

Universidade Estadual de Campinas



F809 – Instrumentação para Ensino

RELATÓRIO FINAL

**Título: Aperfeiçoamento e Digitalização
das Experiências do Banco de Rotações**

1º Semestre 2005



Aluno: Ivan Mingireanov Filho (RA 950835)

Orientador: André Koch Torres de Assis

10 de Junho de 2005

Resumo:

Esta disciplina F809 – Instrumentação para o Ensino – tem como um dos objetivos aplicar o conhecimento que adquirimos ao longo de nossa graduação para melhorar o ensino de física. Através de montagens ou apresentações podemos aplicar este conhecimento no nível do ensino médio. Estas montagens e apresentações também nos ajudam a desenvolver uma habilidade de elaborar aparatos que possam nos auxiliar na atuação como professores. Porém, muitos destes projetos acabam ficando sucateados com a passagem do tempo, sendo isto um grande desperdício.

No final de cada semestre, estes trabalhos desenvolvidos durante a disciplina F809 são apresentados. O professor Lunazzi registra em vídeo estas apresentações, contribuindo para a preservação dos trabalhos feitos pelos alunos. Mas mesmo assim, estes vídeos feitos acabam ficando de difícil acesso para a grande maioria das pessoas.

Este projeto de ensino tem como objetivo melhorar o aproveitamento dos trabalhos já realizados. Nele, será utilizado o banco de rotações montado pelo aluno Gustavo Vitti no 2º semestre de 2004 e os experimentos realizados por ele, [1].

Serão feitas melhorias nos experimentos e novas filmagens. O motivo das novas filmagens é que as apresentações são limitadas pelo espaço e tempo disponíveis, luminosidade ambiente e vibrações da câmera.

Posteriormente, estes vídeos serão editados, com algumas inserções de textos para serem didáticos e auto-explicativos, e disponibilizados em sites ou em CDs.

Analisou-se alguns vídeos didáticos, ver [2] e [3], para se desenvolver idéias de como fazer boas filmagens.

Procedimento realizado:

No trabalho do Gustavo foram realizados 4 experimentos: balde de Newton, pêndulo de Foucault, chama da vela e o disco de Newton. No presente trabalho decidiu-se trabalhar apenas com os 3 primeiros experimentos, visto que o disco de Newton é uma experiência bem popular, muito encontrada em escolas e é fácil de ser feita por alunos.

As melhorias consistiram em facilitar as montagens e melhorar a visualização do fenômeno físico ilustrado pelo experimento. A primeira melhoria que foi realizada é o encaixe dos aparatos no disco do banco de rotação. O encaixe original estava muito rudimentar, feito com uma presilha que acabava batendo na correia ao girar o disco. Foram feitos dois furos na base circular do disco, diametralmente opostos, onde são colocados parafusos com porcas para prender os aparatos.

Foram feitas as filmagens iniciais para todos os experimentos. Mas, durante as edições, acabou-se decidindo por filmar novamente para tentar otimizar ainda mais a visualização, melhorando desde o ângulo escolhido até a montagem experimental.

- Balde de Newton:

No balde de Newton a melhoria foi basicamente o encaixe e a re-filmagem.



Fig. 1 – Balde de Newton.



Fig. 2 – Balde de Newton em rotação na filmagem final.

- Pêndulo de Foucault:

Foram feitas várias modificações no arranjo experimental da experiência do pêndulo de Foucault. Foi feito um aparato maior do que o anterior, onde se pode encaixar uma esfera de isopor com cerca de 14 cm de diâmetro, que foi pintada como o globo terrestre, para ficar embaixo do pêndulo. O pêndulo é fixado no suporte de 30 cm de altura. Isto permite ao pêndulo oscilar com maior liberdade, sem bater nas extremidades do suporte durante as rotações. A montagem com o globo foi para ajudar a interpretação do referencial inercial a ser observado durante a oscilação do pêndulo. Esta foi uma das dificuldades do público que assistiu a apresentação no semestre passado.

O girador colocado para permitir que o plano de oscilação do pêndulo fique parado em relação a um referencial inercial, enquanto todo o aparato gira em relação a este referencial inercial, também apresentou dificuldade de evidenciar o fenômeno para baixas rotações. Foram feitos testes com o girador travado, tendo melhorias razoáveis, mas o fenômeno é realmente mais visível para rotações um pouco mais rápidas.



Fig. 3 – Pêndulo de Foucault.



Fig. 4 – Iluminação utilizada nas filmagens.

Já na segunda bateria de filmagens, decidiu-se colocar um peso maior para oscilar. Assim, ao girar o sistema, o plano de oscilação do pêndulo não giraria tanto devido às influências como a torção no fio. Outro detalhe modificado foi o comprimento do pêndulo, pois sendo maior, teria um período de oscilação maior e de melhor visualização.



Fig. 5 – Pêndulo de Foucault oscilando na montagem final.

- *Chama da Vela:*

Já a experiência da chama da vela em rotação apresentou mais problemas para a filmagem. A iluminação foi um problema mais difícil de resolver. O recipiente em que são colocadas as velas é meio translúcido. Não foi possível um outro com a dimensão e com o peso necessário, a baixo custo. Mas mesmo com o recipiente original, o efeito conseguido foi muito satisfatório.

Primeiramente, foi sugerido a colocação de um número maior de velas para melhorar a visualização da inclinação da chama em direção ao centro quando se gira todo o sistema em relação ao laboratório. Mas com quatro velas o calor fica mais intenso e quase derrete a tampa. Sem falar que a experiência tem que ser feita rapidamente, pois as chamas queimam o oxigênio do recipiente muito rapidamente e acabam se apagando. Mas como o objetivo principal é somente filmar o fenômeno, o tempo acaba sendo suficiente. Para maior estabilidade da fixação das velas, foram utilizadas velas mais grossas e mais baixas, o que também contribuiu para evitar o derretimento da tampa.

Outra melhoria que ajudou muito foi a iluminação lateral, que acabou também sendo utilizada para a filmagem das demais experiências. Foram colocadas duas lâmpadas laterais, uma de cada lado para tentar iluminar o corpo das velas, encontrando-se uma posição tal que a luz que fosse refletida pelo recipiente evitasse a câmera.

Para tentar visualizar melhor o efeito da rotação da massa de ar interna e a ação centrífuga, foram colocados pequenos objetos, no caso arruelas de parafusos, presas na tampa. Conforme o sistema gira, as arruelas tendem a se afastar do eixo de rotação. Porém, elas balançavam muito e acabavam batendo nas chamas das velas, queimavam o fio e caíam. Então foram colocados fios metálicos bem finos e parafusos, dando um efeito visual bem interessante.



Fig. 6 – Recipiente com as velas.



Fig. 7 – Aparato em rotação com pêndulos.



Fig. 8 – Aparato com as chamas inclinadas para o centro e os pêndulos inclinados para fora nas primeiras montagens.

Durante as re-filmagens, os objetos que não haviam ficado muito visíveis foram colocados do lado de fora. E as arruelas e parafusos foram substituídos por chumbos. O ângulo de filmagem também foi alterado, com um resultado bem satisfatório.



Fig. 9 – Nova montagem com os pesos do lado de fora.



Fig. 10 – Nova filmagem sob novo ângulo e mais próxima.

Filmagem:

As fotografias e a filmagem foram feitas por uma câmera fotográfica digital da marca Sony, modelo P-73. Para as fotografias utilizou-se 4.1 megapixels de resolução e para as filmagens 640 X 480 pixels, com um chip de memória de 256 Mbytes. É uma qualidade muito boa, visto que televisores comuns chegam a uma resolução de 800 X 600 pixels.

Neste caso, não foi necessária fazer a captura com uma placa específica como estava previsto inicialmente,



pois seria filmada com uma câmera VHS. Esta câmera digital tem uma saída USB, onde os arquivos de vídeo podem ser baixados no microcomputador no formato MPEG diretamente.

A câmera foi colocada em um tripé para evitar a sua movimentação e trepidação. A iluminação foi montada lateralmente para minimizar as reflexões na parede do recipiente, conforme as fotografias anteriores.

Edição:

A edição dos vídeos foi realizada para torná-los didáticos, com legendas explicativas. Para isso, foi utilizado o software que acompanha a placa de captura de vídeo da Pinnacle, o Pinnacle Studio 9.1.2, que permite essas inserções de legendas e muitos outros recursos. É um software específico para isso e considerado um dos melhores do mercado, pela quantidade de recursos e precisão. O micro utilizado é um processador AMD 2400MHz com 512MB de RAM e HD80GB 7200RPM. É uma configuração considerada média. Numa configuração inferior do microcomputador a edição fica comprometida e muito lenta, devido a intensidade de dados utilizada.

O processo começa com a importação dos vídeos na guia de edição, que neste caso foram gerados já no formato MPEG e gravados no computador pela entrada USB. Para visualizar o vídeo, basta clicar no nome do arquivo que é exibida no primeiro quadro do arquivo. Para importar é só arrastar o arquivo para a linha do storyboard.

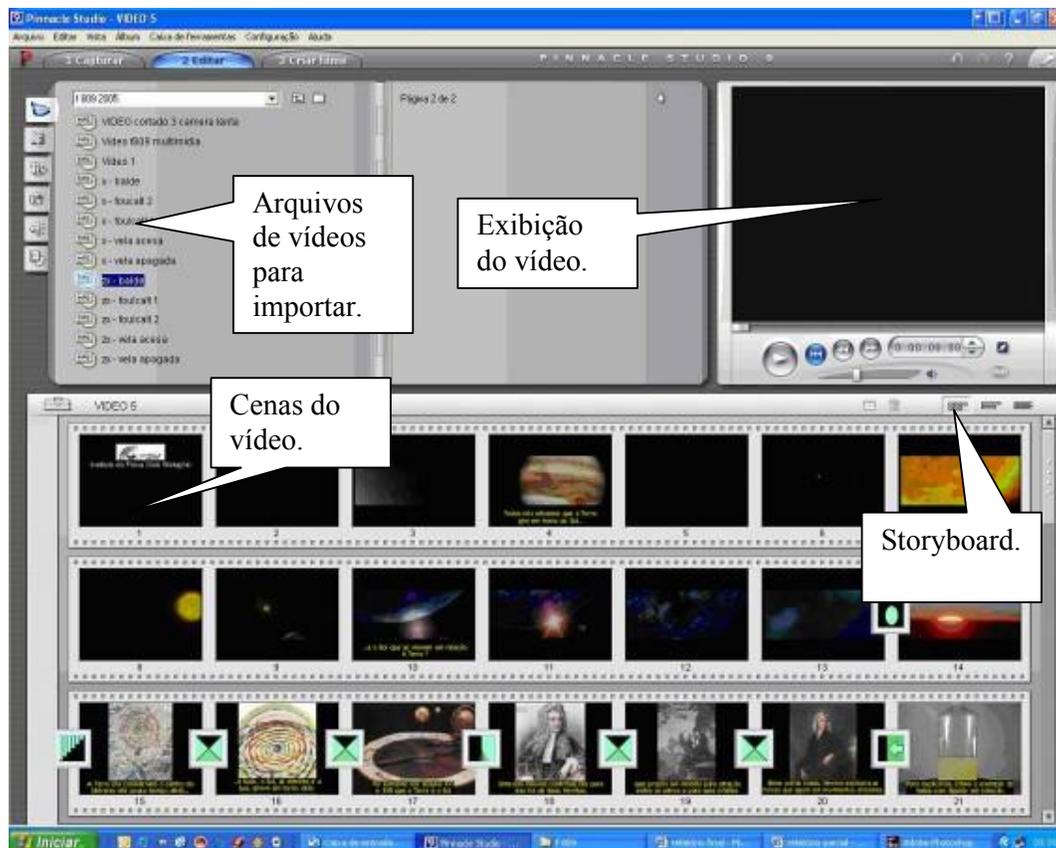


Fig. 11 – Tela do Studio 9 mostrando o storyboard.

No modo de exibição Timeline, abre-se uma infinidade de opções. Temos neste modo 5 trilhas: vídeo, áudio original do vídeo, texto, efeitos sonoros e música, todas independentes e sincronizadas.

Na edição, foi retirado o áudio original e acrescentado duas músicas de fundo, sendo que a 2ª repete-se uma vez.

Em todas as trilhas temos a opção de cortar as cenas com muita facilidade, clicando na cena ou no quadro selecionado. Arrastando o mouse para o final ou começo da cena, reduz-se os trechos indesejados.

Para acrescentar as transições, basta arrastá-las para o ponto desejado. E se desejar mudar o tempo da transição, basta clicar nela na trilha e reduzir seu tamanho, do mesmo jeito que se faz com os quadros ou cenas.



Fig. 11 – Tela do Studio 9 mostrando o timeline e as trilhas.

Para inserção das legendas, foi utilizado o modo texto que aparece sobre as imagens de vídeo e fotos. Atrás das legendas foi colocado um retângulo preto para realçar a legenda e facilitar sua leitura. O tempo de duração também pode ser alterado do mesmo modo que são cortadas as cenas de vídeo, podendo também arrastá-las para mudar o instante que elas entram no vídeo.

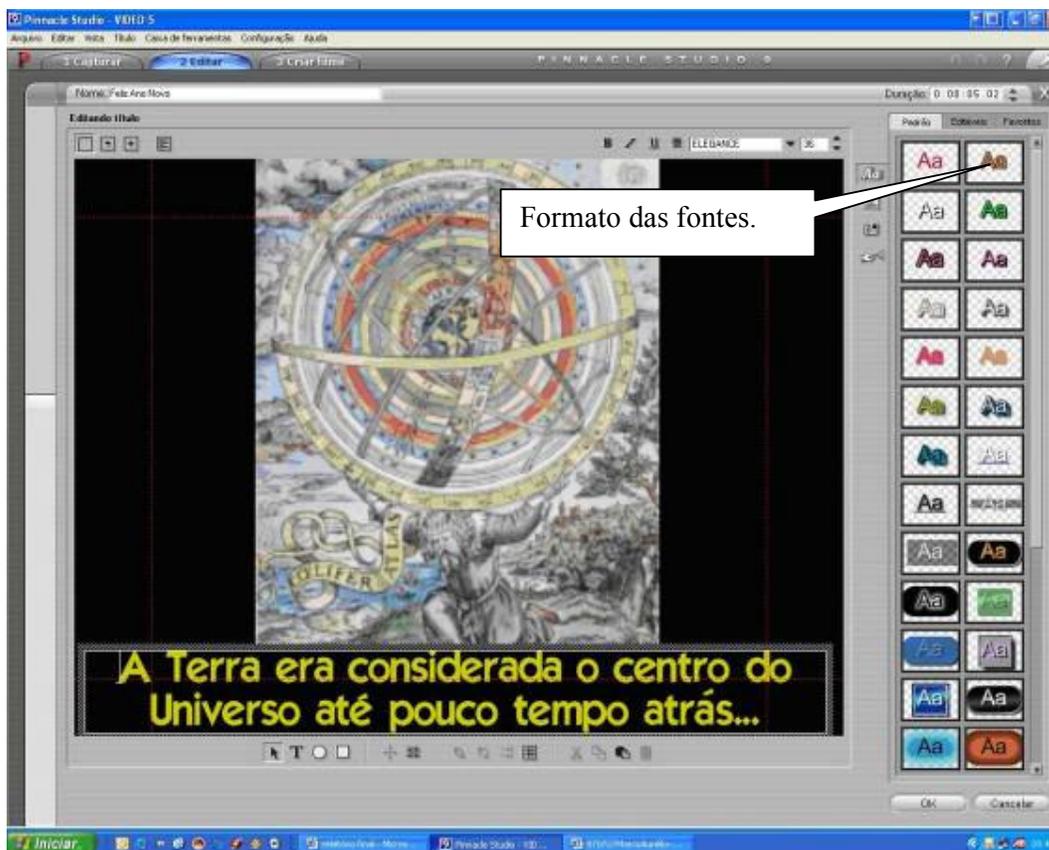


Fig. 12 – Tela do Studio 9 mostrando o ambiente de edição de textos.

No vídeo do experimento do pêndulo de Foucault, realizou-se um efeito de congelamento da cena, cortando o vídeo. Para isso, abriu-se a caixa de ferramentas de vídeo, no botão de isolar um quadro a partir da entrada de vídeo, onde mais acima há ainda uma outra opção de isolar quadro do filme ou da entrada de vídeo. Isolando o quadro, pode-se inseri-lo no vídeo ou salva-lo como arquivo de foto BMP ou JPEG.

Para auxiliar a visualização do efeito de manter o plano de oscilação do pêndulo, foi acrescentada uma seta junto com as legendas, na trilha de textos.



Fig. 13 – foto do quadro congelado para mostrar o ponto em que o corpo foi abandonado, ilustrado com a seta e explicado com a legenda.



Fig. 14 – Tela do Studio 9 mostrando a opção de isolar quadros a partir do filme.

No início dos vídeos, foi acrescentada uma pequena animação do sistema solar de um documentário exibido pela Discovery Channel, [5]. Nesta animação foi aplicado um efeito de reduzir a velocidade de reprodução, o efeito de câmera lenta. Para isso, dentro da caixa de ferramentas de vídeo, há um botão de adicionar efeito. Em seguida escolhe-se efeito de tempo, selecionado a velocidade desejada.

Foram inseridos também fotos disponíveis na internet, outras escaneadas da revista Scientific American, [4]. Para inserí-las, clica-se na guia de exibição de fotos ou quadros isolados e as fotos ou quadros são arrastados para o vídeo.

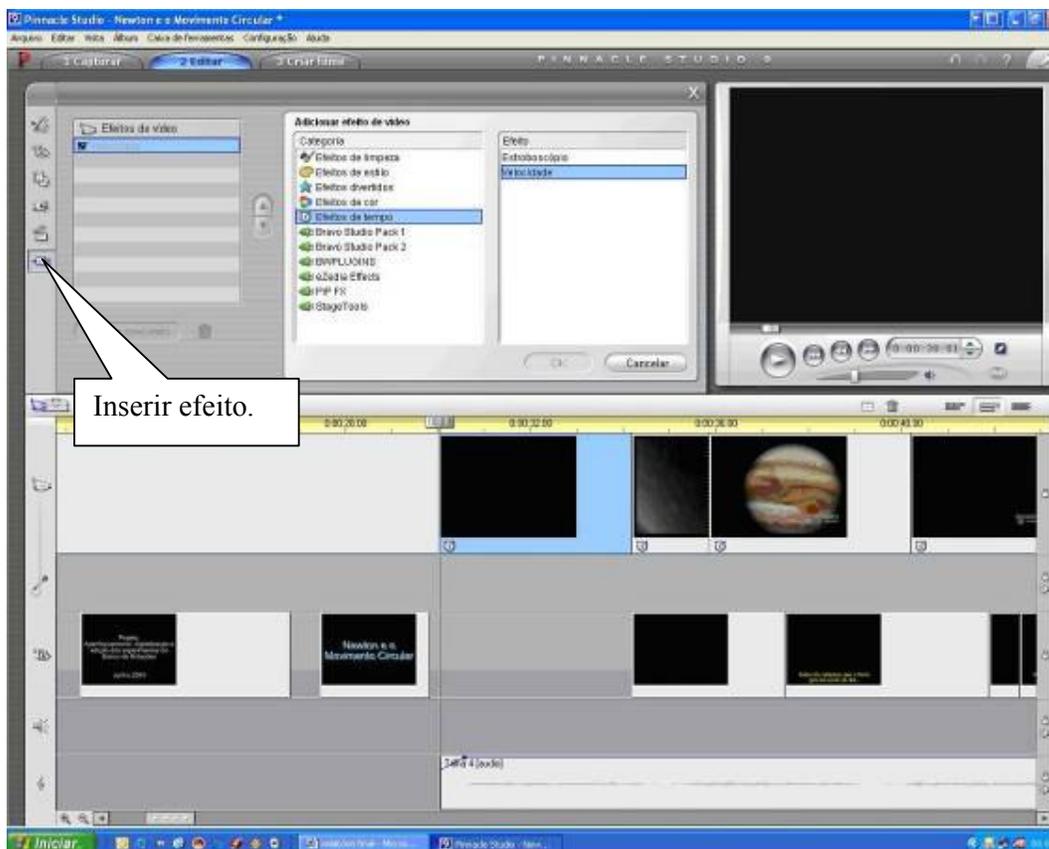


Fig. 15 – Tela do Studio 9 mostrando o menu de efeitos.

Teve de ser utilizada alguma criatividade ao longo do trabalho. Por exemplo, na transição de duas filmagens do pêndulo de Foucault, havia um problema que as duas cenas eram quase idênticas. Por isso, na passagem de uma para a outra, o pêndulo aparecia de repente pulando de um ponto para o outro. E por mais que se tentasse escolher alguma transição para eliminar isso, teve que ser colocado um quadro escuro, sem imagem nenhuma, fazendo a transição entre as duas cenas, dando a sensação de que era uma outra tomada de uma experiência.

Foram acrescentados textos com os logotipos do Instituto de Física Gleb Wataghin e da Unicamp, os créditos dos professores coordenador da disciplina, prof. José J. Lunazzi, e do orientador, prof. André K. T. Assis, assim como do aluno Gustavo Vitti, que montou o banco de rotações. Além disso, foi acrescentado o nome do projeto.

Um detalhe interessante é que, para que fosse possível acrescentar estes créditos, teve de ser colocada uma imagem na trilha de vídeo com um quadro escuro para o software permitir que tivesse uma trilha de texto.

Criação do Filme:

Para criarmos o filme, precisamos procurar uma opção que tentasse manter a qualidade. Pois o vídeo precisa ter uma definição razoável para ser possível ler as legendas e textos. Além disso, precisa ter o tamanho minimizado para ser menos espaçoso para armazenamento nos sites e tal que seja possível fazer rapidamente um download para outros computadores a partir da internet. Com isso em mente, foram

criados vídeos em vários formatos. Todos estes formatos foram gravados em um CD. Assim a utilização de qual formato utilizar fica a critério do usuário.

São vários os formatos em que os vídeos podem ser digitalizados. Um deles é o Vídeo CD (VCD), lançado há vários anos atrás. Ele permite que um vídeo inteiro seja armazenado em alguns CD-ROMs e ainda oferece a mesma qualidade de imagem que um VHS normal. Outro formato mais novo que surgiu é o S-VCD, com uma qualidade superior.

Foram gravados também outros CDs, um com o vídeo no formato VCD, outro no formato S-VCD para usar em DVD players. Nestes CDs não foram acrescentados menus para evitar incompatibilidades com alguns DVD players (alguns enroscam no menu inicial, travando e impedindo o acesso ao vídeo, como citado no relatório de Marco Aurélio Bernardes de Oliveira, [10]). Foi verificado esta dificuldade e dependendo do aparelho o menu de fato enrosca. Por isto gravamos um CD separado sem estes menus.

O que muda basicamente de um formato de vídeo para o outro é a forma de comprimir e descomprimir os dados, utilizando um codec (compressor/descompressor). Os codecs utilizados para comprimir vídeos de DVDs e vídeos CDs resultam em reproduções de alta qualidade, porém em arquivos muito extensos.

Em contraste com isto, os vídeos que você efetua download ou assiste em stream pela internet são, em geral, simplificados para reduzir o tamanho dos arquivos. Isso significa que a qualidade da imagem e sua reprodução (taxa de quadros/frame rate) são comprometidas com a intenção de diminuir o tamanho destes arquivos.

Um tipo comum de arquivo é o formato Audio vídeo Interleaved (AVI), também conhecido como vídeo para Windows. Estes arquivos podem ser reproduzidos utilizando a maioria dos reprodutores de mídia, incluindo o QuickTime da Apple para Windows (.MOV) e o Windows Media Player da Microsoft. A vantagem é que normalmente esses reprodutores de mídia incluem esses codecs, garantindo que este formato funcione.

Foi gravado um arquivo no formato AVI, que foi descartado, pois não havia praticidade alguma devido ao seu tamanho ter ficado de 1GB. Apesar disso, a qualidade ficou excelente, com uma resolução de 720 x 480, ajustada pelo software, uma vez que as entradas dos vídeos foram com uma resolução menor.

Outro formato muito difundido é o MPEG, que analogamente ao MP3 foi criado para comprimir arquivos de músicas WAV e outros. O MPEG (Moving Picture Expert Group) foi desenvolvido para comprimir conteúdo de vídeo e multimídia. Este formato acaba tendo uma utilização bem maior, já que se consegue uma compressão muito boa dos dados, chegando a tamanhos pequenos o suficiente para se compartilhar estes arquivos pela internet com muito boa qualidade.

O Studio 9 oferece a opção entre MPEG-1 e MPEG-2. Entretanto, há ainda o MPEG-3 e MPEG-4. O MPEG-1 é a maneira mais eficiente de compressão, comparado com o AVI ou o MOV. E é compatível com a maioria dos computadores.

Esta compatibilidade não acontece com o MPEG-2, apesar de este ter uma compressibilidade superior ao MPEG-1. A melhoria principal é a taxa de transferência, mas com resolução também um pouco maior (720 x 576). É neste formato que são gravados os S-VCDs. Isso significa que a informação pode ser levada com mais rapidez, criando uma resolução melhor. E é por isso que ele foi eleito para ser utilizado na TV digital e nos codificadores de DVDs. Porém, como é de se esperar, o tamanho do arquivo também é maior.

Um cuidado especial nos arquivos gravados em MPEG2 é que ele não funciona em qualquer micro.

No entanto, se utilizar um filme de DVD no computador, verá que são arquivos grandes com extensão VOB. E um filme comum tem em torno de 8GB (com os extras e tudo que oferece o DVD).

O formato MPEG-3 foi abandonado no estágio de pesquisa. Mas o MPEG-4 é uma nova técnica de compressão que utiliza vídeos de alta qualidade, presumindo que exista bastante espaço de memória disponível. Com um índice de compressibilidade maior, permite que se codifique o áudio em várias formas diferentes, o que significa que o som estará mais sincronizado com a ação. Há ainda um outro formato que está começando a se difundir, o DivX, que é baseado no codec do MPEG-4. Porém o codec utilizado é diferente.

Outro formato que existe e decidimos utilizar é o RealPlayer ou Realvideo (.RM), onde tem-se a vantagem do player ser gratuito. Neste formato há várias opções de qualidades, mas o que mais interfere neste caso é a taxa de transferência de dados, que no Studio tem a opção do público-alvo, optando pelo tipo de conexão do usuário. É um formato principalmente destinado para compartilhar vídeos pela internet, visto que fica com um tamanho reduzido mesmo.

Podemos observar que na qualidade de modem (conexões até 56 kb/s) é para pouca transmissão de dados no vídeo, o que resulta em uma qualidade muito inferior, sendo de difícil visualização dos experimentos, pois reduz também a quantidade de quadros por segundo.

E por fim, para tentar atender um público ainda maior, foi gravado uma fita VHS. Para isso, há um campo específico do Studio 9 onde ele renderiza o vídeo e gera o sinal na saída RCA para ligar num videocassete e gravar. O sinal sai com uma resolução de 720 x 480 pixels.

A seguir, uma tabela com os arquivos gerados, suas qualidades e tamanhos.

Formato	Tamanho do arquivo	Qualidade
MPEG1 – Windows Media Player	57 MB	160 x 112
MPEG1 – Windows Media Player	57 MB	320 x 240
MPEG2 – Windows Media Player	74 MB	640 x 480
RM – Real Player	20 MB	240 x 180 DSL/256 k
RM – Real Player	21 MB	320 x 240 DSL/256 k
RM – Real Player	39 MB	320 x 240 DSL/512 k
RM – Real Player	3,2 MB	320 x 240 modem
VCD	46 MB	
SVCD	88 MB	512 x 480
AVI	1 GB	720 x 480
Fita VHS	4 min 33 s	720 x 480

Convém ainda acrescentar que o 2º arquivo da tabela no formato MPEG1 foi gravado em uma opção do próprio Studio 9, chamada de multimídia. Nela temos a configuração de 320 x 240 pixels e taxa de transmissão de dados de 1500 kb/s. Por ser uma opção do software, acreditamos que é uma configuração que otimiza a relação qualidade/tamanho do arquivo, tendo uma qualidade muito boa. Caso se deseje gerar um arquivo menor, pode-se diminuir a taxa de transmissão, sendo que isto comprometerá a qualidade das imagens.

Conclusão:

Podemos concluir que o processo de otimização do experimento foi feito através da tentativa e do erro. Começamos com o projeto montado inicialmente pelo aluno

Gustavo Vitti. Durante este projeto, foram feitas as primeiras montagens e as primeiras filmagens. Observou-se a necessidade de melhorar algumas montagens experimentais e também de serem feitas filmagens em outros ângulos e com fontes de iluminação mais apropriadas. Em outra bateria de testes foram feitas pequenas melhorias que geraram resultados ainda melhores.

Observamos que podemos ter desde uma filmagem com qualidade excelente até uma bem ruim, mas todas têm a sua utilidade e o público a atingir.

O processo de digitalização e edição tem uma certa simplicidade pela praticidade oferecida pelos softwares atuais, principalmente o Studio 9 que utilizamos. Porém, o nível de complexidade depende da intenção e do objetivo desejado. Pois o software permite alguns recursos que se tem em uma mesa de edição de estúdio de TV. Pode-se até dizer que é como ter uma pequena ilha de edição em casa. Nos casos em que o software não tem os recursos dos grandes estúdios, deve-se entrar com a criatividade.

Quando nos deparamos com algumas tecnologias como esta, admiramos ainda mais o talento de certos gênios do começo do cinema como Charles Chaplin, que faziam verdadeiros milagres. E hoje, com tudo isso disponível, temos o privilégio de desenvolver métodos para utilizá-la para o ensino, aproximando o aluno da ciência. E tentando falar um pouco mais na linguagem desta mídia com a qual somos constantemente bombardeados.



Bibliografia:

[1] Relatório final do projeto "banco de rotações" apresentado à disciplina F809 do Instituto de Física da Unicamp no segundo semestre de 2004, feito pelo aluno Luís Gustavo Vitti, sob a orientação do Prof. André K. T. de Assis.

[2] Vídeos da Enciclopédia Ilustrativa de Física, disponíveis na Biblioteca do Instituto de Física da Unicamp.

[3] Vídeos "Física no Ensino Fundamental", produzidos com o apoio financeiro da VITAE e a partir do livro CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: O CONHECIMENTO FÍSICO, disponíveis para download em <http://www.fe.usp.br>

[4] Revista Scientific American (Brasil) – coleção Gênios da Ciência: Newton Pai da Física Moderna, 06/09/2005.

[5] Documentário Série Hiperespaço – Vida, exibido pela Discovery Channel.

[6] Site do realplayer - <http://brasil.real.com/player/>

[7] Site do fabricante da placa de captura DC10plus e do software Studio 9: <http://www.pinnacle.com.br/>

[8] Revista Digital Vídeo – CD Expert – ano 1 nº 1.

[9] Manual do Studio 9 que acompanha a placa de captura de vídeo DC10plus AV/DV.

[10] Relatório final do projeto “VÍdeos Didáticos” apresentado à disciplina F809 do Instituto de Física da Unicamp no 1º semestre de 2003 pelo aluno Marco Aurélio Bernardes de Oliveira.