

EXPERIMENTOS VIRTUAIS EM DISCIPLINAS TEÓRICAS DE MECÂNICA

Glaucio G. M. Senhora¹, Vito Roberto Vanin² (*)

¹Universidade de São Paulo, Instituto de Física, glauco.senhora@usp.br

²Universidade de São Paulo, Instituto de Física, vanin@if.usp.br

Introdução

Os experimentos virtuais são realizados com fotos extraídas de filmagens de experimentos reais, que envolvem conceitos básicos de Mecânica e são analisados com auxílio de roteiros, um navegador da *web* e uma planilha de cálculo.

Na análise dos experimentos “Giroscópio Qualitativo” e “Giroscópio Quantitativo” o foco *a priori* é o olhar mais atento às dificuldades e interpretações dos alunos no estudo do fenômeno da precessão. Avaliamos os relatórios produzidos pelos alunos e propusemos mudanças no material produzido para esse experimento virtual, principalmente no roteiro direcionador.

Um pouco sobre o trabalho...

Nosso trabalho pode ser separado esquematicamente em cinco processos, embora muitas vezes eles não sigam esse modelo simplificado e ocorram em outra seqüência.

O primeiro processo é a criação de um experimento, ou seja, uma reunião de ideias e levantamento dos possíveis experimentos que gostaríamos de propor aos alunos (“*brainstorm*”). É interessante ressaltar que procuramos levar aos alunos fenômenos que “criem” uma sensação de impasse. Por exemplo, no caso do giroscópio, o aluno, ao analisar o experimento, perceberá que a idéia intuitiva de que o atrito para os movimentos, não é verificada. Ao contrário, o atrito irá acelerar o movimento de rotação em torno do eixo fixo no laboratório (precessão). Sintetizando, tentamos buscar situações que motivem de alguma forma um olhar mais atento aos objetos em estudo.

Seguindo, o próximo passo é a decisão acerca dos objetivos propostos aos alunos. É quando se decide o viés de análise do fenômeno e os detalhes aos quais o aluno deverá atentar.

O terceiro processo ocorre com a criação e implementação do experimento, ou seja, procuramos ou criamos materiais para filmagem, montamos a estrutura inicial e fazemos uma pré-filmagem. Em seguida, realizamos uma análise das fotos e verificamos se é possível caracterizar o fenômeno escolhido inicialmente. A conclusão deste processo consiste na elaboração de um roteiro direcionador e na criação de um espaço no sítio de experimentos virtuais, que atualmente se encontra no site <http://fep.if.usp.br/~fisfoto>.

O penúltimo processo é a análise e comparação das propostas iniciais com os resultados alcançados pelos alunos. Os experimentos virtuais são aplicados nas disciplinas teóricas de Mecânica, estes dois citados acima na disciplina 4300255 – Mecânica dos Corpos Rígidos e dos Fluidos, no 3º semestre da grade curricular de Licenciatura em Física. Após a aplicação em sala de aula e a correção dos relatórios dos alunos pelos monitores, o nosso grupo, visando um aprimoramento, faz uma análise mais aprofundada dos relatórios que são entregues aos professores para determinar as dificuldades dos alunos e os objetivos alcançados por eles.

O último processo surge em decorrência do anterior, pois se trata das modificações e aprimoramentos nas experiências. Feito o levantamento das dificuldades dos alunos, o

grupo adota mudanças no trabalho, visando uma maior clareza tanto nos roteiros direcionadores como na supervisão do experimento modificado.

É importante mencionar que há outros processos que indiretamente fazem parte deste trabalho, tais como a aplicação destes materiais em sala de aula, que não é feita pelo grupo, mas é um instrumento necessário para a seqüência do trabalho, bem como o trabalho de monitores que avaliam estes relatórios, embora com outro viés, dedicado a uma conseqüência final que é a nota.

As questões norteadoras e o processo

Em resumo, as questões norteadoras são idéias retiradas das próprias questões estabelecidas no roteiro direcionador que centralizam as idéias, percepções e propostas iniciais do grupo sobre as experiências. Nestes dois experimentos, podemos sintetizá-las assim:

Giroscópio Qualitativo:

- 1º. Registrar a expectativa sobre a mudança na velocidade angular causada pelo atrito.
- 2º. Comparar a idéia intuitiva com o resultado da análise dos dados obtidos, a partir dos quadros das filmagens.
- 3º. Procurar uma justificativa física para o fenômeno observado, que contraria a intuição, e comparar com a teoria.

Giroscópio Quantitativo:

- 1º. Qual é relação existente entre ω_p e ω_s (velocidades angulares de precessão e de spin, respectivamente)?
- 2º. Como estimar a incerteza da marcação da fita no aro?
- 3º. Encontrar os valores “teóricos” com base nos valores dos parâmetros experimentais.
- 4º. Comparação e comentários acerca dos resultados encontrados.

É a partir deste modelo adotado, bem como a utilização da estrutura dos relatórios (introdução, objetivo, descrição experimental e material utilizado, análise e conclusão) que direcionaremos esta análise e, conseqüentemente, as implicações desta atividade no trabalho do grupo.

Os resultados

Começarei indicando e levantando algumas dificuldades encontradas nos relatórios dos alunos, primeiramente os aspectos mais particulares, a estrutura dos relatórios e algumas questões norteadoras e, depois, os aspectos globais, como as relações com as questões norteadoras e algumas interpretações.

Aspectos individuais

- *Falta de introdução, confusão de introdução com objetivos e descrição experimental.*

Este item, como indica o subtítulo, muitas vezes não foi encontrado nos relatórios, ou mesmo aspectos deste item encontravam-se embaralhados em outros itens, tais como objetivo e descrição experimental e vice-versa. Mas o que se espera dos alunos neste

questo era uma descrição mais detalhada do objeto de análise “*Giroscópio*” e sobre a teoria que descreve seus movimentos.

- *Objetivos confusos, ou apenas colocando o nome da experiência.*

Relato neste item uma generalização de dificuldades dos alunos, no que se refere a entender o pedido, a intenção do experimento. Ou seja, para muitos alunos, o objetivo era apenas uma “*análise qualitativa do experimento*”, seja lá qual for o entendimento do significado desta expressão.

- *A descrição experimental e os materiais utilizados eram cópias da página web.*

No sítio, apresentamos uma descrição e os materiais utilizados em cada uma de nossas experiências. Então, em quase 100% dos casos analisados, este item era, se não diretamente, uma cópia indireta da descrição contida no site.

- *Problemas no tratamento de dados, uso inadequado de Algarismos significativos, desorganização, resultados sem especificações e erros no cálculo das incertezas.*

Muitas vezes, os alunos por trabalharem com planilhas de cálculos, cujas contas resultam em números com muitos algarismos após a vírgula (especialmente em contas de divisão ou multiplicação), não percebem ou não entendem que as medidas de grandezas que eles realizam nas fotos também têm certo grau de incerteza. Em consequência, os resultados que derivem desses dados não podem ser mais precisos do que certo patamar e esses valores (de incertezas, grandezas derivadas e respectivas incertezas) não devem ser apresentados com tanta precisão.

- *Conclusões repetitivas, incoerência entre os dados \times discurso, conclusões alternativas.*

Verificou-se que os alunos, após tomarem os dados experimentais, faziam suas análises e quando obtinham resultados em conflito com a teoria, eles tentavam de todo modo aproximar os resultados com a teoria, causando uma incoerência entre dados e discurso. Ou mesmo inventavam conclusões que abarcassem seus dados, ou chegavam a conclusões alternativas sem estrutura lógica.

Aspectos Gerais

- *Respostas aos itens como um texto único.*

O roteiro apresentado aos alunos tem um formato peculiar, que é o de apresentar questões bem definidas. Porém, foi interessante notar que os alunos, ao escreverem seus relatórios, não submetiam a resposta item a item, mas uma descrição única de todos os itens propostos, deixando seus relatórios com uma fluidez maior na leitura e no entendimento.

- *Resultados “bons” para alunos com erros/dificuldades em itens anteriores.*

Acima foram relatadas as dificuldades quanto aos objetivos, introdução e mesmo a descrição, porém, dando continuidade na leitura da maioria destes mesmos relatórios, percebeu-se que essas dificuldades ficaram de lado e na análise ou mesmo na conclusão estes alunos tiveram bom desempenho.

- *A busca da resposta “correta”.*

Assim como visto nas dificuldades individuais da conclusão, percebeu-se que os alunos tinham uma tendência muito forte de, a qualquer custo, chegar as respostas que esperavam-se dele. Muitas vezes o aluno, por já ter estudado o assunto, sabia, em teoria,

qual resultado deveria chegar, mas quando realizava o experimento e não o encontrava, utilizava de muitos recursos para tentar "corrigir" o problema. Aqui podemos destacar o papel da nota em influenciar o aluno a tal ponto, que ele nem se dê conta dos objetivos e intenções ali propostos (no experimento).

Implicações

Um passo importante que o grupo realiza é a avaliação mútua, pois é capaz de redirecionar e realizar mudanças nas propostas iniciais, bem como se questionar sobre a validade da sua ferramenta de avaliação. Ou seja, a partir do que foi levantado, como o trabalho do grupo pode melhorar e, conseqüentemente, deixar mais claro algumas dificuldades passadas aos alunos.

Foi então, através dessa análise, que percebemos um quadro de problemas relacionados ao trabalho do grupo:

- *Roteiro guia com propostas confusas e/ou de interpretação difícil.*
- *Questões cobradas muitas vezes, tornando-se repetitivas.*
- *Maleabilidade com algumas questões e os Gabaritos.*

Conclusão

As experiências virtuais podem ser entendidas como uma das muitas estratégias de ensino disponíveis ao professor, visto que nem todos os alunos são estimulados apenas por aulas expositivas ou laboratoriais. Porém, só há sentido na aplicação de uma estratégia, se houver objetivos e direcionamentos propostos aos alunos.

É por isso que o levantamento das dificuldades dos alunos é importante – a partir dele somos capazes de refletir sobre a prática do grupo. A avaliação simultânea dos roteiros fornecidos aos alunos e dos relatórios entregues permite encaminhar mudanças nas propostas iniciais. Com os guias fornecidos aos alunos, notamos que a nota do relatório entregue não refletia necessariamente o grau com que os estudantes haviam atingido os objetivos propostos. A fim de resolver os problemas determinados nesta análise, fizemos mudanças nos roteiros que estão sendo aplicados às novas turmas.

Referências

MARINELI, F. - Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas pelos estudantes num laboratório didático de física . Dissertação de mestrado, USP. São Paulo. 2007.

ⁱ Projeto desenvolvido no âmbito do Programa Ensinar com Pesquisa, da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo.

(*) Integram este projeto: Glauco Gomes Moreno Senhora, Suelen Fernandes de Barros, Monaliza da Fonseca, Pedro Leonidas Oseliero Filho, Nora Lia Maidana e Vito Roberto Vanin.