

UMA NOVA ESTRATÉGIA PARA O LABORATÓRIO DE FÍSICA NO 2º GRAU: ELABORAÇÃO DE VÍDEOS PELOS ESTUDANTES

Ana Tereza Filipecki

Grupo Integrado Madalena Kahn e CETIQT, Senai, RJ
e-mail:afilipec@cetiqt.senai.br

Susana de Souza Barros

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro
e-mail: susana@if.ufrj.br

*"Ora, a parte da inteligência que mais se vincula
com os olhos é, como se sabe, a imaginação."*

Cassiano Ricardo, 1928

Resumo

A análise da prática das abordagens geralmente utilizadas no Laboratório de Física do 2º Grau, leva a reconhecer sua baixa contribuição para a aprendizagem conceitual da física. No ensejo de modificar essa situação, foi escolhida uma estratégia 'lúdica' que atende objetivos cognitivos e afetivos e permite que os estudantes trabalhem de forma significativa os conceitos da Física escolarizada, fazendo observações em situações experimentais por eles criadas. A escolha instrumental recaiu no uso da câmara de vídeo, como técnica de registro para desenvolvimento dos vídeos. A elaboração do vídeo solicita critérios básicos: ser instrutivo (*auto-explicativo*) e apresentar seqüência lógica; explicar com clareza os conceitos físicos e suas aplicações; refletir organização e obedecer formato mínimo de normalização. O efeito sobre a cognição solicita que através da reflexão os estudantes modelem o fenômeno e gerem imagens da sua compreensão dos conceitos da física. Uma primeira tentativa de análise é feita correlacionando os objetivos para o laboratório propostos por Nedelsky com as classes de representações mentais de Johnson -Laird. Os 86 vídeos produzidos foram classificados como: i) experiências escolarizadas dentro e fora do laboratório; ii) situações do cotidiano; iii) entrevistas com especialistas sobre temas da física ou tecnológicos e iv) situações híbridas. São discutidos quais dos objetivos iniciais do trabalho foram atingidos e qual a expectativa do efeito da metodologia em relação aos processos de ensino-aprendizagem dos conceitos físicos trabalhados no laboratório escolar.

1. Justificativa

Uma reflexão crítica sobre o papel do Laboratório de Física como vem sendo trabalhado no ensino médio, nas suas diversas abordagens, nos leva a reconhecer sua baixa contribuição para a aprendizagem¹.

As atividades laboratoriais são consideradas, com justa causa, pela maioria dos pesquisadores e professores, no mundo inteiro, como essenciais para a construção conceitual da Física. No entanto concordamos com a seguinte afirmativa de Boud et alli. (1986): "(...)

¹ O grande número de trabalhos dedicados ao laboratório ao longo dos últimos 50 anos, suas metodologias, formas de apresentação, etc. são um forte indicador do descontentamento que existe em relação aos resultados do processo ensino-aprendizagem de física. Já em 1965 os comentários de Nedelsky a esse respeito são bastante críticos e pode se dizer, pessimistas.

existe pouca evidência que essa função seja atingida eficientemente. Tampouco está muito claro o fato dessa função ser bem compreendida(...)”.

As atividades experimentais estão relacionadas a objetivos que desenvolvem habilidades processuais importantes. Trata-se de habilidades e objetivos estabelecidos ao longo de várias décadas e descritos repetidamente pelos autores da literatura especializada, dentre os quais destacamos a obra de Nedelsky (1965), que pese o tempo transcorrido permanece tão atual como quando foi produzida. Para esse autor, o objetivo central do laboratório introdutório deveria ser desenvolver a *compreensão do estudante sobre a relação entre ciência e natureza*, isto é, a maneira como o físico descreve os fenômenos, confrontando sua descrição (modelo) com a realidade. Aprender, enfatiza o autor, exige esforço do pensamento (*hard thinking*) e “esse esforço deve ocorrer no laboratório e na presença de objetos materiais relevantes”(idem, p.75).

Mas não basta apenas colocar o estudante em contato com o fenômeno; é necessário que a experiência seja planejada e guiada à luz de *objetivos detalhados e explícitos*. Uma terceira e última condição, apontada por Nedelsky para a aprendizagem, é a *motivação* do estudante. O resultado de cada experimento deve interessar ao estudante, cada passo deve fazer sentido para ele e o resultado deve ter como consequência a compreensão do fenômeno físico à luz do modelo teórico utilizado para realizar a experiência.

Nedelski (idem, pp.16-19) propõe uma lista, na qual podemos observar o importante papel do laboratório bastante completa, de objetivos possíveis para um curso de física introdutória, que resumimos a seguir:

- a) conhecimento/compreensão verbal e matemático (informação sobre leis e princípios, teorias, fatos, definições de grandezas físicas),
- b) generalização empírica,
- c) conhecimento e compreensão do laboratório, (aparelhos e materiais; relações teoria e fenômenos – modelos; procedimentos laboratoriais/ processo experimental - desenho experimental; coleta e interpretação de dados; generalização a partir dos dados coletados),
- d) habilidade de aprender a partir da observação e da experimentação.

O que se observa, no entanto, é que as habilidades desejadas, sem dúvida de alto valor educacional, não são geralmente desenvolvidas no atual laboratório de física, o que implica na própria desvalorização dessas atividades. Podemos mencionar alguns obstáculos que explicam esse fato. Pese a lista que segue não ser completa, as idéias apontam alguns aspectos, relacionados a diversas causas, que desejamos destacar:

- a) objetivos didáticos são fortemente dependentes da estrutura cognitiva formal dos alunos: conceituação física e generalização;
- b) falta de ‘cultura de laboratório’ dos estudantes e dos professores, é um fator de desmotivação;
- c) infra-estrutura escolar deficiente (facilidades de laboratório, grade curricular);
- d) falta de continuidade nas atividades laboratoriais, onde diversas disciplinas trabalham os mesmos aspectos experimentais sem fazer o nexo correspondente assim como o peso que as atividades experimentais tem nos cursos de ciências, (peso teoria/prática);

- e) baixa valorização acadêmica das atividades práticas, que requerem tempo e dedicação do professor.

As dificuldades acima apontadas mostram que é necessário buscar novas estratégias que permitam atingir alguns dos objetivos (possíveis ?) do laboratório escolar.

Nesse sentido o presente trabalho apresenta uma experiência piloto, que foi desenvolvida em decorrência da desmotivação dos alunos para realizar as atividades experimentais planejadas na escola. Contou-se, o que é indispensável, com a aprovação da direção da escola que, arriscando resultados, permitiu que o projeto pudesse ser desenvolvido com continuidade ao longo dos últimos dois anos.

2. O vídeo como estratégia motivacional

A procura de uma alternativa que:

- a) fosse compatível com as condições existentes na escola (objetivo conjuntural);
- b) pudesse contribuir para aprendizagem dos conceitos físicos (objetivo cognitivo);
- c) motivasse os alunos a elaborar, desenvolver e interpretar atividades experimentais (objetivo motivacional),

nos levou a propor a produção de vídeos pelos estudantes. A câmara de vídeo, instrumento com o qual os alunos estão familiarizados, permite o registro de situações físicas e capta o interesse dos alunos.

A potencialidade pedagógica da câmara de vídeo encontra-se, conforme ressalta Condrey (1996), na possibilidade do estudante utilizá-la para externalizar seu pensamento criativo², permitindo produzir imagens de situações físicas representativas dos modelos físicos conceituais já escolarizados. Sabemos que na maioria dos casos a escolarização não assegura o domínio dos conteúdos, como bem documentado na pesquisa em ensino de física e também observado nos exemplos que serão apresentados. Não se trata apenas de utilizar recursos tecnológicos no contexto escolar. Nossa perspectiva, sem perder de vista os objetivos pretendidos para um laboratório de física, aproxima-se mais da visão crítica enfatizada por Jonassen (1995) e Tofler e Tofler (1997). O primeiro autor enfatiza o aspecto positivo da tecnologia quando utilizada em sala de aula para construir o conhecimento através do diálogo reflexivo, articulando o trabalho cooperativo dos alunos. Segundo Tofler, as crianças, ao produzirem seus próprios filmes, aprendem sobre o processo de leitura crítica da mídia.

3. Elaboração do vídeo

Para assegurar que os estudantes desenvolvessem, “situações experimentais estruturadas” que refletissem habilidades relacionadas ao domínio conceitual da física escolarizada foram especificados atributos que o vídeo deveria apresentar (Quadro 1).

² A *cognição externa*, discutida por vários autores (apud Rezende e Barros) não é objeto do presente trabalho e será analisada em artigo posterior.

Quadro 1. Atributos do vídeo

- refletir organização e compreensão(s) fenômeno(s) abordado(s) (*conhecimento de conteúdo*);
- ter clareza de comunicação (*linguagem oral, escrita e sua adequação visual*);
- desenvolver aplicações que evidenciem a compreensão dos conceitos físicos (*explicação científica*);
- obedecer a uma seqüência lógica (*ordenamento de idéias*);
- ser auto explicativo (*autonomia conceitual*).

O esquema mostrado na Figura 1 sintetiza nossa visão das etapas necessárias para a elaboração do vídeo.

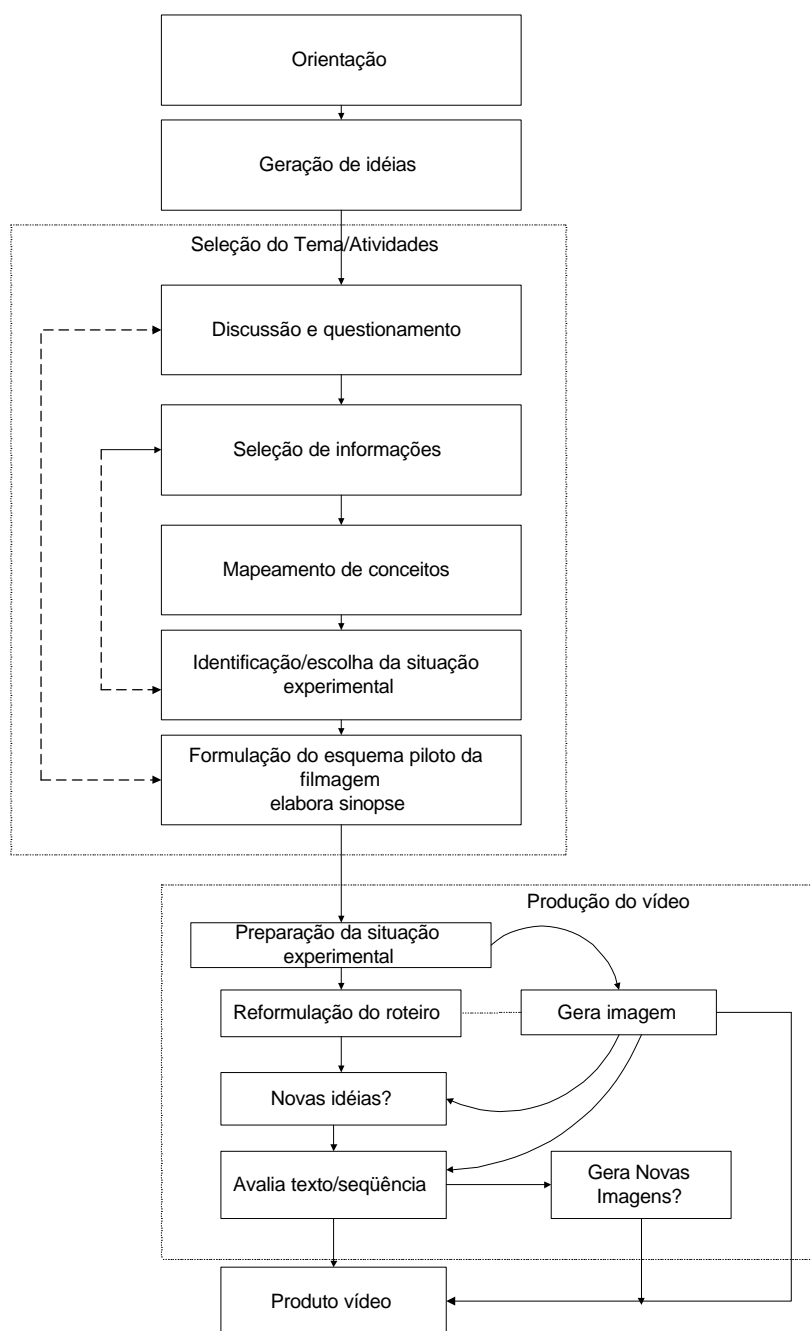


Fig.1. Processo de elaboração do vídeo

4. Implantação do projeto em sala de aula

O projeto de produção de vídeos pelos estudantes, envolvendo experiências conceituais demonstrativas, foi desenvolvido ao longo dos anos 1997 e 1998, tendo passado por algumas reformulações.

Dentre os temas escolhidos pelos alunos em 1997, é interessante destacar a aerodinâmica (do carro, avião e asa delta) por não estar incluída no conteúdos programáticos da Física do ensino médio (escolha ~13%). As experiências de hidrostática e da óptica geométrica (o olho humano e a máquina fotográfica foram as mais frequentes ~40%).

Em 1998 os temas foram restritos aos conteúdos trabalhados em sala de aula: mecânica e óptica. Os tópicos relacionados à Óptica Geométrica foram: *formação de sombra e penumbra e eclipses solar e lunar*. De modo geral, os alunos da 1ª série aplicaram os princípios da dinâmica (leis de Newton) para discutir problemas relacionados com as 'leis' de trânsito (freadas, colisões, segurança, curva e velocidade). Nos dois anos um total de 86 vídeos foram produzidos pelos estudantes das 1ª e 2ª séries.

5. Escolha de um referencial

O objetivo inicial do trabalho foi resolver um problema escolar relacionado com o aproveitamento de aulas experimentais quinzenais. A operacionalização dos atributos especificados para o vídeo envolve o estudante na realização de uma seqüência recursiva de atividades como mostra a figura 1, que caracteriza um modelo construtivista de aprendizagem (Driver, apud. Duit, 1994).

Foi se revelando na ocasião da análise dos vídeos a necessidade de procurar um referencial teórico que permitisse compreender as etapas do processo de aprendizagem assim como a avaliação crítica dos objetivos laboratoriais atingidos

Nossa opção foi integrar as habilidades processuais apontadas por Nedelsky (1965), as representações dos modelos mentais propostos por Johnson - Laird (1983) e a potencialidade pedagógica da produção de vídeos pelos alunos como trabalhada por Condrey (op.cit.).

Na sua teoria dos Modelos Mentais (representação analógica da realidade), Johnson-Laird (1983) postula pelo menos três classes de representações mentais diferentes : a) *a proposicional*, similar à linguagem natural e que obedece regras sintáticas bem definidas ; b) *os modelos mentais* , análogos estruturais do mundo real (situação a ser visualizada) e c) *as imagens*, que são a externalização, visualização, concretização do modelo.

Podemos relacionar as ações desenvolvidas pelo estudante ao longo do processo de produção do vídeo com as classes das representações propostas por Johnson-Laird da seguinte forma:

- (I) 'Recall' dos fundamentos físicos necessários para estabelecer um modelo da situação física ou dos fenômenos físicos envolvidos no processo de produção do vídeo (corresponde ao aspecto proposicional) .
- (II) A modelagem mental da situação real para definição das imagens (modelo mental).

(III) Geração das imagens que externalizam a situação objeto do vídeo (imagem do modelo).

À luz das idéias de Johnson - Laird, Greca e Moreira (1998) discutem qual seria o papel do fenômeno físico (explicação, observação, o que é o fenômeno físico) na aula de ciências:

“ (...) quando se diz que um fenômeno físico é compreendido, é porque se conhecem as causas, seus efeitos, como iniciá-lo, influenciá-lo ou evitá-lo. Do ponto de vista de Johnson – Laird, isso implica num modelo de trabalho desse fenômeno. Ou seja, mesmo que os fenômenos físicos sejam codificados proposicionalmente através de formulações matemáticas, definições e enunciados, compreendê-los deveria envolver a construção de modelos mentais das entidades e processos que eles representam”.

Esses autores acrescentam que : " (...) isso raramente acontece numa sala de aula de ciências", como foi também apontado na nossa Justificativa. Em resumo, o papel importante que o laboratório teria na construção do conhecimento estruturado do modelo físico é muito difícil de ser atingido, na forma em que se desenvolve o laboratório escolar na atualidade³.

6. Categorias para análise dos resultados

No sentido de verificar se a estratégia desenvolvida, que enfatiza o aspecto motivacional, atinge com eficiência, mesmo que parcialmente, funções similares aquelas idealmente atribuídas as atividades realizadas num laboratório, utilizamos duas dimensões de análise:

- I. Representações
- II. Habilidades Experimentais

As Representações referem-se a compreensão do modelo de trabalho do fenômeno físico: (a) codificação proposicional (formulação matematizada); (b) modelo mental das entidades e processos por eles representados: análogo do mundo real; (c) visualização, concretização do modelo. Essa dimensão leva, de certa forma, à hipótese que a produção do vídeo inverte o *papel da percepção* na aprendizagem, desde que exige que o aluno gere as imagens do real (fenômeno) modelado, a partir dos elementos teóricos (modelo físico, conceitos, etc.) que estão sendo representados.

No que tange às habilidades, estas envolvem competências que podem ser desenvolvidas a partir da observação e da experimentação e são descritas especificamente pelas suas categorias.

³ Laws et alli (1999) apresentam o seguinte depoimento de uma aluna sobre seu trabalho no laboratório: "*Poderia ser que todo o tempo que você está investindo estaria OK e não incomodaria tanto caso você pensasse que está realmente passando por essa grande experiência., porém isso não fica muito evidente. O que você faz é obedecer as atividades do roteiro e fazer as pequenas coisas funcionar. Você não está nunca segura de que aprendeu a coisa certa*".

Habilidades processuais

observar , descrever
investigar, experimentar
comunicar idéias
resolver problemas e tirar conclusões
trabalhar em cooperação
pensar disciplinadamente
pensar imaginativamente

Habilidades relacionadas com trabalho experimental

Compreensão de:
aparelhos
medidas
relação teoria física e fenômeno
desenho experimental
processo experimental
interpretação de dados experimentais

7. Análise preliminar dos vídeos produzidos

O estudo feito através dos vídeos permite diagnosticar dificuldades conceituais que precisam ser re-elaboradas / reconstruídas, através da reflexão crítica, com a turma, sobre os conteúdos apresentados através das imagens e falas.

Dimensão Representação: em geral os vídeos apresentam todos os itens, sendo freqüente a ausência de formulação matematizada. Em alguns casos a compreensão teórica é verbalizada.

As habilidades relacionadas com o trabalho experimental (dimensão compreensão) são raramente explicitadas, mas podem ser observadas de forma indireta na montagem das situações criadas ou na escolha dos materiais. A manipulação dos aparelhos de medida está restrita a poucos instrumentos, por exemplo, régua, balança e dilatômetro. Estes são sempre utilizados de forma semi-quantitativa (comparação). Portanto, os itens relacionados ao desenho e processo experimental bem como a interpretação de dados experimentais não procedem.

É interessante observar que nesta categoria a relação teoria física e fenômeno está presente em praticamente todos os vídeos apresentados, mesmo quando a conceituação física não se encontra totalmente correta. Sendo esta uma das contribuições mais relevantes e que corresponde a um dos objetivos mais gerais do ensino da física, dada sua relação com a compreensão conceitual, ficamos certas de estarmos desenvolvendo uma estratégia importante para facilitar a aprendizagem.

Muitos vídeos, têm características especificamente descritivas, que aparecem de duas formas:

- a) partindo da explicação para o evento ilustrativo ou comprobatório. Por exemplo, num vídeo sobre Inércia, o grupo abriu o vídeo explicando o conceito. Nas cenas seguintes ele "comprova" a explicação mostrando o que ocorre com um menino

andando de *skate* quando este encontra um obstáculo: "(...) *observe, então, ele é lançado para frente*".

- b) partindo da observação, descrição do evento para a explicação/interpretação. Num vídeo sobre dilatação, por exemplo, na primeira cena um dos personagens simula esforço para abrir a tampa de um vidro de azeitonas. O problema é resolvido quando o outro personagem aparece, sugerindo que ela aqueça a tampa em banho-maria. Nas cenas seguintes o conceito de dilatação é apresentado, com diagramas explicativos e aplicações no cotidiano.

Esta seqüência reflete, de certa forma, a *visão / modelo* (atitude ?) dos professores de ciência sobre a relação verticalizada entre *prática @ teoria*, e *teoria @ prática*, que contraria o modelo real da física teórica e experimental *prático* « *teórico* sugerido por Osborne (1996).

O pensamento criativo e flexibilizado, é observado na seleção/classificação das atividades, bem como nas suas formas de apresentação. Alguns vídeos são mudos; o grupo faz uso de cartazes e diagramas explicativos. Outros estão fortemente apoiados em textos descritivos e menos explicativos.

Uma das dificuldades dos estudantes identificadas nos vídeos, que deverá ser trabalhada no futuro, é a falta de cuidado que eles têm com as evidências empíricas. Por exemplo, numa experiência sobre flutuação, dando-se ênfase a relação entre o empuxo e o volume do líquido deslocado (superfície de contato com o líquido), compara-se o comportamento de uma bola feita com massa de modelar deixada cair livremente de uma certa altura, dentro de uma vasilha com água, com um barquinho feito com a mesma quantidade de massa de modelar, segundo a narradora, colocado gentilmente na superfície do líquido. As propriedades dos corpos são sempre absolutas, e não se relacionam explicitamente com as condições da experiência que está sendo realizada. Em muitas experiências faltam os controles das variáveis relevantes, mesmo em situações qualitativas, quando se deseja confrontar as diversas etapas de uma experiência.

Outra dificuldade evidenciada nos vídeos é a falta de familiaridade com a ordem de grandeza das quantidades físicas relevantes relacionadas aos fenômenos investigados. Por exemplo, a pressão no fundo de uma garrafa de coca cola de 2 litros cheia de água (cuja altura é de aproximadamente 35cm) é calculada como se a coluna de água tivesse 1 (hum) metro de altura.

O objetivo motivacional original está presente em praticamente todos os vídeos. As imagens mostram o prazer dos alunos na hora de mostrar o que sabem ou descrever os fenômenos (com humor) falando dos conceitos físicos com descontração, preparando o discurso, mesmo quando mostram dificuldades, inerentes à falta de familiarização que os estudantes têm, quando falam da física. É muito interessante ver alunos falando de física e rindo ao mesmo tempo, aproveitando criativamente aspectos do próprio fenômeno para apresentar situações divertidas, como quando deixam cair uma bola na piscina a partir de uma maior altura sabendo que vai espalhar água que molhará os colegas. Alguns exemplos são mostrados a seguir .

8. Exemplos

1º Exemplo: O "looping", conservação de energia mecânica

As figuras abaixo são cenas de um vídeo produzido por estudantes da 1ª série. Trata-se de uma aplicação semi-quantitativa do princípio de conservação de energia mecânica⁴, desenvolvida obedecendo a seguinte seqüência:

1. explicação verbal do contexto em que o fenômeno será observado;
2. define os conceitos físicos considerados importantes....
“nós vamos explicar todas as forças e energia atuando durante um ‘looping’ que o carrinho descreve”, apontando para o trilho;
3. descreve, em alguns pontos selecionados da trajetória, o tipo de energia que o carrinho possuirá;
4. explica que no ‘looping’ também *existe* força centrípeta, e verbaliza a equação.
5. solicita atenção do expectado para observar o que acontece: funcionamento, comportamento do fenômeno;
6. monta uma segunda configuração com dois ‘loops’;
7. explica, o fato do carrinho não conseguir realizar a segunda volta da seguinte forma: *“a força (utiliza força com significado energia ??) dele é desgastada devido ao atrito”*. Esta é uma forma indireta dos alunos indicarem compreensão do princípio de conservação, já que pressupõe que o carrinho deveria poder negociar o segundo ‘loop’ com a energia cinética com que saiu do primeiro loop;
8. *os alunos ainda* adicionam que o segundo loop nunca pode ser do mesmo tamanho ou maior que o primeiro looping, evidenciando uma compreensão ou aceitação implícita do princípio de *conservação da energia mecânica*.



2º Exemplo: O que é gravidade?

Explora o senso comum, delimita o problema conceitual, mostrando compreensão.

1. entrevista com pessoas leigas, na rua, levantando idéias sobre gravidade;
2. define o conceito de gravidade;
3. apresenta uma questão de múltipla escolha na tela;

⁴ Utiliza um brinquedo de Autorama, trilho com carrinho, trajetória em rampa com duas seções circulares.

4. desenho com a explanação dos alunos mostrando onde estariam localizadas pessoas de pé sobre a superfície do globo;
5. fecha com uma experiência de queda livre em que se observa que dois objetos diferentes largados da mesma altura chegam juntos no chão (controle da experiência e conhecimento do modelo).

3º Exemplo: Engrenagens

Este programa é rico em imagens de situações físicas diversificadas, relacionando uma grande variedade de exemplos. No entanto, não consegue utilizar os conceitos físicos, mostrando dificuldades para explicação científica.

A imagem introdutória contrasta a civilização do homens pré-histórico com dispositivos atuais tais como: o relógio, o carro, etc. Imagens claras de sistemas de transmissão são apresentadas mas as explanações são apenas descritivas, verbalizando o que se observa, ou seja, não há explanação, não utiliza os conceitos do movimento circular e de máquina simples.

9. Resultados/conclusões

O produto roteiro/imagem/ permite correlacionar aspectos interessantes da aprendizagem conceitual dos alunos. Observa-se que os grupos que apresentaram boas sinopses foram os que mais se beneficiaram da estratégia utilizada, refletiram sobre os conceitos físicos e criaram situações representativas do modelo científico escolarizado.

Considerando que 100% da turma apresentou um produto final, podemos concluir que a motivação foi um dos objetivos melhor atingidos.

Em relação à contribuição para a aprendizagem significativa dos conceitos físicos trabalhados na escola, é necessário aprofundar a análise dos trabalhos realizados através de controles mais cuidadosos e que forneçam indicadores preestabelecidos das habilidades que os alunos deveriam desenvolver através desta estratégia de trabalho.

Esta primeira avaliação da experiência piloto permite identificar aspectos relacionados ao laboratório didático. Ao mesmo tempo que arrisca transformá-lo em um espaço lúdico, desafia a visão tradicional e conservadora ao substituir a ênfase no ‘número’ de atividades realizadas⁵ em prol da qualidade de um projeto integrador.

As relações verbais-visuais dos conteúdos apresentados têm que ser melhor analisadas, para poder correlacionar aspectos das representações levantados por Johnson – Laird. A utilização da representação proposicional não está evidente nos trabalhos dos alunos. Isso provavelmente implica numa tarefa a ser desenvolvida pelos professores com os alunos em cada grupo imediatamente após a apresentação da sinopse.

Zancov (1957) analisa aspectos das relações entre os meios verbal e visual : (...) *o emprego pouco inteligente da combinação dos meios visuais pode levar a uma brusca diminuição do papel generalizador da palavra. (...) O papel da mensagem visual pode servir*

⁵ Visão esta que está sendo seriamente questionada por educadores de física, como um elemento negativo para a aprendizagem conceitual significativa do aluno.

para criar uma imagem específica ou pode ser usada para clarear os elementos dos fenômenos estudados .

A confiabilidade no potencial da técnica como contribuição positiva para o processo de ensino-aprendizagem pode, de certa forma, ser avaliada através de dois indicadores: a adesão dos professores de outras disciplinas à estratégia e o consentimento da escola para dar continuidade após aplicação de dois anos do projeto piloto.

Os vídeos foram apresentados na feira escolar do final do ano para colegas, professores e pais, assim como discutidos em sala de aula. O trabalho foi reconhecido como inovador e levantou tanto elogios como algumas críticas. Seguem-se algumas avaliações dos alunos a respeito desta forma de atividade experimental.

⇒ *Muito interessante e produtiva...sugiro continuidade...Precisamos de mais tempo para elaboração dos trabalhos e mais experiências em sala de aula.*

P *Este ano nossas aulas de laboratório foram muito mais divertidas e criativas...*

P *Tivemos mais incentivo....gostamos do esquema de vídeos realizado neste ano mais achamos que deveríamos fazer mais experiências.*

⇒ *...deveríamos também visitar laboratórios, parques de diversão, etc.*

Um dos resultados mais interessantes deste trabalho não é aquele que correlaciona a melhoria da aprendizagem ao uso da tecnologia. O que fica claro, e que o exame dos vídeos evidencia, é que os alunos consideram o trabalho realizado importante, que vale a pena o esforço de aprender e a procura de novas informações (Beichner,1994). Os vídeos produzidos mostram a importância de desenvolver currículos que incorporem tarefas realísticas, relevantes. Dessa forma um ambiente que crie uma atmosfera onde o pensamento criativo seja combinado com tarefas relevantes (conteúdos), os alunos aprendem com prazer, reconhecendo que realizaram alguma coisa que vale o tempo e dedicação dispensados. Na época atual, de falta de criatividade e interesse pelo trabalho escolar, este resultado não é desprezível. Muito pelo contrário, devemos cada vez mais nos empenhar em conseguir uma sala de aula 'prazerosa' para os alunos, levando a sério os objetivos maiores de aprender, que conduza os alunos a um aprendizado significativo da física.

10. Propostas para continuidade

Consideramos que o presente trabalho ainda não está fechado, e neste ano 1999 novos controles, sugeridos pelo trabalho piloto estão sendo aplicados. É necessário introduzir diversos elementos que permitam atingir melhor os objetivos de laboratório almejados. Nesse sentido diversas idéias, surgidas ao longo do estudo nos levam a propor as seguintes ações:

- refletir sobre os comentários dos alunos
- intervir no desenvolvimento da seqüência de tarefas com maior controle
- criar um sistema de avaliação e acompanhamento permanente
- discutir o conceito de cognição externa (referencial teórico) a ser analisado no contexto do trabalho completo apresentado (Rezende e Barros,1998)
- acompanhar a evolução conceitual do modelo do aluno ao longo da construção: "escolha conceitual/ construção roteiro/produção/reflexão coletiva

- propor temas de trabalho que abranjam os conteúdos físicos curriculares, onde todos os alunos teriam que utilizar os mesmos equipamentos e instrumentação. Dessa forma poderia se observar o tratamento dado pelos diversos grupos em atividades que tratam dos mesmos conceitos/princípios. O estilo de aprendizagem apareceria como uma informação relevante. É importante ressaltar que as experiências desenvolvidas não teriam o carácter de uma atividade experimental desenvolvida numa sala de aula, dando-se possibilidades para que os alunos ‘criassem’ uma situação experimental dentro dos limites impostos pelas escolhas curriculares...e as facilidades disponíveis.

Referências Bibliográficas

AAPT(1997) Goals of the introductory physics laboratory. *Physics Teacher*, V.35, Dez., pp. 546-548.

BEICHNER, R. J. (1994) Multimedia Editing to Promote Science Learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, N° 3, V.1, pp55.

BOUD, D.,DUNN, J. e HEGARTY-HAZEL, E. (1986) Teaching in Laboratories. *Guilford Society for Research in Higher Education*.

CONDREY, J. F. (1996) CONCEPTS: student made videos zoom in on key ideas.*The Science Teacher*, 17-19, April.

DUIT, R.(1994)The constructivist view in science education – what is has to offer and what should not be expected from it. . Proceedings of the International Conference “Science and Mathematics for the 21st century: Towards Innovatory Approaches. Concepción, Chile. In <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/3artigo.htm>.

GRECA, I. e MOREIRA, M.A (1998) Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol.15, N° 2

JOHNSON – LAIRD, P. (1983) Mental models. Cambridge. Harvard.

JONASSEN, D.H.(1995) Supporting communities of learners with technology: a vision for integrating technology with learning in schools. *Educational Technology* 35 (4): 60-63.

LAWS, P. W., ROSBOROUGH, P. J. E e Poodry, F. J., (1999) Womens's responses to an activity-based introductory physics program. *Phys. Educ. Res., Am. J. Phys. Suppl.* 67 (7), July.

LOWE, R. (1997) Les nouvelles technologies, voie royale por améliorer l’apprentissage des sciences par l’image? *ASTER*, N° 22, INRP, Paris.

NEDELSKI, L. (1965) Science teaching and testing. Harcourt, Brace & World Inc.

OSBORNE, J. (1996) Untying the gordian not: diminishing the role of practical work. *Physics Education*, N° 5, V.31, September.

REZENDE, F. e BARROS, S. S. (1998) Cognição externa e cognição interna na interação dos estudantes com representações gráficas de situações físicas. Resumos do VI EPEF, Florianópolis.

SCAIFE, M. e ROGERS, Y. (1996) External cognition: how do graphical representations work ? *Int. Journal of Human-Computer Studies*, V.45 (2), 185-214

TOFLER, A. e TOFLER, H. (1997) citação site Internet.CEAD/UnB.

ZANCOV, L. V. (1989) *Combinação dos meios verbais e visuais no ensino*. In: *Imagem/ tecnologia/ educação*. Nº 1, agosto-setembro-outubro , UFRJ.