



PRODUÇÃO DE VÍDEOS POR ESTUDANTES COMO UMA NOVA ESTRATÉGIA DE TRABALHO EXPERIMENTAL NO LABORATÓRIO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

STUDENTS' VIDEO PRODUCTION AS A NEW LABWORK STRATEGY IN THE PHYSICS LABORATORY IN HIGH SCHOOL

Marcus Vinicius Pereira¹
Susana de Souza Barros²

¹ IFRJ/Campus Maracanã e UFRJ/NUTES, marvin@marcusvinicius.com

² UFRJ/Instituto de Física, susana@if.fjf.br

Resumo

Um projeto de produção de vídeos de curta duração pelos estudantes é proposto como estratégia alternativa para o laboratório de Física no Ensino Médio – cuja contribuição para a aprendizagem vem sendo fartamente discutida a partir da última metade do século XX. O projeto foi implementado em 2008 em três turmas de uma escola do Rio de Janeiro ao longo de 4 meses. Foram produzidos 14 vídeos, analisados à luz do referencial de NEDELSKY (1965) para o trabalho experimental e de DRIVER et al. (1996) para os aspectos da representação epistemológica dos estudantes. A estratégia demonstrou ser profícua à medida que os objetivos do trabalho experimental nas etapas de desenvolvimento permitiram o engajamento intelectual e a motivação dos alunos. A próxima etapa deste trabalho será o estudo do efeito desta estratégia sobre a aprendizagem conceitual dos estudantes.

Palavras-chave: laboratório didático; estratégia de ensino; produção de vídeo; física; natureza da ciência.

Abstract

A project for students' video production is proposed as an alternative strategy for the high school physics laboratory – whose contribution to learning has been frequently under discussion since the middle of last century. The project was implemented in 2008 in three classes of a high school in Rio de Janeiro developed along 4 months. 14 videos were produced and analyzed within a NEDELSKY's (1965) reference frame for the experimental work, and a DRIVER et al.'s (1996) one, for students' epistemological representation. The strategy proved to be fruitful since the objectives of experimental work along the stages of development provided intellectual engagement and motivation of the students. The next step of this study will be analyzing the effect of this strategy on students' conceptual learning.

Keywords: didactic laboratory; teaching strategy; video production; physics; nature of science.

INTRODUÇÃO

As figuras em movimento estão destinadas a revolucionar o nosso sistema educacional [...].
Thomas Edison (1847-1931)

A abordagem experimental no ensino de Física com enfoque fenomenológico pode facilitar a compreensão de conceitos físicos, além de encorajar a aprendizagem ativa, motivar e despertar o interesse, desenvolver o raciocínio lógico e a comunicação, e estimular a capacidade de iniciativa e de trabalho em grupo (HOFSTEIN e LUNETTA, 2004).

Os trabalhos de pesquisa no campo de Educação em Ciências ao longo das últimas décadas apontavam o laboratório como o grande potencializador no processo de ensino de Física, sendo a experimentação realizada pelo estudante considerada a “vareta mágica” que resolveria qualquer dificuldade de aprendizagem (COLINVAUX e BARROS, 2002).

A expectativa é que as atividades experimentais de um laboratório introdutório de Física desenvolvam habilidades processuais, cujo objetivo central, para NEDELSKY (1965), é que o aluno compreenda a relação entre ciência e natureza, corroborado pelas ideias de KIRSCHNER (2009) em relação ao trabalho do professor que deve ensinar ciência e ensinar sobre ciência como parte de suas atividades de ensino, mas não fazer ciência.

LUNETTA, HOFSTEIN e CLOUGH (2007) estabelecem metas principais para aprendizagem desenvolvida a partir do laboratório didático como compreensão conceitual e procedimental (com argumentação a partir dos dados), conhecimento de como a ciência e o cientista trabalham, interesse e motivação, e compreensão de métodos de investigação e raciocínio científico, incluindo a natureza da ciência. Ao levantarem evidências em vasta literatura do campo, os autores afirmam que tais metas não são atingidas frequentemente.

Tanto professores como pesquisadores vêm questionando a eficiência do laboratório didático tal como realizado na escola atualmente, já que pouco se conhece dos processos cognitivos do estudante durante a realização e interpretação de uma atividade experimental, o que pode implicar sua própria desvalorização. FILIPECKI e BARROS (1999) sugerem algumas justificativas para essa situação, resumidas a seguir:

- objetivos didáticos dependentes da estrutura cognitiva formal dos alunos;
- falta de “cultura de laboratório” tanto dos estudantes quanto dos professores;
- infraestrutura escolar deficiente;
- baixa relação entre atividades experimentais e teóricas.

É importante mencionar que a escola média brasileira não tem tradição na realização de atividades práticas, já que essas requerem um amplo espectro de habilidades (montagem da experiência, compreensão dos conceitos físicos envolvidos, utilização de instrumentos de medida, obtenção, registro e análise de dados, entre outros). Essas habilidades requerem maturação, assim como uma infraestrutura física e didática que exigem do professor organização e disponibilidade para seu desenvolvimento, quando ele não é dedicado exclusivamente às aulas de laboratório, aspectos que vêm sendo mencionados em trabalhos nos últimos 30 anos, haja vista o estudo realizado por CASTRO e MAGALHÃES (1979).

Mesmo assim, poucos estudos se dedicam a investigar a eficiência das atividades experimentais sobre a aprendizagem de ciências. Um dos resultados do levantamento realizado em sete países europeus¹ (ASSOCIATES, 2003) não indicou melhoria no ensino de ciências relacionado ao laboratório, mesmo em escolas com condições apropriadas ao ensino experimental (infraestrutura, tempo e suporte). Foi identificado que as atividades experimentais tendem a se limitar ao trabalho com objetos/materiais desenvolvido através de instruções precisas de método e análise, fornecidas pelo professor por meio de um roteiro escrito. Esse estudo recomenda que sejam inseridos objetivos epistemológicos, além dos conceituais e

¹ Dinamarca, Alemanha, França, Inglaterra, Grécia, Itália e Espanha.

procedimentais, entre outros, e propõe que a atividade de uma dada sessão de laboratório seja planejada para trabalhar objetivos específicos, já que um dos problemas em relação ao laboratório didático é a falsa pretensão de poder atingir um amplo espectro de objetivos, nem sempre compatíveis em um mesmo tipo de atividade (TAMIR, 1991). O levantamento de ASSOCIATES (2003) afirma que o professor deve estar preparado para compreender melhor o que o aluno aprende e pensa quando trabalha com procedimentos e métodos.

Mesmo nos países onde a tradição de ensino experimental está bem sedimentada, a função que o laboratório pode, e deve ter, bem como a sua eficácia em promover as aprendizagens desejadas, têm sido objeto de questionamentos, o que contribui para manter a discussão sobre a questão há alguns anos. (BORGES, 2002, p.295)

No Brasil, em geral, as aulas de laboratório no ensino médio² se reduzem a procedimentos pré-determinados em que os estudantes devem utilizar equipamentos, fazer medidas, registrá-las e relatar os resultados. Pouco incentivo é dado à reflexão sobre a conceituação envolvida no experimento, ao desenvolvimento da própria atividade experimental, ao planejamento das medições, à exploração das relações entre grandezas físicas, aos testes de previsões ou à escolha entre diferentes explicações propostas para interpretação dos dados e explicação do fenômeno. Em geral, o tempo é mencionado como fator primordial quando se pensa em deixar de lado a abordagem experimental em detrimento da apresentação da teoria com a resolução de problemas que frequentemente corroboram uma aprendizagem mecânica.

A realização de demonstração em sala de aula pelo professor, preocupado com a apresentação de fenômenos físicos através de etapas de raciocínio lógico, pode desenvolver o espírito de observação e reflexão dos alunos. Apesar disso, essa modalidade de trabalho acarreta alto investimento de energia, é de difícil aplicação ao longo do tempo, e, sobretudo, não se caracteriza como trabalho experimental por parte do estudante.

Deve-se ainda considerar que, na última década, a política educacional tem valorizado a informática com a implementação de laboratórios no espaço escolar³. No caso do estado do Rio de Janeiro essa opção se reflete também com a distribuição de computadores portáteis para professores pelo governo municipal e estadual. Há expectativa quanto ao uso da informática como solução dos problemas que afligem o ensino – a “vareta mágica” do século XXI – sem considerar outros aspectos. O documento da Academia Brasileira de Ciências (ABC, 2008), que propõe ações visando superar a crise do ensino de ciências e a educação básica, adverte que a simples distribuição de laboratórios e computadores pode significar um dispêndio público a mais, com pouco benefício para a educação caso não venha acompanhada de programas de ensino bem concebidos e de formação dos professores.

É preciso combater o ensino de Física através da apresentação de símbolos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas, e de estudos de situação, em geral, alheios aos objetivos dos estudantes. Nesse sentido, destaca-se a falta de metodologias modernas do ponto de vista pedagógico como uma entre várias causas possíveis para explicar o fracasso na aprendizagem de Física, evidenciado tanto pelo índice de reprovações na disciplina como pelo baixo rendimento dos alunos em exames oficiais.

Considerando o papel fundamental da atividade experimental para a aprendizagem de ciências, as argumentações apresentadas anteriormente remetem a procura por estratégias alternativas que explorem o fenômeno físico de forma orgânica, tanto do ponto de vista do

² Segundo o censo escolar de 2000 (BRASIL, 2000), 52% das escolas de ensino médio possuem laboratório de ciências. Em se tratando de escolas urbanas de ensino médio no Rio de Janeiro, esse laboratório existe em apenas 28% das escolas estaduais e em 52% das particulares.

³ Desde 1997, o programa de informatização das escolas do MEC já investiu R\$726 milhões. Os gastos crescem anualmente. Só no ano passado, eles chegaram a R\$317 milhões. De 1999 a 2006 o percentual de escolas públicas com laboratório de informática passou de 46% para 63% no ensino médio e de 8% para 19% no fundamental.

envolvimento dos estudantes desde a concepção da própria atividade experimental, quanto do reconhecimento da natureza da ciência e dos aspectos que estruturam o conhecimento.

Os documentos oficiais PCN+ do MEC (BRASIL, 2002) e SocInfo do MCT (BRASIL, 2000) valorizam a produção independente por parte dos estudantes ao alertarem para a necessidade de uso de multimeios em estratégias escolares a fim de facilitar competências esperadas ao final da escolaridade básica, das quais se destaca, na área de Ciências da Natureza e Matemática, a elaboração de comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, etc.

A educação vive atualmente um paradoxo: a coexistência de um sistema de ensino tradicional com uma sociedade que desenvolve e acumula informações de forma exponencial. A evolução de tecnologias da informação e comunicação leva ao enfrentamento da escola com a acessibilidade para os alunos de recursos como o celular, a câmera digital e o computador, que deveriam ser incorporados de forma vantajosa às práticas pedagógicas. Em especial no ensino de Física, fenômenos podem ser facilmente gravados em vídeo, por professores ou alunos, e trabalhados com abordagens fenomenológica, epistemológica, tecnológica, entre outras.

FILIPECKI e BARROS (1999), em um estudo cujo objetivo era apresentar uma estratégia alternativa para o laboratório regular no ensino de atender objetivo tanto cognitivo como afetivo, trabalharam o uso da câmera de vídeo por alunos de Ensino Médio para registro de atividades experimentais. Foram desenvolvidos vídeos como experiências escolarizadas dentro e fora do laboratório, situações do cotidiano, entrevistas com especialistas sobre temas da Física ou tecnologia em geral ou situações híbridas.

A produção independente de um vídeo pelos próprios estudantes é uma possibilidade de inovação, à medida que representa uma proposta atraente para a sala de aula onde os alunos estão habituados, via de regra, à comunicação unidirecional do professor. O potencial pedagógico da câmera de vídeo reside na possibilidade dos estudantes a utilizarem para externalizar seu pensamento criativo, permitindo produzir imagens de situações físicas representativas dos modelos físicos conceituais previamente escolarizados (CONDREY, 1996), e, desta forma, “*descobrir novas possibilidades de expressão, fazer experiências de grupo em um esforço de criação coletiva, experimentar e experimentar-se*” (FERRÉS, 1996, p.43).

Este trabalho objetiva contribuir para a reflexão sobre o papel do laboratório quando realizado através do projeto de produção de vídeos de experimentos por estudantes de Ensino Médio, e assim fomentar uma estratégia factível para o laboratório didático de Física que implica no engajamento dos alunos através da construção intelectual do assunto desenvolvido.

REFERENCIAL TEÓRICO

A ênfase do laboratório no ensino de ciências naturais remonta a década de 1960, quando a corrida espacial deu início a movimentos de reforma curricular como o projeto americano *Physical Science Study Committee* (PSSC), entre outros.

NOVAK (1988, p.79-80 apud KIRSCHNER, 2009) reconhece que os esforços para melhorar o ensino de ciências em escolas secundárias nos anos 1950 e 60 ficaram abaixo das expectativas, afirmando que o maior obstáculo encontrado no caminho para a melhoria na educação em ciências era a epistemologia *baconiana*, com ênfase da ciência baseada na investigação.

Muitos autores, ao ratificarem a importância do laboratório no ensino, discorrem sobre objetivos que possam contribuir para o processo de ensino-aprendizagem da Física. Nessa linha, BORGES (2002, p.299) diz que “*os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas, que é determinante na sua compreensão acerca da natureza da ciência*”. Ele apresenta alguns objetivos que os estudantes e professores tradicionalmente associam aos laboratórios de ciências como a verificação e comprovação de leis e teorias científicas, o ensino de um método científico

para produção de conhecimento, a facilitação da aprendizagem e compreensão dos conceitos, e o ensino de habilidades práticas.

Para NEDELSKY (1958), pioneiro na discussão sobre o laboratório didático, a atividade experimental deve desenvolver habilidades processuais do aluno, em que o ponto central é a compreensão da relação entre ciência e natureza. O autor ressalta dois aspectos importantes em relação ao trabalho do aluno no laboratório, esforço de pensamento (*hard thinking*) e motivação, para que desta forma os resultados experimentais façam significado para o estudante, e como consequência ele compreenda o fenômeno físico à luz do modelo teórico que fundamenta a experiência.

FILIPECKI e BARROS (1999) identificam em NEDELSKY (1965) objetivos básicos do laboratório didático, como a compreensão verbal e conhecimento claro dos conceitos físicos e matemáticos, a generalização empírica, a habilidade de aprender a partir da observação e da experimentação, e a compreensão do laboratório (materiais, relações teoria e fenômenos – modelos, processo e desenho experimental – procedimento, coleta e interpretação de dados).

Considerando o ponto central *nedelskyano*, corroborado por BORGES (2002) que alude às atividades práticas para a apreciação da natureza da ciência e da investigação científica, buscou-se em DRIVER et al. (1996) um referencial que permitisse caracterizar aspectos do raciocínio epistemológico quando os estudantes realizam atividades experimentais.

Esse referencial indica três representações, qualitativamente diferenciáveis, nas quais o raciocínio pode ter embasamento no fenômeno, nas relações entre as grandezas físicas e no modelo. Cada uma dessas pode ser associada às formas específicas de descrição dos estudantes quanto à investigação em ciência, à natureza da explanação científica, e às relações entre explanação e descrição (teoria e evidência), apresentadas de forma resumida na Tabela 1 (DRIVER et al., 1996, p.113-114).

Tabela 1: Referencial para caracterização de aspectos da representação epistemológica dos estudantes

Embasamento da Forma de Raciocínio	Investigação Científica	Natureza da Explanação	Relação entre Explanação e Descrição
Fenômeno	Investigação como observação do comportamento do fenômeno.	Explanação apenas como descrição do fenômeno.	Não existe distinção clara entre descrição e explanação.
Relações	Investigação como observação com intervenção controlada e identificação de variáveis relevantes.	Explanação a partir de correlação entre variáveis ou uma sequência linear causal.	Relação indutiva. A relação entre teoria e evidência não é problemática; há discriminação entre descrição e explanação.
Modelo	Investigação como avaliação de uma teoria ou modelo à luz da evidência.	Explanação envolve descontinuidades; diversos modelos teóricos podem ser propostos.	Hipotético-Dedutivo. Clara distinção entre descrição e explanação, que não pode ser deduzida a partir de dados observacionais.

Os referenciais apresentados serão utilizados para a análise dos dados obtidos neste trabalho, permitindo identificar o trabalho laboratorial e a construção das explanações de fenômenos naturais pelos estudantes quando produzem vídeos de curta duração de experimentos simples.

PROJETO

O projeto consistiu na produção de vídeos como atividade final de laboratório regular de Física. Ele foi implementado em três turmas, com um total de 66 alunos do ensino médio-técnico de uma escola do Rio de Janeiro, as quais têm aulas tradicionais de laboratório. Nelas os estudantes devem cumprir procedimentos previamente determinados através de um roteiro escrito que solicita o relato de resultados e formulação de conclusões, não sendo, assim, capacitados a demonstrar ou construir os objetos envolvidos na atividade experimental, nem explorar relações, testar previsões e selecionar entre mais de uma explanação para determinado fenômeno.

FILIPECKI e BARROS (1999) indicam três aspectos importantes em um trabalho de construção de vídeos de Física por estudantes. O primeiro é o aspecto *conjuntural*, já que é compatível com as condições existentes na escola. O segundo diz respeito à *cognição*, à medida que pode potencializar os processos cognitivos para aprendizagem de conceitos físicos. A *motivação* dos alunos se refere ao terceiro aspecto.

Neste trabalho, o desenvolvimento do projeto tem por base etapas que podem garantir a não-linearidade, já que permitem idas e voltas (Figura 1) de acordo com a necessidade dos grupos de trabalho, o que pode ser entendido como um aspecto *recorrente-reflexivo* no planejamento, elaboração, interpretação e avaliação dos experimentos. Além disso, a realização deste trabalho em 2008 garante o aspecto *tecnológico* do projeto com a utilização de câmera digital e outros dispositivos para captura de imagem e áudio, e programas específicos para edição como o *Windows Movie Maker*, utilizado por todos os grupos de trabalho, por ser de fácil uso e acesso, já que vem com o sistema operacional mais utilizado.

O vídeo a ser produzido deveria envolver uma ou mais atividades simples de um assunto previamente estudado, de forma a evidenciar o fenômeno, as interações do sistema, a obtenção de dados quantitativa e/ou qualitativamente, e, conseqüentemente, a adequada explanação. Para tal, o vídeo devia ter os seguintes atributos:

- apresentar os materiais utilizados;
- facilitar a compreensão dos conceitos físicos envolvidos;
- obedecer a uma sequência lógica;
- apresentar clareza de comunicação (linguagem oral, escrita e imagem);
- ser autoexplicativo (autonomia conceitual);
- ter curta duração, de 2 a 4 minutos em média.

É importante salientar que não se pretendeu avaliar a habilidade instrumental por parte dos estudantes quanto à construção do aparato utilizado. Para tanto, permitiu-se que eles utilizassem materiais à disposição no laboratório didático de Física da escola, assim como materiais obtidos, ou mesmo construídos, por eles.

O projeto foi implementado ao longo de dois bimestres de 2008, de acordo com o seguinte cronograma simplificado:

1º mês → definição de grupos, pesquisa sobre o assunto para escolha da atividade experimental;

2º mês → testagem das experiências, mapeamento de conceitos e elaboração do roteiro simples;

3º mês → desenvolvimento do roteiro detalhado e conseqüente produção e edição do vídeo;

4º mês → exibição e avaliação do vídeo produzido.

A etapa inicial diz respeito à orientação, quando se apresenta o projeto aos estudantes através de material escrito com informações gerais, objetivos, características, cronograma e forma de avaliação. Cada grupo escolhe um assunto, quando dá início à pesquisa de conceitos e de atividades práticas e planejam a situação experimental a ser testada. Nesse momento há reflexão quanto às possibilidades de exploração do fenômeno. O grupo elabora um roteiro simplificado para o vídeo que possa promover a compreensão do assunto, que será lido criticamente pelo professor e discutido com o grupo, que faz as revisões necessárias. A posterior elaboração do roteiro detalhado deve guiar as etapas subseqüentes de produção e edição do

vídeo. Na etapa final o vídeo produzido é exibido em aula, quando os colegas de turma o avaliam e os alunos-produtores fazem a autoavaliação.

A Figura 1 ilustra as etapas de desenvolvimento do projeto de forma a explicitar o seu aspecto recorrente, a fim de que os alunos refletissem sobre os conceitos físicos relacionados ao assunto escolhido.

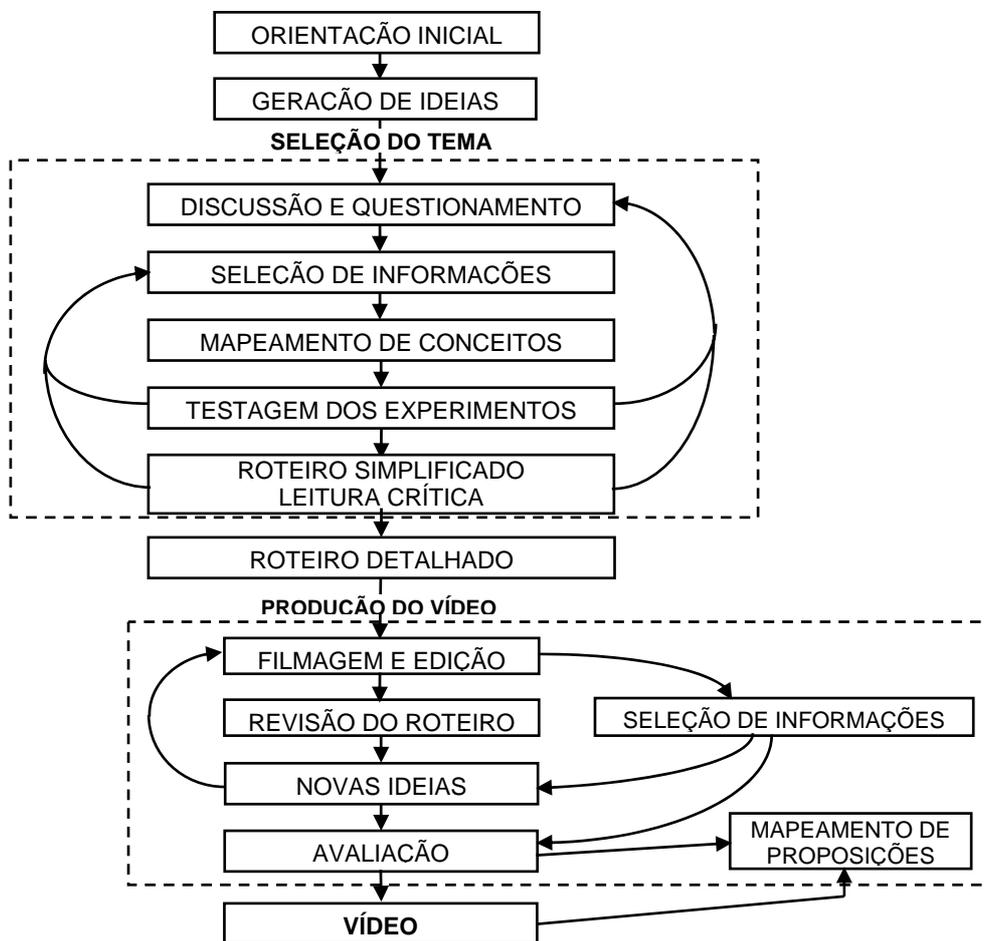


Figura 1: Fluxograma de desenvolvimento do projeto de produção de vídeos por estudantes

RESULTADOS

A implementação do projeto resultou na produção de 14 vídeos, apresentados na Figura 2 por uma imagem representativa e o respectivo tópico de Física associado a cada um.



Figura 2: Imagens representativas dos vídeos produzidos pelos estudantes

Doravante as letras maiúsculas indicadas na Figura 2 serão utilizadas para identificar os vídeos, que foram classificados na Tabela 2 de acordo com os temas estruturadores privilegiados pelos PCN+ (BRASIL, 2002, p.71). Os temas *Matéria e Radiação* e *Universo, Terra e Vida* não aparecem como tema principal em nenhum vídeo, o que pode ser explicado pela ausência de conteúdos relacionados a estes temas na ementa de Física da escola e a influência da organização tradicional de conteúdos na bibliografia didática utilizada na pesquisa realizada pelos alunos para o projeto.

Tabela 2: Relação entre os vídeos produzidos e os temas estruturadores dos PCN+

Área	Quantidade	Vídeos
Movimento: variações e conservações	6	A, C, F, G, H, K
Calor, Ambiente e Usos de Energia	2	J, M
Som, Imagem e Informação	2	B, E
Equipamentos Elétricos e Telecomunicações	4	D, I, L, N
Matéria e Radiação	0	—
Universo, Terra e Vida	0	—

Todos os vídeos foram editados não-linearmente e fizeram uso, com exceção do A, de legendas associadas às imagens, além de fotografias e animações em alguns casos. Em relação ao áudio, todos os vídeos têm locução e trilha sonora conjugados com a imagem, com exceção do vídeo D que intercala legendas e imagens apenas com trilha sonora, sem prejuízo à clareza de comunicação.

A primeira análise dos vídeos foi feita à luz do referencial *nedelskyano* com base em três dimensões – *características*, *habilidades processuais* e *trabalho experimental* – mencionadas no trabalho de OLIVEIRA e BARROS (2000), subdivididas em categorias mais específicas, às quais foram atribuídos critérios de avaliação de acordo com a seguinte escala: 4 (excelente), 3 (bom), 2 (regular), 1 (ruim) e 0 (ausente, não considerado para o cálculo da média).

As *características* foram analisadas em termos da organização e compreensão, clareza de comunicação, explicação científica, ordenação de ideias e autonomia conceitual, ou seja, o quanto o vídeo atendia aos atributos solicitados. As *habilidades processuais* levaram em conta as habilidades que o aluno deveria possuir para realizar uma atividade laboratorial, como observação e descrição, realização da própria atividade experimental, explanação coerente e conclusão com resultados. Em relação ao *trabalho experimental*, foram considerados relevantes a presença de aparelhos e medidas, a relação com a teoria, o desenho experimental e a interpretação dos dados.

A Tabela 3 apresenta o título original do vídeo dado por cada grupo, o contexto de filmagem e a duração de cada vídeo, assim como o resultado da análise das dimensões propostas. Em relação ao contexto da filmagem, 9 vídeos foram produzidos no laboratório didático da escola (LE), 2 vídeos em um tipo de laboratório doméstico (LD), e 3 vídeos conjugaram estes dois contextos (LD + LE), dentre eles o vídeo I em que o contexto doméstico é ficcional, com a encenação de um telejornal, e não um espaço para realização do experimento.

Os dados apresentados na Tabela 3 parecem indicar que não há relação entre o contexto e a duração do vídeo com as dimensões analisadas. No entanto, no estudo de OLIVEIRA e BARROS (2000), que analisou 86 vídeos produzidos por alunos basicamente no contexto doméstico (LD), apenas a dimensão relativa às *características* foi satisfatória, já que a avaliação das *habilidades processuais* e do *trabalho experimental* foi, respectivamente, regular e ruim. A comparação com os dados obtidos neste trabalho mostra que há coerência entre as três dimensões, o que pode indicar a importância das etapas (Figura 1), a necessidade de acompanhamento do professor e, por conseguinte, a realização do trabalho experimental no laboratório escolar.

Tabela 3: Títulos originais, contexto de filmagem (CF) e duração dos vídeos (D) analisados sob três dimensões: características (C), habilidade processual (HP) e trabalho experimental (TE)

Vídeo	Título Original	Contexto	Duração	DIMENSÕES		
				4=exc.; 3=bom; 2=reg.; 1=ruim		
				C	HP	TE
A	Efeito da ressonância em pêndulos	LD + LE	04:50	2,0	1,5	1,2
B	Entendendo a Física: refração luminosa	LE	02:45	2,0	2,5	3,0
C	Colisões: conservação de energia	LE	04:30	3,4	3,3	3,7
D	Resistências ôhmicas e não-ôhmicas	LE	05:00	3,5	3,6	4,0
E	Aquário da Física	LE	02:20	3,0	3,5	3,2
F	Princípio de Pascal	LE	04:15	3,3	3,4	3,2
G	Empuxo	LE	06:15	4,0	4,0	4,0
H	Associação das forças centrípeta e de tração	LE	03:30	1,5	1,8	2,2
I	JN – Motor eletromagnético	LD + LE	03:40	3,0	2,9	3,0
J	Barco Chemie (multiconceitual)	LD	02:25	3,0	2,0	2,6
K	O movimento horizontal e a gravidade	LD	04:50	2,9	3,8	3,2
L	Motor de corrente contínua	LE	03:20	4,0	4,0	3,8
M	Propagação de calor: correntes de convecção	LD + LE	03:20	3,0	2,8	3,0
N	Indução eletromagnética: lei de Faraday	LE	05:00	3,8	3,3	2,8
				Média ± Desvio Padrão		
				3,0 ± 0,8	3,0 ± 0,8	3,1 ± 0,7

No que segue, será utilizado o referencial de DRIVER et al. (1996), apresentado na Tabela 1, para fazer a análise da representação epistemológica dos estudantes que surge a partir da leitura e interpretação dos vídeos produzidos. Os vídeos A e H são focados no fenômeno, visto que a natureza da explanação parte do próprio fenômeno com a descrição do seu comportamento, sem que haja clara diferenciação entre descrição e explicação. J e M, mesmo apresentando explicação menos descritiva, não chegam a fazer correlação entre variáveis, e, por isso, são considerados também fundamentados no fenômeno.

O raciocínio baseado nas relações entre variáveis é mais evidente em B, D, E, F, G, I, K, L e N. Alguns o fazem de forma simples, como o N que aborda o conceito de indução eletromagnética ao relacionar a velocidade com que se introduz um ímã em uma bobina com a amplitude do ponteiro de um miliamperímetro que mede a corrente induzida, sem registro da medida (Figura 3). O vídeo F trabalha o princípio de Pascal a partir da apresentação de vários experimentos qualitativos para explicação do conceito de pressão.



Figura 3: Vídeo N

Um estudo mais formal com a elaboração de tabelas a partir de resultados obtidos experimentalmente e a construção de gráficos é feito pelo vídeo D, que estuda resistores ôhmicos e não-ôhmicos, apresentando a curva *corrente versus tensão* obtida para um resistor e para uma lâmpada, que conclui que o valor da resistência depende da temperatura.

Correlações sem explicitação numérica de uma das variáveis são feitas, por exemplo, por I e L, que, ao estudarem o motor elétrico de corrente contínua, mostram variações de grandezas que influenciam o campo magnético criado por uma espira circular – raio, número de voltas e tensão – e as correlacionam com a velocidade de rotação da espira (eixo do motor). A medida da velocidade é comparada nas situações como maior ou menor discursivamente, mesmo podendo ser calculada quando se conhece a frequência de registro quadro-a-quadro do vídeo.

O princípio de Arquimedes é trabalhado em G a partir da correlação controlada entre variáveis, quando grandezas físicas relevantes e irrelevantes são consideradas. Nesse vídeo, os alunos utilizam o mesmo desenho experimental em três situações diferentes: um corpo metálico

preso a um dinamômetro que mede seu peso quando suspenso no ar (leitura 1) e seu peso aparente quando totalmente imerso em um líquido (leitura 2). Para a determinação do empuxo (diferença entre as leituras 1 e 2) foram feitas 9 medidas e correlacionadas com a densidade do líquido, com o volume do corpo imerso (grandezas relevantes), e com a densidade do corpo (grandeza irrelevante). Os vídeos cuja abordagem representa uma forma de raciocínio baseado nas relações parecem não ter problemas quanto à distinção entre teoria e evidência, ou seja, discriminam explicação e descrição do fenômeno.

Somente no vídeo C se percebe uma fundamentação baseada no modelo, mesmo que alguns dos elementos propostos por DRIVER et al. (1996) nessa categoria não estejam presentes, como o reconhecimento do status provisório das teorias e a proposição de diversos modelos teóricos para um fenômeno, considerando que teoria e modelos são suposições. No entanto, se reconhece que uma explanação não pode ser deduzida logicamente a partir de dados observacionais, levantando hipóteses sobre entidades teóricas de diferentes categorias. Este vídeo apresenta ainda uma tabela com os valores calculados a partir do modelo teórico considerado e um gráfico construído com os dados, e, a seguir, realiza medidas a fim de testar sua previsão.

Exemplo: Motor de Corrente Contínua

Para exemplificar um dos vídeos produzidos, a Figura 4 apresenta uma sequência de imagens representativas das cenas do vídeo L, intitulado Motor de Corrente Contínua, a saber: 1 e 2 referem-se ao título e imagem de abertura; 3 refere-se à cena de apresentação dos materiais utilizados; 4 a 6 representam as cenas que explicam a teoria básica sobre fenômenos magnéticos e 7 a 11 as cenas que mostram as evidências – o experimento; 12 e 13 referem-se às cenas que explicam o experimento; 14 a 16 representam a comparação qualitativa dos resultados; 17 e 18 chamam a atenção para as condições iniciais do experimento; 19 e 20 finalizam o vídeo com uma imagem seguida dos créditos.

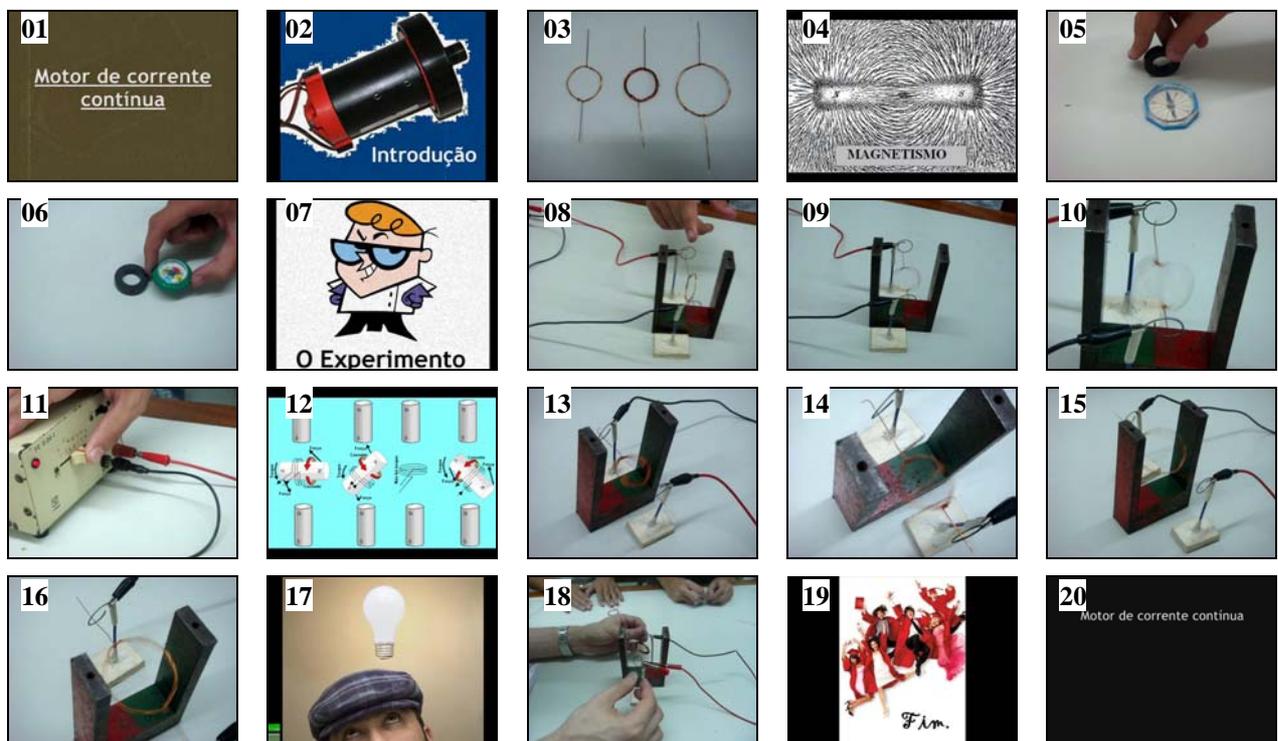


Figura 4: Sequência de imagens representativas das cenas do vídeo L – Motor de Corrente Contínua

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das dimensões a partir do referencial de Nedelsky (Tabela 3), que respondem pelos objetivos ortodoxos do papel do laboratório didático, mostra que a metodologia utilizada é útil para o trabalho de situações experimentais pelo aluno, já que as três dimensões *nedelskyanas* apresentam a mesma média.

A representação epistemológica dos estudantes, que está diretamente associada ao aprofundamento do conhecimento conceitual e requer raciocínio hipotético-dedutivo bem estabelecido, foi analisada com o referencial de Driver et al. (Tabela 1) e mostra, em primeira instância, que os grupos de estudantes demonstraram dificuldades em apresentar argumentos relacionados à teoria para poderem fazer a adequada explanação. É provável que este aspecto não esteja bem resolvido na orientação, de modo que deveria ser necessária a elaboração guiada para que o aluno complementasse os dados e informações elaboradas no vídeo através de sua comunicação explícita, verbal e escrita quanto à escolha de grandezas relevantes e à adequação do modelo teórico que explica os resultados experimentais observados.

Outro aspecto que deve ser introduzido na orientação diz respeito ao registro explícito de dados de forma quantitativa e/ou qualitativa, feita por 7 dos 14 vídeos analisados, que pode facilitar o processo de análise de dados à luz de um modelo para compreensão do fenômeno físico, já que 7 vídeos registraram os dados de forma discursiva.

Os estudantes fizeram uso espontâneo de elementos gráficos como imagens e animações, itens não solicitados nas orientações iniciais, mas necessários na linguagem audiovisual construída por eles ao externalizarem sua criatividade. Há necessidade de diretrizes quanto à utilização de áudio, legendas e fotografia, a fim de que sua falta, falta ou excesso não prejudique a sequência lógica do vídeo.

O projeto permitiu que os estudantes explorassem objetivos do trabalho prático-experimental nas diversas etapas (Figura 1) e trabalhassem conceitos físicos ao fazerem observações e explicações sobre as situações experimentais selecionadas, evidenciado pela forma orgânico-fenomenológica no desenvolvimento de habilidades como o manuseio de aparelhos, coleta, registro e análise de dados, e, sobretudo, a própria compreensão do fenômeno e sua relação com a teoria. A orientação de um professor capacitado para a tarefa e disposto a delimitar as etapas é essencial para garantir o aspecto *recorrente-reflexivo* do projeto.

Em relação à aprendizagem conceitual, objetivo que não faz parte deste trabalho, seria oportuno que em uma próxima intervenção os grupos trabalhassem os mesmos assuntos e, desta forma, se pudesse avaliar o aproveitamento e a eficiência desta estratégia sobre a aprendizagem.

Uma das vantagens desta estratégia em relação ao laboratório tradicional é a responsabilidade assumida pelos estudantes, já que para fazerem um vídeo, que poderá ser disponibilizado a terceiros, é necessário engajamento intelectual através da pesquisa sobre o assunto, levantamento dos conceitos-chave e a criação da situação experimental adequada, que será testada, modificada e verificada quantas vezes forem necessárias. Essa característica diferencia a produção do vídeo de uma atividade experimental de uma experiência realizada em uma aula de laboratório que, via de regra, é um processo linear realizado sem recorrência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABC. Academia Brasileira de Ciências. *O Ensino de Ciências e a Educação Básica: Propostas para Superar a Crise*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2008. 56p. Disponível em <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-19.pdf>>. Acesso em: 03 Abr. 2009.
- ASSOCIATES, PJB. Briefing Paper 4 – Labwork in Science Education. In: *New Perspectives for Learning*. 2003. Disponível em: <<http://www.pjb.co.uk/npl/bp4a.pdf>>. Acesso em: 23 Jan. 2009.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v.19, n.3, p.291-343, 2002.

- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Sociedade da Informação no Brasil: livro verde*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, cap.4, p.43-56, 2000. Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4799.pdf>. Acesso em: 30 Dez. 2008.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2002. 144p.
- CASTRO, C. M.; MAGALHÃES, M. A. B. *Novas Tecnologias para o Ensino de Ciências: condicionantes de sua utilização na sala de aula*. MEC, Secretaria de Ensino de 1 e 2 Grau, Brasília, 1979.
- COLINVAUX, D.; BARROS, S. S.. O Papel da Modelagem no Laboratório Didático de Física: O que há para se aprender? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., 2002, Águas de Lindóia. *Anais...* São Paulo: SBF, 2002.
- CONDREY, J. F. Focus on Science Concepts: Student-Made Videos Zoom in on Key Ideas. *The Science Teacher*, Arlington, v.63, n.4, p.16-19, April, 1996.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press, 1996, 172p.
- FERRÉS, J. *Vídeo e Educação*. Porto Alegre: Artmed, 2ed., 1996. 156p.
- FILIPECKI, A. T.; BARROS, S. S.. Uma nova estratégia para o laboratório de Física no 2º grau: elaboração de vídeos pelos estudantes. In: ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, II, 1999, Valinhos. *Anais...* Porto Alegre: ABRAPEC, 1999.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, New York, v.88, n.1, p.28-54, 2004.
- KIRSCHNER, P. Epistemology or Pedagogy, That is the Question. Chapter 8. p.144-157. In: DUFFY, T. M.; TOBIAS, S. (Eds.) *Constructivism Instruction: success or failure?* New York: Routledge, 2009. 370p.
- LUNETTA, V. N. The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teachers. In: FRASER, B. J. & TOBIN, K. G. (Eds.) *International Handbook of Science Education (Part One)*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 249-262, 1998.
- LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN; A.; CLOUGH, M. P. Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. Chapter 15. p.393-441. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) *Handbook of Research in Science Education*. New Jersey: Routledge, 2007. 1330p.
- NEDELSKY, L. Introductory Physics Laboratory. *American Journal of Physics*, New York, v.26, n.2, p.51-59, 1958.
- NEDELSKY, L. *Science Teaching and Testing*. New York: Harcourt, Brace & World Inc., 1965. 368p.
- OLIVEIRA, S. R.; BARROS, S. S. *A Utilização do Vídeo como Meio Alternativo para a Realização de Atividades Experimentais*. 2000, 43p. Monografia (Graduação) – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SANDOVAL, W. A.; REISER, B. J. Explanation-Driven Inquiry: Integrating Conceptual and Epistemic Scaffolds for Scientific Inquiry. *Science Education*, New York, v.88, n.1, p.345-372, 2004.
- TAMIR, P. Practical work in school science: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. E. (Ed.). *Practical Science: the role and reality of practical work in school science*. Milton Keynes: Open University Press, p.13-20, 1991.