

Produção de Filmes Didáticos de Curta Metragem e CD-ROMs para o Ensino de Física

Production of Didactic Short-Duration Films and CD-ROM for Physics Teaching

Jurandir Hillmann Rohling, Marcos Cesar Danhoni Neves*, Arlindo Antonio Savi, Fabio Sussumi Sakai, Leandro José Raniero e Hilton Souza Bernabe

e-mails: jhrohling@ibest.com.br, macedane@yahoo.com

*Laboratório de Criação Visual, Departamento de Física,
Universidade Estadual de Maringá - Paraná*

Recebido em 6 de março, 2002. Aceito em 21 de maio, 2002.

Este artigo procurar mostrar o programa do Laboratório de Criação Visual do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá na produção e divulgação de filmes educativos de física em curta-metragem.

This article intend to show the program of the Laboratory of Visual Creation of the Department of Physics of the State University of Maringá in the production and popularization of short-duration educational films of physics.

I Introdução

Durante as últimas décadas ocorreu o que podemos chamar de “democratização” ou “popularização” dos recursos eletrônicos e especialmente aqueles de informática. Devido a este fato, os filmes didáticos de curta-metragem (daqui por diante, FDCM), ou como são popularmente chamados “vídeos”, e também CD-ROMs, tornaram-se potencialmente realizáveis. Entretanto, a produção de um bom FDCM não é uma tarefa trivial.

Pensando desta forma, é que o Laboratório de Criação Visual (LCV), que nasceu durante a vigência do SPEC (Subprograma de Educação para a Ciência - CAPES) inserido no projeto RENOP (Rede de Disseminação de Ensino de Ciências do Norte do Paraná-UEL/UEM), procurará, através deste artigo, compartilhar um pouco de sua experiência na produção de FDCMs e CD-Roms dedicados ao ensino de física.

Atualmente os FDCMs vêm sendo utilizados como um recurso adicional no ensino de Física. Vídeos dessa natureza são mais uma ferramenta para o professor que visa possibilitar a seus alunos uma melhor compreensão do conteúdo em questão. Entretanto, antes de entrar propriamente na matéria do presente artigo, é necessário um breve relato acerca da história de documentários científicos e de filmes e vídeos que auxiliaram na divulgação da ciência e da física, em particular.

A história do cinema está também na base da produção de documentários e filmes científicos, como será mostrado no próximo tópico, porque tanto a linguagem quanto a técnica destes últimos nutriram-se da forma como o cinema “dialogava” com o público. No entanto, a linguagem cinematográfica e a linguagem de um documentário em vídeo são claramente distintas, pois a primeira busca uma universalização do “senso comum”, enquanto a segunda busca, como sugerem especialistas na área de cinema e documentação visual, uma interpretação do mundo mediada pela ciência formalizada.

II Breve histórico sobre filmes e vídeos para a divulgação e o ensino da ciência.

Podemos localizar, em 1888, o “ano-zero” do documentário científico. Precisamente no dia 13 de janeiro, trinta e três cavalheiros reunidos no “Washington’s Cosmos Club” [1] fundaram a NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, com o objetivo de difundir o conhecimento geográfico em todo o mundo. Do conhecimento geográfico para todas as esferas do conhecimento foi um passo, assim como da fotografia para documentários em filmes que fazem história até hoje.

*Tutor do Programa PET-Física e Coordenador do Laboratório de Criação Visual - DFI/UEM.

A Sociedade deu seu passo mais importante com a criação de seu canal em TV paga: “The National Geographic Channel”.

No entanto, os recursos em vídeo começam a aparecer especificamente no ensino de física na década de 50. Zollmann[2] conta que, em 1961, o famoso psicólogo Jerome Bruder concluiu uma discussão acerca de materiais inovadores para o ensino desenvolvidos no final da década de 50 afirmando: “O uso inteligente de recursos audiovisuais dependerá de como podemos integrar a técnica do *filmmaker* ou do produtor de programas com a técnica e o conhecimento de um hábil professor” [3].

O PSSC (Physical Sciences Study Committee) [4] havia há pouco terminado uma série de filmes didáticos que procurava reunir a tecnologia audiovisual de época com as técnicas de cinematografia e de professores de excelente formação. O PSSC foi um dos programas realizados na esteira do atraso tecnológico e científico norte-americano em relação à corrida espacial. Os russos tinham colocado um satélite no espaço, o Sputnik, e os norte-americanos estavam aquém desta tecnologia.

Os filmes do PSSC mantinham um rígido programa de física através da experimentação. Os recursos mais modernos da época, envolvendo técnicas de “slow-motion”, fotografias estroboscópicas, etc., foram utilizados nos filmes e Super-8 (looping) no sentido de serem utilizados em salas-de-aula, incluindo-se aí a possibilidade concreta de tomada de medidas nos experimentos filmados.

Retalhos desses filmes sobrevivem hoje em vários projetos ou vídeos: Harvard Project Physics [5], “Cosmos” [6], The Mechanical Universe [7], Physics: Cinema Classics [8].

Essas últimas referências retiraram muito da visão excessivamente empirista do antigo PSSC, incluindo tópicos de história da ciência ou de uma linguagem midiática múltipla.

Porém, todos estes programas que usam filmes ou documentários, possuem uma mesma linha diretiva: eles procuram ser auto-suficientes, ou seja, procuram “passar o recado ou ponto” mesmo na ausência do professor. São filmes de média e longa metragem, baseados numa longa seqüência, buscando abarcar todos os conteúdos de física.

Conhecemos somente uma experiência desse nível que buscou uma linguagem menos carregada e baseada nas pesquisas em ensino de física acerca de conceitos espontâneos e sua similaridade com certos conceitos desenvolvidos ao longo da história da ciência. Foi um projeto da RAI (Rádio e Televisão Italiana), desenvolvido no início da década de 80 [9] com o intuito de ensinar conceitos de mecânica e termodinâmica.

III Descrição do projeto LCV-Renop

O “Laboratório de Criação Visual” (LCV) começou a partir de um subprojeto da rede RENOP, aprovado num dos editais do SPEC-CAPES em 1991. O subprojeto tinha um título bastante longo: “Produção de Experimentos em Física e Astronomia para o Ensino de 1º, 2º e 3º Graus”. Seu objetivo era, e é, aquele de produzir material instrucional de toda ordem: mostras interativas de ciência, artigos de divulgação e popularização da ciência, produção de vídeos de curta-metragem.

Em seu decênio de existência, o LCV tem cumprido bastante bem seus objetivos, realizando mais de dez mostras interativas, com a edição inédita de um catálogo de uma das mostras; produzido vídeos (e CDs), e publicado inúmeros artigos de divulgação científica em todos os níveis. Nosso trabalho tem sido facilitado pelo auxílio dos alunos que compõem o Programa Especial de Treinamento - PET/Física, criado também em 1991.

Produzimos vários filmes em curta-metragem: “O Aparelho de Morin Revisitado”, “O Pêndulo e sua História”, “Leonardo, Il Genio in Officina”, “Uma Introdução à Ótica de Fourier” e “Uma Introdução à Noção do Conceito de Força”. Todos foram feitos originalmente para vídeo (menos o de ótica de Fourier), e foram editados pela revista “Science&Technology Magazine”, da UNISAL[10].

IV Processo de elaboração de um FDCM

De maneira análoga àquela contida na resolução de um problema de Física, para se produzir um FDCM devemos seguir alguns passos fundamentais, que poderiam ser resumidos da seguinte forma:

1. Definição do tema a ser abordado;
2. Confecção do roteiro, preparação do texto a ser narrado e escolha das imagens que serão utilizadas, incluindo-se aqui as já existentes em vídeo, as filmadas, as geradas por computador (animação gráfica) e as escaneadas (figuras e fotos).
3. Gravação (captura) em arquivo, geralmente com extensão .wav, da narração do filme;
4. Contagem do tempo de narração e previsão do total de imagens necessárias, aqui estão incluídas todos os tipos de imagens citadas anteriormente.
5. Utilizando o programa Adobe Premiere, proceder à importação dos arquivos de som e das imagens, e inserir em seus devidos lugares na janela Timeline do programa, tomando o cuidado de fazer com que o som e a imagem estejam em sintonia. Neste passo podem ser necessárias a produção, a alteração do tempo de duração ou a exclusão de imagens.

6. Elaboração da abertura, que deve ter uma atenção especial, pois ela desempenha um papel fundamental, qual seja, aquele de prender a atenção do espectador;

7. Geração do filme propriamente dito, que é gravado em arquivos do tipo .avi, – como este tipo de arquivo é muito grande (cerca de 15 min de filme = 2 gigabytes), geralmente faz-se a gravação em vários arquivos para facilitar o manuseio. Um computador comum (Pentium 200 Megahertz com 64 megabytes de memória) para a geração de um filme de somente 15 minutos, pode gastar mais de um dia. Esse tempo pode ser reduzido melhorando a capacidade do microcomputador utilizado.

8. Utilizando-se a placa de exportação, o filme é exportado para o vídeo S-VHS e gravado em Fita S-VHS, que permite uma melhor qualidade de som e imagem. Esta fita será a matriz da qual as outras fitas serão copiadas.

9. Etiquetagem e embalagem.

V Equipamentos utilizados

Para a elaboração de FDCMs no LCV são utilizados os seguintes equipamentos:

Vídeos S-VHS; câmera S-VHS; mesa de edição; aparelhos de televisão; microcomputadores; placa de captura e exportação de imagens; escâner de mesa; gravador de CD; aparelhos transcodificados e aparelho de som.

Os vídeos utilizados possuem o sistema S-VHS que possibilita, como já dito, melhor qualidade de imagem. Eles são utilizados tanto para a gravação final, como, também, para fornecer imagem para o microcomputador.

A câmera é utilizada para a filmagem de experimentos, pessoas, objetos, tudo que se julgar necessário e que consta do enredo do filme.

A mesa de edição é utilizada para a mixagem das imagens, cópia em outras fitas, inserção de som após o FDCM estar pronto, etc.

Os *transcoders* são usados, como o próprio nome já diz, para transcodificar a imagem de um sistema de gravação para outro (por exemplo, PAL-M => NTSC).

O aparelho de som é utilizado para fornecer um fundo musical. Geralmente são utilizadas músicas eruditas (em geral do período barroco), para prender melhor a atenção do espectador e coadunar com as imagens. O fundo musical geralmente é adicionado ao filme após sua gravação na fita matriz.

VI O microcomputador

O ponto principal deste trabalho de produção é realizado com o auxílio do microcomputador. É através dele que as imagens são capturadas por intermédio de uma

placa especial (placa MIRO DC30)[11], que serve tanto para a captura de imagens quanto para a exportação ao vídeo do produto final.

O modelo desta placa (Miro DC30) não é mais comercializado pelo seu fabricante a Pinnacle Systems[12], mas existem outros modelos que são destinados a edições domésticas, semiprofissionais e profissionais.

O trabalho de informática não é só o mais importante, mas também é o mais demorado e requer um nível de cuidado muito grande, para que não seja perdido tempo com tarefas que não serão utilizadas ou que não possuem a qualidade, forma ou duração necessárias ao projeto.

Antes da etapa de edição do filme, existe uma primeira fase na qual as animações gráficas que serão utilizadas devem ser produzidas. Para a produção das animações gráficas, são utilizados programas que trabalham com imagens em três dimensões. Esses, bem como os programas de edição, exigem bastante do computador, ou seja, quanto melhor for o equipamento de informática utilizado melhor a qualidade e menor o tempo de trabalho. Porém podemos definir uma configuração mínima do microcomputador partindo da recomendação dos fabricantes dos softwares utilizados (últimas versões), que segue:

- “ Microsoft Windows 98;
- “ Processador Intel - 300 MHz;
- “ 128 MB memória RAM;
- “ Hard Disk 10GB;
- “ Adaptador de exibição de vídeo de 16 bits;
- “ Monitor em cores com resolução de 800 x 600;
- “ Drive de CD-ROM;
- “ Placa de Som;
- “ Caixas de Som ou Fone de ouvido;
- “ Microfone
- “ Placa de Captura e exportação.

VII Principais programas utilizados

Para a produção de animações gráficas, um bom programa a ser utilizado é o 3D-MAX[13], fabricado pela Autodesk, Inc., a qual comercializa a sua versão 4, a atual, pelo valor de 3.495,00 dólares. As animações gráficas podem contemplar: a construção de objetos, a simulação de experimentos reais ou imaginários, a interpretação de processos físicos, etc. Podemos ver, pela figura 1, que aquele programa possui muitas opções e funções a serem utilizadas pelo usuário. Podemos ver quatro janelas que permitem vários tipos de visões do projeto de animação (por exemplo, superior, frontal, lateral e de uma câmera). O programa possibilita a elaboração do projeto, produção das animações e de figuras.

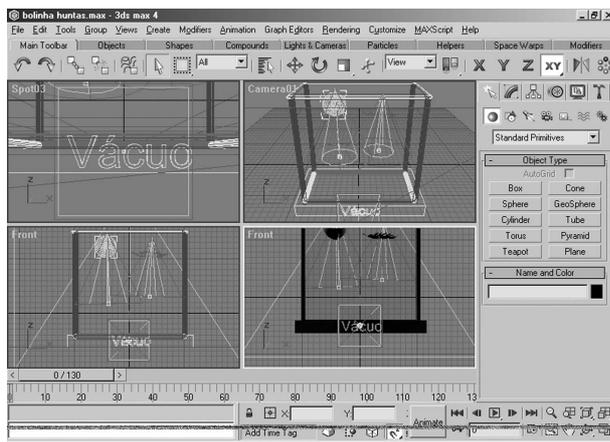


Figura 1. Tela do programas 3D-Max.

Um bom programa para a edição de filmes é o Adobe Premiere[14], que é fabricado pela Adobe Systems Incorporated, a qual comercializa sua atual versão 6, pelo valor de 819,00 dólares. Com ele é possível inserir transições, efeitos especiais, redução ou ampliação do tempo de animação e imagens, figuras, gráficos, textos, sons, etc. Este programa exige também muito do microcomputador. Na figura 2 podemos ver a interface do programa, os menus, e uma janela que possui “canais” de vídeos, um “canal” de transição entre os dois vídeos e um de som. Podemos ver também uma janela com as imagens, sons, textos e figuras utilizados no projeto de vídeos. Em outra janela, podemos visualizar uma lista de transições que podem ser utilizadas.

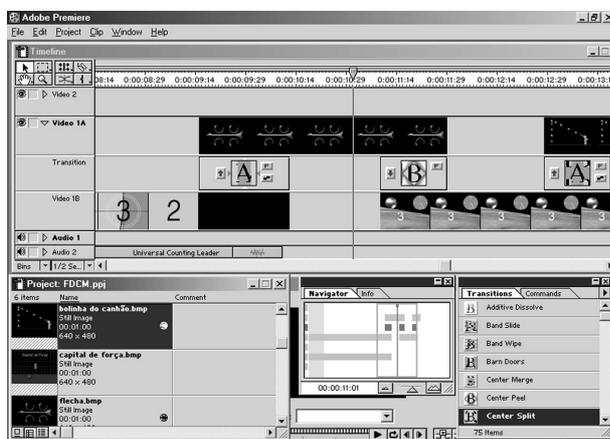


Figura 2. Programa Adobe Premiere.

Como utilizamos a edição de figuras e de fotografias, um bom programa é o Adobe Photoshop[15], que também é fabricado pela Adobe Systems Incorporated, a qual comercializa a versão 7 atual, pelo valor de 2.287,09 reais. Este programa possui muitas opções para trabalho e também uma boa qualidade de arte final. Na Fig. 3, podemos ver a interface com o usuário deste programa.



Figura 3. Interface do programa Adobe Photoshop.

Para a edição de som, um programa recomendável é o Cool Edit [16] que é fabricado pela Synttrillium Software, e comercializado por ela pelo valor de 69,00 dólares. Com ele é possível capturar sons, editá-los, eliminar ruídos, aumentar o volume do arquivo todo ou de partes, adicionar efeitos especiais, etc. A interface deste programa pode ser vista na Fig. 4.

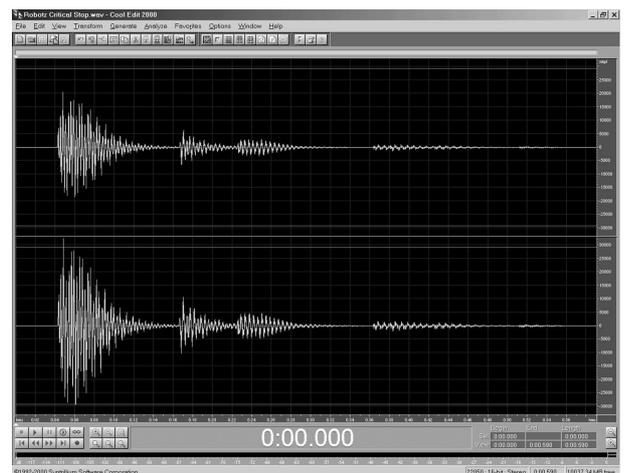


Figura 4. Interface do usuário do programa Cool Edit.

VIII Gravação em CD-ROM

Após a produção do filme, uma outra opção de divulgação é a gravação do mesmo em CD. Desta forma podemos atingir um público alvo maior, tendo em vista, como dissemos na introdução deste artigo, a democratização do ensino fazendo uso dos inúmeros recursos da informática. Outra vantagem do CD é que ele mantém a qualidade do filme por todo o período de sua vida útil, ao contrário da fita VHS, que, com o decorrer do tempo, pode desmagnetizar.

Para a gravação em CD-ROM, um programa bastante recomendável, e de fácil utilização, é o Authorware [17] que é fabricado pela Macromedia, a qual comercializa a atual versão 6, pelo valor de 2.699,00 dólares. Com ele podemos criar um CD auto-executável, o que facilita o seu uso. Na Fig. 5, temos a interface deste programa. Como podemos notar, ele é bem simples e muito prático.

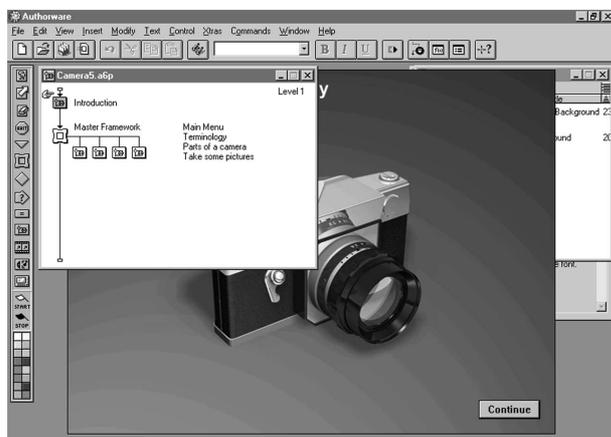


Figura 5. Programa Authorware.

IX Vantagem do uso da animação gráfica

Quando utilizamos os recursos da computação gráfica em um FDCM, o resultado obtido é de uma qualidade muito boa, pois com esse tipo de tecnologia podemos fazer com que a imaginação se torne realidade nas telas. Dessa maneira, podemos, por exemplo, passar para o filme uma visão “não física” da natureza. Em um dos filmes produzidos pelo LCV e intitulado “Uma introdução à noção do Conceito de Força”, mostramos uma trajetória de tipo aristotélico de uma bala de canhão (ver Fig. 6).

Nesse mesmo filme, ao ilustrar a noção de Mach sobre a controversa questão de “espaço absoluto” em Newton, podemos fazer as “estrelas fixas” girarem em torno de um balde, como mostra a Fig. 7a. No filme “O pêndulo e sua história”, ao ilustrar o funcionamento do pêndulo de Foucault, podemos fazê-lo oscilar sobre uma região próxima ao pólo, como mostra a Fig. 7b.

Outra possibilidade no filme citado foi a idéia de “capital de força”, Fig. 8-a, como na idéia de “impetus” de Philoponus; e animações de “vórtices”, fazendo uma flecha “voar”, Fig. 8-b, numa idéia aristotélica de “antiperistasis”.

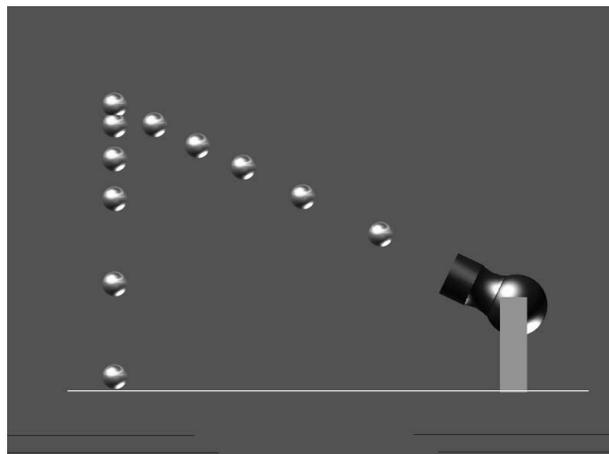


Figura 6. Bala de canhão descrevendo uma trajetória “aristotélica”.

a)



b)

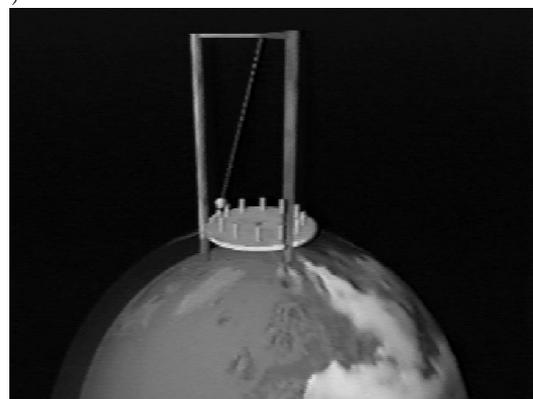
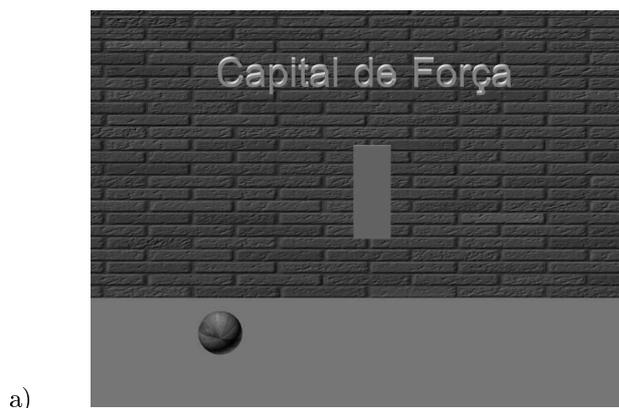
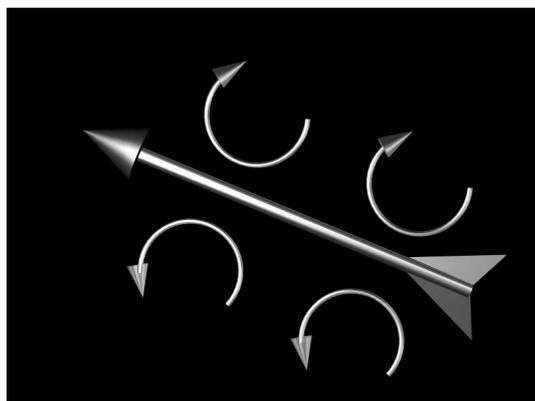


Figura 7: (a) Estrelas fixas girando em torno de um balde; (b) Pêndulo de Foucault.



a)



b)

Figura 8: (a) Idéia do Capital de Força; (b) Vórtices fazendo uma flecha voar.

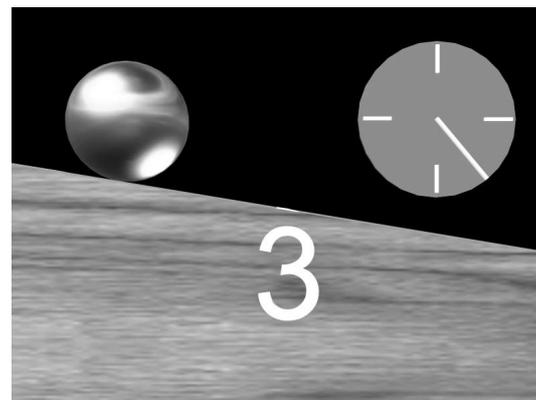
Podemos, também, simular um plano inclinado e, ao mesmo tempo, analisar quão rápido a bola desce por sua superfície (Fig. 9-a). Simulamos, ainda, o experimento de queda livre de uma pena e de uma bola, como podemos ver pela Fig. 9-b.

X Divulgação e publicação

Os vídeos e CD-ROMs produzidos foram apresentados em diversos foros de ensino e pesquisa. Em Congressos e Eventos dirigidos a especialistas e professores e alunos de Ensino Médio, no Brasil e no exterior, poderíamos destacar (título do trabalho, evento, local e data):

- “Filmes de Ficção Científica: Quadros de uma Exposição Aristotélica”, IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 1991.

- “Reaprendendo uma Física Julgada Extinta: A Dinâmica Aristotélica”, 3º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, Caxambu, 1991.



a)



b)

Figura 9: (a) Bolinha no plano inclinado; (b) Queda livre no vácuo ideal.

- “O Aparelho de Morin Revisitado”, VII Colóquio de História da Ciência, Águas de Lindóia, 1991.

- “Laboratory of Visual Creation”, Symposium Verbo-Visual Literacy, Delphi, Grécia, 1993.

- “A Conquista do Tempo na Cinemática”, X Simpósio Nacional de Ensino de Física, Londrina, 1993.

- “Production of Didactic Videofilms in Physics Teaching”, International Conference Thinking Science for Teaching, Roma, Itália, 1994.

- “O Ensino Formal sobre o Não-Formal: Uma Experiência de Produção de Vídeos Didáticos de Curta-Metragem”, IV Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Florianópolis, 1994.

- “Science Fiction in Physics Teaching”, Third International History, Philosophy and Science Teaching, Minneapolis, 1995.

- “Leonardo, Il Genio in Officina”, Settimana della Cultura Scientifica in Italia, Roma, Itália, 1995.

- “An Introduction to Fourier Optics”, International Conference GIREP/ICPE: New Ways of Physics Teaching, Ljubljana, Slovenia, 1996.

- "Didactic Videofilms Produced to Improve Physics Teaching", GIREP/ICPE, Ljubljana, Slovenia, 1996.

- "El Pendulo y su Historia", 1ª Muestra Latino-Americana de Video Universitario, Osorno, Chile, 1997.

- "Uma Breve História do Pêndulo", VI Simpósio Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, Rio de Janeiro, 1997.

- "Um Vídeo em Curta-Metragem sobre a Noção do Conceito de Força", V Congresso Latino-Americano de História das Ciências e da Tecnologia, Rio de Janeiro, 1998.

- "Physics and Astronomy in Non-Formal Situations of Science Teaching in Brazil: A Report of PET and LCV Projects", Int. Conf. GIREP/ICPE Hands-On Experiments in Physics Education, Duisburg, Alemanha, 1998.

- "A Short Film (and CD-ROM) on the Controversial Notion of the Concept of Force", Int. Conf. GIREP/ICPE Physics Teacher Education Beyond 2000, Barcelona, Espanha, 2000.

Todos estes eventos produziram artigos de divulgação ou de pesquisa em história e ensino de ciência em linguagem verbo-visual. Porém, tratando dos vídeos em si, o veículo de divulgação mais importante que utilizamos para a divulgação maciça (cerca de 6.000 exemplares por CD) destes foi a revista eletrônica "Science & Technology Magazine" (distribuída em CD-ROM), editado pela UNISAL e com sítio internet no endereço www.cptec.br/stm. Nesta revista, editamos, como já dito anteriormente, os seguintes produtos:

- "O Aparelho de Morin Revisitado";
- "O Pêndulo e sua História";
- "Leonardo, Il Genio in Officina";
- "Uma Introdução à Ótica de Fourier";
- "Uma Introdução à Noção do Conceito de Força".

Esse meio de divulgação foi aquele que mais se aproximou dos objetivos iniciais do projeto SPEC, ou seja, usar um instrumento de ensino multi e transdisciplinar para a democratização da informação e da formação docente e discente.

XI Dificuldades encontradas

Uma das maiores dificuldades na elaboração de um FDCM é a questão dos recursos humanos necessários, pois a pessoa que executa esta tarefa precisa saber trabalhar com os programas e com os equipamentos citados. E encontrar um estudante ou profissional com esta competência interdisciplinar não é tarefa das mais fáceis.

Desta forma, temos duas opções: a primeira, e mais cara, é a de contratar um profissional da área, o que inviabiliza qualquer projeto modesto dentro das universidades, devido aos custos envolvidos. Outra opção é proporcionar treinamento às pessoas envolvidas, que

geralmente são alunos de graduação ou pós-graduação. Isto leva tempo, pois, geralmente, o que se tem para proporcionar num treinamento deste gênero são os programas e os manuais ou tutoriais, e, muito raramente, uma pessoa com algum conhecimento na área e que esteja disposta a colaborar. Aqui esbarramos com a crônica falta da interdisciplinaridade.

Outra grande dificuldade é a aquisição dos programas e dos equipamentos de boa qualidade, que tem alto preço de mercado.

XII Perspectivas futuras

Pretendemos, a partir da aquisição de equipamentos, elaborar um sítio internet, onde os vídeos produzidos pelo LCV estarão disponíveis para todas as pessoas. Para isso teremos que solucionar um grande problema para quem trabalha com imagens: o tamanho dos arquivos gerados. Para resolver isso, buscaremos uma forma de compactar as imagens sem perda de qualidade.

Alternativas para diminuir custos

Existem várias medidas que podemos tomar para reduzir o custo de um FDCM. As principais são:

1. Trocar o vídeo S-VHS pelo VHS comum;
2. Usar, em vez de uma placa de captura e exportação, uma placa de vídeo com saída para VHS. Desta forma não teremos imagens capturadas, não sendo também necessária a câmara filmadora;
3. Trocar os programas comprados por versões "demo", "Trial" ou apelar para programas emprestados de outras unidades que compõem a Universidade.
4. Utilizar versões anteriores dos programas citados, desta forma a configuração mínima do computador pode ser reduzida. Por exemplo, podemos trabalhar com a versão 1 do 3D-MAX em um computador que tenha um processador Intel registered - 200 MHz e com 32 MB de memória RAM.

XIII Conclusão

A elaboração de um FDCM, como pode ser depreendido pelo presente artigo, não é uma tarefa trivial. Porém, com algum esforço e com a esperança do lançamento de prováveis editais da CAPES, CNPq ou das Fundações de Amparo à Pesquisa para a elaboração de projetos de divulgação científica centrada em multimeios, podemos vislumbrar um futuro em que os alunos poderão elaborar, eles próprios, seus conhecimentos físicos de forma visual e alterá-los à medida que a educação formal lhes proporcione uma potencial condição de saltar das idéias alternativas para aquelas consagradas pelos inúmeros paradigmas da física antiga, moderna e contemporânea.

Referências

- [1] Bryan, C.D.B. *The National Geographical Society: 100 Years of Adventure and Discovery*. New York: Harry N. Abrahams Inc., 1987.
- [2] Zollman, D. A. *Teaching and Learning Physics with Interactive Video*. Website: <http://www.phys.ksu.edu/perg/dvi/pt/intvideo.html>, 2002.
- [3] Bruner, J. *The Process of Education*. Cambridge: Harvard U.P., 1961.
- [4] *Física* - PSSC. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1964.
- [5] *Projecto Física* (Harvard Project Physics). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.
- [6] Sagan, C. *Cosmos*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.
- [7] Goodstein, D. *et al. The Mechanical Universe*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [8] *PHYSICS: CINEMA CLASSICS*. Videodiscs produced by American Association of Physics Teaching, College Park, 1992.
- [9] Vicentini, M., Ianello, M.G. *et al. Física*. Roma: RAI/Università "La Sapienza" di Roma, 1980.
- [10] SCIENCE & TECHNOLOGY MAGAZINE. <http://www.cptec.br/stm>. Campinas: UNISAL.
- [11] Placa Miro DC30 http://www.icttechnology.com/Video/MiroDC30_Main.htm
- [12] Pinnacle Systems - <http://www.pinnacle.com.br>
- [13] 3D-Max, Autodesk, Inc <http://www.discreet.com/products/3dsmax/>
- [14] Premiere, Adobe Systems Incorporated. <http://www.adobe.com.br/products/premiere/>
- [15] Photoshop, Adobe Systems Incorporated. <http://www.adobe.com.br/products/photoshop/>
- [16] Cool Edit, Syntrillium Software <http://www.syntrillium.com/cooledit/>
- [17] Authorware, Macromedia <http://www.macromedia.com/software/authorware/>