

# **A docência em Física: A gestão da transmissão de conhecimentos e da formação das competências**

A Dias Tavares, Jr. <sup>a</sup> ([tavares@uerj.br](mailto:tavares@uerj.br)); L. P. Sosman <sup>a</sup>; R. J. M. da Fonseca <sup>a</sup>; A.R. Papa <sup>b, c</sup>

<sup>a</sup> Dep. de Elet. Quant. IF/UERJ, R. S. Francisco Xavier 524; Rio de Janeiro/RJ, 20559-900

<sup>b</sup> Obs. Nacional, R.Gen. José Cristino 77, S. Cristóvão, Rio de Janeiro/RJ, 20921-400,

<sup>c</sup> Dep. de Mat. e Comp. FAT/UERJ, Est. Resende Riachuelo, Morada da Colina, 27523-000, Resende/RJ

**ÁREA TEMÁTICA:** Gestão de pessoas

## **Resumo**

A Física é uma das disciplinas que mais dá sustentação a todo o processo de desenvolvimento tecnológico dos últimos séculos. Nas últimas décadas, o grande número de aplicações que surgem a cada ano tem demandado continuamente maior número de profissionais nessa área ou com formação correlata à mesma. Contudo, o ensino em geral e em particular o das universidades não tem atentado a essa demanda. Outrossim, o ensino eficiente da Física exige forte atividade experimental, mormente nos níveis mais básicos. São discutidos os dois tipos de gestão mais tradicionais para condução das atividades docentes e a efetividade dos mesmos na transferência de conhecimentos e formação das competências. Levantamos os problemas gerados por ambos os métodos e estes são discutidos no âmbito de sua aplicação na formação de físicos e engenheiros em nível de graduação. Analisamos as dificuldades apresentadas na tentativa de transferir o máximo de conhecimentos, no menor tempo ao maior número de estudantes e propomos algumas soluções.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, transmissão de conhecimento, gestão do aprendizado.

## 1. Introdução

Atualmente, com o desenvolvimento da tecnologia em todo o mundo e o acréscimo exponencial da ciência através do aparecimento de novas tecnologias e suas aplicações, quase todos os países apresentam cada vez maior necessidade de novos físicos e engenheiros com formação voltada para a pesquisa e desenvolvimento. Entretanto, a maioria dos países não tem apresentado aumento no número de estudantes procurando as chamadas ciências “duras”, ao contrário, constata-se uma redução. É assustadora a evasão dos alunos nas áreas de ciência e tecnologia. Os egressos da graduação em física são apenas 20% do total de ingressantes. Fica evidente que a eficiência dos cursos é baixa e a motivação despertada nos alunos, pequena. Existem ainda outros problemas com os estudantes egressos dos cursos: muitos deles não têm uma boa compreensão dos problemas práticos e experimentais; a sua transferência de conhecimentos da teoria para os problemas do dia a dia é escassa, se é que têm essa capacidade. Atribuímos essas dificuldades a um incremento deficiente das atividades experimentais em seus cursos ou mesmo à ausência daquelas atividades. Frequentemente, as atividades práticas são ampliadas de modo dissociado daquelas teóricas, deixando a impressão de pertencerem a universos diferentes. Não resta dúvida que uma completa integração entre a teoria e prática é algumas vezes difícil ou mesmo impossível, mas acreditamos que a mesma deva ser tentada como parte de uma estratégia para a formação de competências.

## 2. Discussão

### 2.1 – As duas principais abordagens no laboratório

Essas abordagens estão conectadas com o comportamento de estudante e do professor no laboratório. Na primeira delas o professor apresenta o fenômeno que os alunos devem observar e descrever. Assim, eles observam e fazem alguma espécie de relatório escrevendo suas conclusões, apresentando seus erros, e talvez sugerindo como melhorar a precisão do experimento. A segunda abordagem é mais complicada, porque requer participação mais atuante do estudante e maior dedicação do professor [1]. Nesse caso, o professor sugere um problema experimental, sem um roteiro completo ao aluno, mas com indicações pertinentes conforme a solicitação do estudante. O problema pode ser solucionado com o material didático presente no laboratório, e o aluno deve criar seu próprio caminho para obter o resultado desejado de forma individualizada. Como no primeiro caso, o aluno escreve um relatório objetivo e passa por uma argüição para avaliação do trabalho e estabelecimento de um grau. Verificamos que este último método é muito mais efetivo para o aprendizado [2]. E porquê, uma vez que tanto o primeiro quanto o segundo métodos são semelhantes em seus procedimentos, como as medidas, o relatório e conclusões? Acreditamos que a resposta está na quantidade de conhecimento transferido para os estudantes submetidos a cada uma das abordagens. Temos observado que para muitos estudantes submetidos ao primeiro método, o comportamento nessas atividades de laboratório é do tipo "burocrático" e totalmente desinteressante.

Práticas em grupo são ainda piores. Em geral, um ou dois estudantes tirarão medidas, discutirão com o professor, escreverão o relatório, ou procurarão até copiar de qualquer lugar para obter resultados que crêem aceitáveis aos olhos do professor. O segundo método, força a participação mais ativa, menos apática, levando a um rendimento maior pela solicitação intrinsecamente maior de cada um dos atares do processo.

Conseqüentemente podemos observar que o maior problema das aulas práticas é o gerenciamento de diversos fatores, a saber: o comportamento dos alunos na aula prática; a aferição da quantidade de conhecimentos transferida; o comportamento de diferentes professores frente às aulas práticas; a manutenção de um nível de qualidade frente a mudanças

de equipe e para diferentes turmas.

## 2.2 – Desvantagens de cada método

Primeiro método:

- (1) Como o relatório tem como finalidade a obtenção de nota, há pouca transferência de conhecimento. O controle sobre a autoria dos relatórios é bastante complexo.

Possíveis soluções:

- Prova prática individual ao final de cada período ou ao final de um grupo de práticas – implica em aumento da carga de trabalho do professor.
- Teste individual, oral, sobre o trabalho desenvolvido, ao final de cada trabalho prático - implica em aumento da carga de trabalho do professor.

- (2) O treinamento das habilidades como a manipulação de equipamentos e componentes é deficiente.

Possíveis soluções:

- Diminuição do tamanho dos grupos de laboratório – acarreta problemas logísticos diversos.
- Exigência maior na atribuição de grau, reportar-se ao item 1

- (3) O aproveitamento da física envolvida nas experiências é deficiente;

Possíveis soluções:

- Mudança no método

- (4) A maioria dos estudantes não tem atração nem interesse nessas aulas práticas;

Possíveis soluções:

- Mudança no método

- (5) Não funciona para o estudante “médio”, maioria, nem para o que apresenta deficiências de formação.

Possíveis soluções:

- Mudança no método

Segundo método:

- (1) A solução dos problemas experimentais envolve muito tempo;

Possíveis soluções:

- Ampliação do horário do laboratório, usando monitores, estagiários etc.

- (2) A quantidade necessária de equipamentos e componentes disponíveis é maior, uma vez que o ideal é que cada estudante tenha seu próprio material para o experimento;

Possíveis soluções:

- Permitir que o estudante tenha o seu próprio ritmo de trabalho dentro de um elenco de experimentos que empregam equipamentos distintos;
- Ampliação dos horários de laboratório para os estudantes interessados;
- Utilização de equipamentos de baixo custo.

- (3) O trabalho e o envolvimento do professor são maiores, porque cada estudante apresentará uma forma própria de resolver o problema apresentado;

Possíveis soluções:

- Treinamento dos professores;
- Utilização de monitores e técnicos de laboratório para auxílio na montagem das práticas.

(4) O trabalho do estudante para obter uma nota é maior, tendo que apresentar um relatório e se submeter a uma verificação através de argüição;

Possíveis soluções:

- Aumentar a duração do período de funcionamento do laboratório, além dos normais do semestre letivo;
- Ampliação dos horários de laboratórios para os estudantes interessados.

(5) Dificuldade em trabalhar com grupos grandes.

Possíveis soluções:

- Treinamento dos professores/Manual de práticas – versão do professor
- Estudo da prática a ser desenvolvida e de seus fundamentos antes do desenvolvimento da mesma/Manual de Práticas - versão para o estudante.
- Utilização de monitores e técnicos de laboratório para auxílio na montagem das práticas.

Podemos concluir aqui, que por trás de quase todas as desvantagens citadas existem problemas de ordem prática, ligados ao gerenciamento de recursos humanos e equipamentos envolvidos na aula.

### **2.3 - Vantagens de cada método**

Primeiro método:

- (1) O professor pode ensinar classes maiores, com números variando entre 15 — 50 estudantes;
- (2) O experimento ocupa o tempo exato de duração da aula, tornando possível organizar o laboratório com facilidade. Qualquer dificuldade do aluno para escrever o relatório será rapidamente resolvida pela repetição do relatório;
- (3) O trabalho do professor de conferir um grau ao aluno é minimizado.

Segundo método:

- (1) A transferência de conhecimento professor-aluno é mais palpável;
- (2) Cada estudante pode trabalhar na velocidade adequada a compreensão correta dos fenômenos abordados;
- (3) A transferência de conhecimento dos assuntos abordados para outros problemas é maior;
- (4) A aprendizagem transversal aumenta, isto é, proporciona amplamente: o aprender a trabalhar com equipamentos; o manipular componentes corretamente; o fazer as montagens para observação e descrição dos problemas;
- (5) Um número maior de estudantes termina motivado a fazer estudos posteriores em áreas correlatas à Física.

### **2.4 - Sugestões para a escolha do método apropriado**

Apesar das restrições de equipamento, disponibilidade da sala e limite de tempo, acreditamos que escolher entre esses métodos é decisão de natureza filosófica [2] mais do que outra coisa. Sobre qualquer escolha, a decisão estará pautada na quantidade de conhecimento que cada estudante vai adquirir “versus” o esforço institucional colocado para que isso aconteça.

Inicialmente, devemos distinguir dois grupos de estudantes: o primeiro composto de estudantes de Engenharia. Eles precisam de informações sobre problemas experimentais, de conhecer os fenômenos físicos e reconhece-los em diversas situações. Em geral, eles são mais numerosos que os alunos de Física; o segundo grupo é o composto por estudantes, que

aprendendo Física precisam adquirir conhecimentos mais profundos sobre os fenômenos envolvidos, ou seja, eles devem conhecer os fenômenos e reconhecê-los em uma variedade de situações, também devendo ser capazes de reproduzi-los e medi-los consistentemente usando o instrumental adequado disponível no laboratório. Além disso, devem ser capazes de imaginar experiências diferentes para reproduzir e observar fenômenos estudados. Acreditamos que uma visão ampla da Física é importante na educação do físico mesmo ao nível de graduação.

Nossa experiência mostrou que as aulas de laboratório para físicos e engenheiros devem ser separadas, uma vez que os objetivos de cada grupo são bastante distintos. Em muitas instituições elas não o são, mas seria melhor se o fossem. O tamanho ideal do grupo de estudantes de Engenharia seria de dois estudantes por grupo, ainda que devido aos poucos recursos isso seja um desafio a ser enfrentado, nesse caso três estudantes formariam um grupo razoável e “plausível”. Um grupo, com mais de três estudantes, torna o experimento completamente improdutivo. No caso da Física um aluno é a melhor opção, sendo aceitáveis grupos de dois estudantes. Nossa conclusão é que o ensino de Física na graduação para estudante de Engenharia e Física requer diferentes abordagens para o melhor rendimento do processo ensino-aprendizagem.

### **2.5 – Propostas para obtenção de bons resultados com qualquer abordagem**

O objetivo principal em ambos os casos é transmitir o máximo de informações possível sobre os problemas experimentais, durante as aulas expositivas. De fato, enfatizar a conexão entre os aspectos teóricos e experimentais dos tópicos sob estudo. Muitos exemplos, baseados em fotografias e vídeos, devem ser exibidos de modo que os estudantes reconheçam, no trabalho de laboratório o que eles já viram em algum outro lugar. Demonstrações práticas durante as aulas teóricas de fenômenos de verificação experimental mais complicada são úteis para diminuir o tempo de familiarização dos estudantes com os tópicos relacionados ao problema ou fenômeno em questão.

O mais importante é ensinar os “porquês?” e os “para que?”, bem como as razões subjacentes em quaisquer procedimentos envolvendo teoria e laboratório. Agindo assim motivaremos a curiosidade sobre os problemas reais, que estão vinculados aos assuntos discutidos em classe.

Acreditamos que o principal problema que ocorre entre os professores e o ensino da Física é que eles deveriam estar bem preparados tanto nos aspectos teóricos como naqueles experimentais da disciplina, o que freqüentemente não ocorre.

Experimentos no trabalho laboratorial podem ser divididos, entre aqueles que usam poucos componentes e equipamentos simples e os que precisam de maiores recursos. Os estudantes podem realizar individualmente os mais simples e menos sofisticados, de modo que nesse nível todos possam trabalhar individualmente em seus próprios ritmos. Posteriormente começam a desenvolver experimentos mais complexos que, por restrições no número de equipamentos, compartilharão em grupos.

Aconselhamos a aplicação de um exame oral e uma nota ao relatório de cada experimento para avaliar a performance do estudante. Se o grau da avaliação for insuficiente, o estudante que não aprendeu os princípios envolvidos no trabalho deve repetir a experiência. Evidentemente, se o elenco de experimentos é grande, estudantes serão aprovados ainda que não tenham realizado ou obtido grau em todos os experimentos.

## **3. Conclusões**

Embora a formação de físicos ou engenheiros, com boa capacidade de trabalho experimental, tenha evoluído muito [3], ainda ensinamos de modo ineficiente, com excessiva

exposição oral e escrita na lousa. Ainda hoje, como no passado, o professor ainda desenha diagramas, o que toma tempo precioso de discussão. Agora, existem diversos equipamentos como vídeos, computadores, retro-projetores, abreviando esse tempo perdido e dedicando-o a discussão dos tópicos. O professor acelerara a transmissão de conhecimento, com a vantagem adicional de manter os estudantes envolvidos na discussão. Na verdade esse é um ponto importante, porque a maioria dos estudantes tem dificuldade em concentrar-se numa aula puramente expositiva, mantendo-se numa espécie de limbo ou “zona morta” mental durante a elaboração de diagramas trabalhosos ou na longa dedução de uma equação complicada. Podemos concluir que, com os recursos tecnológicos atuais, é mais simples o estudante atingir um estágio “ótimo” de entendimento e aprendizado a partir de aulas que tenham sido adequadas as novas realidades sócio culturais.

Discutimos nossa visão e experiência de ensinar Física com estudantes de duas diferentes carreiras. Em ambos o caso é essencial saber como os estudantes devem aprender os tópicos abordados. Reconhecemos que a quantidade de conhecimentos em Física e o problema para otimizar a transferência desse conteúdo sem transformar o estudante em especialista são a maior preocupação para aqueles que ensinam essa matéria. Se você se especializa demasiado em Física e argumentos correlacionados, você perde a base ampla da Física e Matemática ideal para a formação tecnológica. Por outro lado, não devemos esquecer que os seres humanos têm uma capacidade temporalmente limitada de absorção de conhecimentos, assim devemos contornar as limitações dos métodos de ensino usuais de modo a transferir o máximo de conhecimento no mínimo de tempo.

Não cremos em métodos futurísticos para acelerar o aprendizado, entretanto um bom método de ensino deve se reforçar com as novas tecnologias, como gráficos, computadores, vídeos, etc, abreviando o tempo de compreensão dos assuntos mais difíceis [4]. O uso de um laboratório pequeno e barato, para treinamento e demonstração com os estudantes, é uma ótima política [5]. Concluindo, é importante que as práticas de laboratório tenham envolvimento grande dos professores. Esse quase “corpo a corpo” entre estudante e professor é fundamental no ensino da Física e da Ciência, como um todo [1].

#### 4. Referências

- [1] G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance*, Librairie Philosophique J. Vrin, Paris, 1938.
- [2] M. I. da Cunha, *O Professor Universitário na transição de paradigmas*, J. M. Ed., Araraquara, 1998.
- [3] J. Strong, *Modern Physics Laboratory Practice*, Prentice-Hall, Inc., New York, 1938.
- [4] D. S. Goodman, *Optics Demonstrations with the Overhead Projector*, SPIE Press, Washington, 2000.
- [5] M. Muramatsu, “*Kit de Física*”, IF/USP, São Paulo.