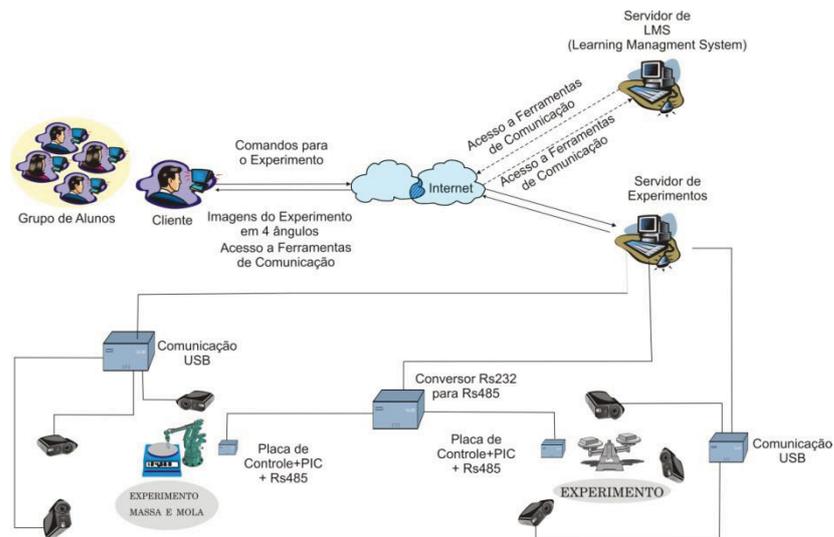


Fig. 1 – Esquema de um WebLab (elaborado pelos autores).

Utilizando as ferramentas do LMS, pode-se, também, disponibilizar objetos de aprendizagem que deem suporte para que o usuário saiba como realizar a experimentação, discutir e refletir sobre os resultados obtidos. Assim, é possível disponibilizar videoaulas, animações e simulações computacionais, ferramenta para construção de gráficos, editor de textos para realização de relatórios, entre outros.

IV. Descrição do equipamento experimental desenvolvido para o estudo de conceitos de cinemática via *WebLab*

Para o desenvolvimento do equipamento experimental que visa possibilitar o estudo da cinemática, utilizamos uma pista de autorama e seus carrinhos, como apresentado na Fig. 2. Os controles tradicionais dos carrinhos foram substituídos por potenciômetros de carvão de 30Ω adaptados a motores de passo, para que pudessem ser controlados remotamente pela internet. O controle de cada motor de passo foi realizado a partir de um PIC, ou seja, um microcontrolador usado para

a construção de um circuito que, a partir de um programa computacional, é capaz de controlar e monitorar todos os parâmetros envolvidos na atividade experimental pela *internet*.

Utilizamos, também, câmeras de vídeo para captar as imagens do experimento em tempo real e as transmitir a partir da tecnologia *streaming*, ou seja, uma técnica de transferências de dados no qual as imagens são processadas em fluxo contínuo, de forma a permitir que sejam vistas antes de serem completamente enviadas.

Ao longo da pista foram posicionados sensores que permitem o disparo de cronômetros.



Fig. 2 – Projeto do autorama automatizado.

Para o controle dos parâmetros iniciais do experimento, como ilustrado na interface mostrada na Fig. 3, o usuário pode controlar as acelerações que devem ser impostas aos carrinhos. Após o término do experimento, o sistema apresenta ao usuário uma planilha com dados relativos: à distância percorrida, ao tempo gasto para percorrê-la, ao número de voltas dadas pelos carrinhos, entre outras informações.

O usuário pode também controlar as câmeras, podendo aproximar a imagem (dar *Zoom*), ou afastá-la, de maneira a acompanhar, em detalhes, o movimento dos carrinhos, dispensando, se ele desejar, as planilhas disponibilizadas com os dados do experimento. Assim, o usuário, pode através do recurso de *zoom* da câmera, sobre o cronômetro, por exemplo, verificar o parâmetro tempo gasto pelo

carrinho para percorrer determinado percurso da pista. A partir da coleta de dados que o sistema disponibiliza, os alunos poderão elaborar tabelas, construir gráficos, calcular a velocidade média, utilizando, para isso, de um editor de gráficos e tabelas disponíveis para o desenvolvimento da atividade experimental.

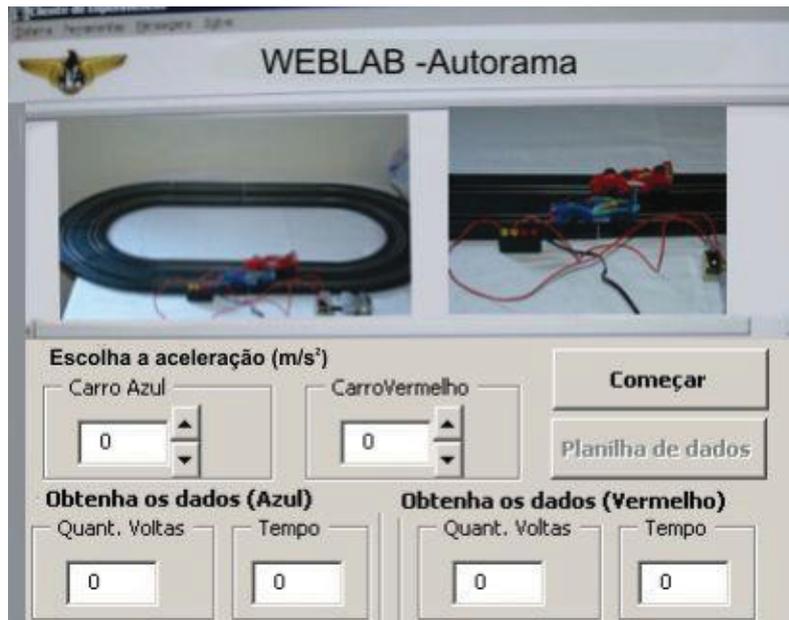


Fig. 3 – Tela do programa computacional desenvolvido para o controle do experimento.

Nas tabelas 1 e 2, a seguir, apresentamos alguns resultados que obtivemos a partir dos testes que realizamos com o protótipo desenvolvido.

Tabela 1 – Dados do carrinho vermelho que percorreu a pista interna.

Aceleração (m/s ²)	Cor do veículo	Pista	Tempo(s)	Velocidade (m/s)
0,1	Vermelho	Dentro	2,20s	0,81 m/s
0,5	Vermelho	Dentro	2 s	0,90 m/s
1	Vermelho	Dentro	1,70 s	1,05,m/s

Tabela 2 – Dados do carrinho azul que percorreu a pista externa.

Aceleração (m/s ²)	Cor do veículo	Pista	Tempo(s)	Velocidade (m/s)
0,1	Azul	Fora	3,19s	0,62 m/s
0,5	Azul	Fora	3s	0,66 m/s
1	Azul	Fora	2,70 s	0,74,m/s

A partir da construção de gráficos, da posição pelo tempo para cada um dos carrinhos, é possível prever a posição em que eles vão se encontrar e, dessa forma, discutir o resultado obtido com o modelo teórico relativo ao estudo dos movimentos. A análise dos erros pode permitir uma discussão interessante a respeito das limitações do modelo teórico para estudar determinadas situações do movimento.

O ajuste da pista (tendo em vista que ela é montada com peças móveis e intercambiáveis) para realizar apenas o movimento numa trajetória circular, permite o estudo de parâmetros como: frequência, período, velocidade angular, velocidade linear e aceleração centrípeta.

A partir da utilização de recursos do LMS, é possível a estruturação de salas de bate-papo nas quais um professor mediador estabelece e modera as discussões com e entre grupos que realizaram a atividade experimental, possibilitando análises dos resultados, levantamento de hipóteses e a construção de explicações que justifiquem os dados experimentais obtidos.

V. Recursos de apoio à atividade

Nosso foco principal nesse trabalho foi o desenvolvimento de uma atividade experimental que pudesse ser controlada remotamente, de forma a contribuir com cursos de Física ministrados a distância.

Contudo, disponibilizamos, em nosso protótipo, alguns recursos que poderiam ser utilizados pelos usuários que testaram a atividade experimental que propomos.

Os recursos contaram com uma plataforma que disponibilizava, além do *link* para o acesso à atividade controlada remotamente, uma videoaula com duração de vinte e cinco minutos, apresentando, além dos conceitos básicos de cinemática, os objetivos e o roteiro experimental para a realização da atividade. Foi disponibilizado, também, recursos para a construção de gráficos e elaboração de relatórios *on-line*.

Apesar dos poucos recursos disponibilizados na atividade relatada, é possível oferecer alternativas aos usuários, tais como, salas de bate-papo, animações e simulações, que podem contribuir para a compreensão conceitual da teoria que envolve o estudo experimental que será realizado.

VI. Metodologia da pesquisa

O teste do protótipo desenvolvido foi realizado com um grupo de quinze alunos de um curso de Licenciatura em Física.

Para a realização da avaliação, solicitamos que os alunos acessassem o recurso via web e, em grupos de três alunos, coletassem os dados solicitados na atividade experimental.

Após a realização da atividade os alunos responderam, individualmente, a um questionário que buscou levantar dados relativos à facilidade do acesso ao recurso, à clareza dos recursos do LMS de apoio à realização da atividade e quanto à questão do aprendizado.

O modelo de questionário utilizado para avaliar o protótipo é apresentado no quadro a seguir:

Quadro 1 – Questionário de avaliação do recurso *WEBLAB*-Cinemática.

- | |
|---|
| <p>1 – Quanto à facilidade de acesso:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Como foi a acessibilidade do recurso? Você encontrou alguma dificuldade? Quais?b) Você teve alguma dificuldade para controlar os carrinhos? E para ter acesso aos dados do experimento?c) Com relação à visualização das imagens geradas, você teve alguma dificuldade em acompanhar o fenômeno?d) Você acha que alguém que realiza um curso a distância encontrará alguma dificuldade para realizar a atividade? Quais? <p>2 – Quanto às contribuições dos recursos LMS de apoio à realização da atividade:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Qual sua opinião sobre os recursos de apoio à realização da atividade?b) Você acha que os recursos de apoio à realização eram dispensáveis ou foram úteis? Que tipo de recurso você destaca como o mais importante? Por quê?c) Você acha que os recursos disponíveis são suficientes para auxiliar alguém |
|---|

que faz um curso a distância realizar a atividade experimental? Você sentiu falta de algum recurso? Qual? Por quê?

3 – Quanto ao aprendizado de conceitos:

a) Você acha possível aprender conceitos de Física realizando atividades experimentais via *WEB*?

b) Que diferenças você sentiu ao realizar essa atividade experimental em relação às atividades experimentais que você realiza presencialmente?

Os alunos acessaram e controlaram, via *web*, o recurso que estava montado em uma cidade distante 86 km daquela onde eles estavam.

Com relação à atividade experimental realizada pelos alunos, foi proposto que os estudantes controlassem o movimento dos carrinhos levantando dados como velocidade em função do tempo para cada um dos carrinhos.

De posse desses dados os estudantes deveriam construir gráficos da velocidade x tempo para ambos os carrinhos. Dessa forma, era possível os alunos escreverem a equação do movimento para os móveis e assim determinarem a distância percorrida por eles até o instante de ultrapassagem.

O resultado obtido deveria ser comparado com o observado. Portanto, além de conceitos como trajetória, velocidade, aceleração, referencial, os alunos puderam realizar atividades relativas à representação gráfica de um movimento bem como a análise de medidas e erros.

VII. Resultados e Análise

Com relação à facilidade de acesso aos recursos disponibilizados, todos os alunos investigados destacaram que a navegação foi simples e rápida, evidenciando a agilidade do controle remoto do dispositivo montado para a realização da atividade.

Não encontrei dificuldade. Foi só seguir as orientações e fazer a experiência.

Não achei difícil. Foi fácil.

Foi fácil e rápido.

Foi rápido. Não sei se tiver bastante aluno usando vai ser rápido como foi.

Com relação à visualização das imagens geradas, 60% dos alunos entrevistados destacaram a dificuldade de visualização do carrinho azul e sugeriram a modificação de sua cor para aumentar o contraste. Nesse caso, acreditamos que seria mais eficiente aumentarmos a iluminação da sala onde o experimento está montado. Entretanto, é preciso ressaltar que apesar da observação dos alunos, quanto à dificuldade de visualização do carrinho azul, isso não impossibilitou a realização da atividade.

Com relação aos recursos de apoio disponibilizados, 20% dos alunos entrevistados afirmaram que as videoaulas eram cansativas e entediantes. Porém, todos eles avaliaram que a existência desse suporte é extremamente importante para os usuários da atividade proposta.

Deu para coletar os dados facilmente. Não tivemos dificuldades.

O recurso do zoom ajudou bem, mas eu acho que o carrinho azul podia ser de outra cor.

Deu para ver bem o movimento dos carrinhos e o momento em que acontece a ultrapassagem. Mas o carrinho azul podia ser amarelo para facilitar a gente diferenciar um do outro mais fácil.

Deu para ver, mas seria legal se tivesse um recurso de replay em câmera-lenta.

Um número expressivo dos entrevistados, 80%, afirmou que sentiu falta de um recurso mais interativo, como as salas de bate-papo. E, 20% lembraram a importância de animações e simulações computacionais para deixar a videoaula mais atrativa.

Achei útil sim. Se a gente seguir as explicações dá para gente fazer a experiência.

A gente que já faz Física faria a experiência sem precisar do recurso, porque já estamos acostumados a fazer experiências, mas para quem está começando a fazer o curso e a distância ainda, acho que o vídeo explicando é importante. Podia ter mais coisas como animação, simulação isso ajudaria mais.

É importante para explicar para pessoas como se faz. Poderia ser uma parte escrita. Uma apostila também com as coisas que são explicadas no vídeo. Podia ter também a sala de bate-papo para as pessoas tirarem dúvidas. Essa apostila podia ter animação.

Achei importante ter. Mas a aula é meio chata, cansativa. Podia ser uma aula mais animada, motivante. Falta também para tirar as dúvidas. E se alguém tiver as dúvidas?

De fato os recursos de apoio disponibilizados foram escassos e não receberam a atenção devida para que os usuários tivessem uma melhor relação com a atividade experimental proposta. Como o foco principal de nossas preocupações era o desenvolvimento de uma atividade experimental que pudesse ser controlada remotamente foi dada muita ênfase à estrutura de *hardware* do nosso protótipo.

Nesse sentido, todos os recursos disponibilizados para apoio à realização da atividade experimental precisa de uma melhor produção tanto em seu formato quanto em sua concepção.

A videoaula disponibilizada, que um dos alunos avaliou como chata, foi desenvolvida de maneira simples: a partir da gravação de uma aula presencial. O vídeo tem duração de 25 minutos e exibe, sem qualquer tipo de edição e utilização de recursos de iluminação e áudio, um professor ministrando sua aula para uma turma presencial. A aula foi escolhida para ser disponibilizada pela reconhecida competência didática do professor. Contudo, não houve qualquer adaptação para o formato de uma aula virtual. Acreditamos, portanto, que esses tenham sido os motivos para a videoaula ter sido considerada tão enfadonha pelos alunos que utilizavam um recurso tecnológico que exige recursos mais ágeis.

De fato, Catapan e Fialho (2001), destacam que um erro muito comum na produção de videoaulas é este que cometemos: a gravação de aulas expositivas para exibição *on-line*. Segundo os autores, essa prática torna as aulas monótonas e dispersivas, ao ponto de passarem a impressão que duram uma eternidade.

Como destaca Ferrés (1996), a produção de videoaulas deve apresentar um design instrucional apropriado à mídia utilizada. Nesse caso, o professor deve desenvolver habilidades específicas para se comunicar utilizando a linguagem apropriada do vídeo.

Daí a importância de, juntamente com um professor responsável por ministrar o conteúdo em sala de aula, contarmos com a colaboração de um designer instrucional. Para a Richey *et.al* (2001), o designer instrucional é o responsável por, ao lado do professor-conteudista, estabelecer um plano instrucional, gerindo a produção de todo material adequando-o às características e às necessidades do público alvo. Nesse sentido, recursos audiovisuais enriquecedores como animação, ilustrações e sons podem ser incorporados, além de indicações quanto à definição do enquadramento de planos e movimentação de câmeras.

Os alunos se referiram também sobre a importância de um material escrito de apoio à realização da atividade.

Nesse aspecto, os hipertextos podem contribuir sobremaneira com a proposta. Santos *et. al.* (2010), chamam a atenção para o fato de o hipertexto se constituir em um recurso multissequencial e linguístico-semiótico, tendo em vista o fato de permitir ao leitor a escolha de diversas direções de consulta a partir dos links disponíveis. Para os autores, essa ferramenta oferece importantes contribuições ao ensino já que oferece um ambiente construtivista e sóciointeracionista.

Apesar das limitações apresentadas pelos recursos de apoio à realização da atividade experimental os alunos, em sua totalidade, afirmaram que a atividade pode contribuir para o aprendizado de conceitos de Física daqueles que realizam cursos à distância. A esse respeito eles justificam sua opinião argumentando que a atividade oferece meios para que os usuários, de fato, realizem um experimento.

O experimento vai ajudar na aprendizagem dos alunos que fazem cursos a distância porque não é só uma simulação. É uma experiência real!

O WebLab vai ser muito útil porque é uma experiência como outra qualquer só que a coleta de dados é feita por computador. Tem algumas experiências que a gente faz no laboratório que os dados já são coletados pelo computador. A única diferença é que estamos um pouco mais distante da montagem experimental.

Acho que fazer a experiência no laboratório real é mais motivante. Psicologicamente, a gente está junto com o professor e os colegas. No WebLab parece que a gente está sozinha, desamparada. Mas, a experiência é a mesma coisa.

Eu acho que dá para aprender Física fazendo essa experiência sim, porque é a mesma coisa do real. A motivação pode ser menos por causa da distância, mas eu acho que compensa a novidade de fazer essa experiência pelo computador. Eu acho que seria bom fazer experiências assim mesmo em cursos que não são a distância porque é interessante o uso dessas tecnologias. Eu gostei de realizar essa experiência.

A questão da possível desmotivação por estar distante das condições da sala de aula real e da sensação de desamparo, citada por um dos alunos, não foi possível analisar tendo em vista que a realização da atividade foi feita em grupos de três alunos e que os demais recursos interativos tais como sala de bate-papo e videoconferência, não foram disponibilizados.

Contudo, não estamos defendendo a substituição dos laboratórios com atividades presenciais pelos *WebLabs*. O que acreditamos ser um avanço é o fato

de que com esse tipo de recurso é possível oferecer a possibilidade de realização de atividades experimentais aos alunos que já realizam cursos a distância.

VIII. Considerações finais

A demanda cada vez maior por professores tem levado o Brasil a investir no oferecimento de cursos de formação inicial e continuada de professores ministrados a distância. Nesse contexto, independentemente das críticas que possam ser feitas a essa modalidade de ensino, a realidade está posta e precisamos estudá-la, analisá-la, buscando meios para aperfeiçoá-la. É claro que as críticas sempre podem e devem ser feitas, contudo, julgamos ser fundamentais que venham acompanhadas de sugestões e propostas para contribuições e melhoria dos processos.

Portanto, a nosso ver, é preciso o desenvolvimento de trabalhos que possam contribuir para a melhoria da qualidade de ensino oferecido na modalidade EAD, em especial aqueles voltados à formação inicial e continuada de professores de física.

Nessa direção, alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de se implementar e aperfeiçoar o desenvolvimento de atividades experimentais controladas remotamente (DE LA TORRE *et.al.*, 2011; CHANG *et. al.*, 2005; SIVAKUMAR *et. al.*, 2005; ALHALABI, 2000).

Em nosso trabalho, a construção bem sucedida de um protótipo de atividade experimental controlada remotamente, evidencia a viabilidade de construirmos, com relativa facilidade, *WebLabs* para a realização de cursos de física experimental ministrados a distância. Nosso intuito é o desenvolvimento de uma série de atividades experimentais, abrangendo uma variedade de conceitos de Física, que possam ser controlados remotamente, viabilizando a estruturação de um *WebLab* de Física experimental à disposição dos cursos de Licenciatura em Física oferecidos pela Universidade Aberta do Brasil.

Bibliografia

ALHALABI, B. Remote labs: an innovative leap in the world of distance education. Proc. 4th Multi Conf. on Systemic, Cybern and Informatics, and 6th Int. **Conference on Information System**, Anal. and Synthesis (Orlando, FL), p. 303-307, 2000.

ANGOTTI, J. A. P. Desafios para formação presencial e a distância do físico educador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 143-150, 2006.

BRASIL. Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o art. 80 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional [artigo sobre o ensino a distancia]. **Decretos**. Brasília: Casa Civil da Presidência da República Federativa do Brasil/Subsecretaria para Assuntos Jurídicos, 2005. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm>. Acesso em: 5 set. 2001.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

CATAPAN, A. H.; FIALHO, F. A. P. **Pedagogia e tecnologia: a comunicação a distância**. Brasília. 2001.

CHANG, G. W.; YEH, Z. M.; CHANG, H. M.; PAN, S. Y. Teaching photonics laboratory using remote-control web technologies. **IEEE Trans. Educ.**, n. 48, p. 642-51, 2005.

DE LA TORRE, L.; SANCHES, J.; DORMIDO, S.; SÁNCHEZ, J. P.; YUSTE, M.; CARRERAS, M. Two web-based laboratories of the FisL@bs network: Hooke's and Snell's laws. **European Journal of Physics**, n. 32, p.571-584, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERRÉS, Joan. **Vídeo e Educação**. 2 a ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GARCÍA-ZUBIA, J.; LÓPEZ-DE IPIÑA, D.; ORDUÑA, P. Remote Control of Web 2.0 enabled laboratories from Mobile Devices. In: CONFERENCE ON E-SCIENCE AND GRID COMPUTING. **Proceeding of the Second IEEE International**. IEEE, 2006.

MANACORDA, M. A. **História da educação: da antiguidade aos nossos dias**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MARTINS, O. B. Os caminhos do EaD no Brasil. In: **Diálogo Educacional, 2008**. Disponível em:

<<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/dialogo?dd1=2012&dd99=view>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

MEDEIROS, A. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2. São Paulo, jun. 2002.

Ministério da Educação. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2007**. Brasília: MEC, 2008. Disponível em: www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp. Acesso em: 05 ago. 2011.

RICHEY, R.; FIELDS, D.; FOXON, M. *Instructional Design Competencies: The Standards*. 3. ed. Eric Clearinghouse on Information and Technology, Syracuse, NY, 2001.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PIAGET, J. **Introducción a la Epistemología Genética**, El pensamiento físico, Buenos Aires: Praidos, 1975. v. 2.

SANTOS, A. R. B; CARVALHO, R. A.; GRANDO, R. K. BUENO Jr., S. S. Hipertexto: uma ferramenta para construção da aprendizagem no ensino a distância. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO – redes sociais e aprendizagem, 3. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.ufpe.br/nehte/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Aline-Renee-Benigno&Reginaldo-Amorim&Roziane-Keila-Grando&Sebastiao-Sales.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2013.

SIVAKUMAR, S. C.; ROBERTSON, W.; ARTIMY, M.; ASLAM, N. A web-based remote interactive laboratory for internetworking education. **IEEE Trans. Educ.**, n. 48, p. 586-598, 2005.

UNESCO. **Informações sobre os projetos de formação de professores no Brasil apoiados pela UNESCO**, 2006. Disponível em www.unesco.gov.br. Acesso em: 11 ago. 2011.

VIGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: 2ª ed. Martins Fontes ed., 1999.