

## Carta do Editor

### Editorial convidado: Aprendizagem ativa

A popularização da Internet e das novas tecnologias de comunicação tem causado impactos profundos sobre diferentes aspectos da nossa vida diária. Seus impactos sobre o ensino, porém, são especialmente relevantes, já que, em um mundo no qual as informações estão na palma da mão de qualquer estudante, os professores se veem desafiados na sua função de detentores do conhecimento. Por outro lado, o desenvolvimento acelerado das ciências cognitivas, do estudo da mente e do cérebro, e dos processos envolvidos no pensamento e na aprendizagem ganhou impulso revolucionário com as novas tecnologias de imagem e de processamento de dados. O avanço da teoria cognitiva levou, nos últimos anos, à proposta de aplicar esse conhecimento à educação, tanto no desenho de currículos como na forma de ensinar. Combinando pesquisas em psicologia, cognição, educação e neurociências, vem surgindo uma nova teoria do “ensinar” que preconiza uma prática muito diferente da que foi utilizada nos últimos séculos, baseada na exposição da teoria e na resolução de problemas [1].

A sensação que temos muitos de nós, professores, de que os alunos aprendem pouco em aulas expositivas foi expressa por Feynman, no prefácio às suas *Lectures*: “... o melhor ensino exige uma relação direta entre o estudante e um bom professor – uma situação na qual o estudante discute ideias, pensa sobre as coisas, e fala sobre as coisas. É impossível aprender alguma coisa apenas sentado na sala de aula, ou mesmo resolvendo os problemas propostos” [2]. Esse pensamento, oriundo da prática da sala de aula, ganhou dimensão científica com o desenvolvimento das ciências da mente e do cérebro, que tem levado, por sua vez, a uma nova ciência da educação. Nesse contexto, ao longo dos últimos 15 ou 20 anos, vêm surgindo uma série de iniciativas que podem ser abrigadas sob o guarda-chuva de “aprendizagem ativa”. A proposta do “estudante em ação” tem sido objeto de vários editoriais da revista *Science* e de comentários de cientistas eminentes [3], apontando a necessidade de que os cientistas trabalhem conjuntamente com especialistas em ensino, o que já é adotado em diversos departamentos de universidades norte-americanas.

No ensino de física, especificamente, essas iniciativas remontam a meados dos anos 80, com a publicação de estudos estatisticamente significativos [4, 5] que demonstravam dois problemas do “ensino tradicional”: (i) alunos que obtêm bom desempenho na solução de problemas de livro-texto continuam a exibir sérias deficiências em aspectos conceituais dos mesmos conteúdos; (ii) a eficácia de aulas expositivas em suprir essas deficiências é universalmente baixa, independentemente dos talentos do professor ou dos atrativos que sejam oferecidos aos alunos, como demonstrações em sala de aula, observação que se repete em uma vasta gama de escolas, com estudantes de qualificação pregressa bastante variada.

A busca por enfrentar esses problemas está na raiz de experiências em aprendizagem ativa em física, tais como a “instrução pelos pares”, desenvolvida por Eric Mazur em Harvard, e metodologias como o SCALE-UP (student-centered active learning environment with upside-down pedagogies), desenvolvida por Robert Beicher na Universidade Estadual da Carolina do Norte, e adotada em mais de 200 instituições dos 5 continentes, e sua variante TEAL (technology-enhanced active learning), adotada no MIT e em Yale. Em comum, essas experiências preconizam o foco no engajamento dos alunos, deslocando o professor da função de mero transmissor de informações para a função socrática de levar o estudante a construir seu conhecimento através da participação ativa, ao responsabilizar-se pelo estudo prévio e pelo trabalho, em sala de aula, com perguntas voltadas a uma interpretação conceitual de diferentes situações, e pela construção de respostas a problemas propostos, em lugar da “imitação” de técnicas de resolução de problemas. Na metodologia SCALE-UP, em particular, as aulas expositivas são substituídas por atividades projetadas para levar os estudantes a observar fenômenos físicos, refletir sobre eles e discutir com seus colegas e com o professor até que o conceito em foco seja efetivamente apreendido. As novas tecnologias vêm novamente em auxílio a essas experiências, pois permitem, através de dispositivos eletrônicos, que o

professor consiga “dialogar” com cada um dos estudantes de uma turma, que registram suas ideias para visualização do professor em tempo real.

Os métodos de aprendizagem ativa tiveram sua eficácia comparada recentemente à das aulas expositivas, em uma meta-análise [6] envolvendo mais de 200 estudos distintos, em disciplinas de ciências, tecnologia, engenharias e matemática. Os resultados sistematicamente apontam uma diminuição de um terço nos índices de repetência e uma melhoria considerável na compreensão conceitual dos estudantes. Além da melhora do desempenho acadêmico, diversos estudos anteriores indicavam também que esses métodos são eficientes em infundir nos alunos atitudes mais adequadas ao aprendizado, ensinando-os a estudar, aumentando a frequência às aulas e a permanência dos alunos nos cursos e diminuindo a evasão. Estatísticas acumuladas por cerca de 15 anos na Universidade Estadual da Carolina do Norte mostram que o SCALE-UP foi ainda efetivo na direção da inclusão social, melhorando o desempenho e a permanência no curso tanto das chamadas minorias étnicas quanto das mulheres [7].

No Brasil, há algumas experiências de aprendizagem ativa em andamento ou em gestação. No Instituto de Física da USP, em particular, uma sala foi especialmente projetada para essa finalidade e um projeto iniciado neste ano de 2014 introduziu a metodologia em todas as turmas dos cursos iniciais de mecânica para alunos do bacharelado e da licenciatura em física, com resultados promissores. Em um quadro de crescimento do número de estudantes no nível superior, que torna ainda mais necessário o aumento na eficiência do aprendizado, é importante que experiências como essa sejam replicadas pelo País. Como demonstra o estudo registrado no texto *What Matters in College* [8], as interações mútuas entre os estudantes, e entre estes e os professores, são cruciais para uma boa formação universitária, o que indica que iniciativas de ensino à distância, embora possam cumprir um papel relevante na massificação da educação, têm efeito limitado sobre a qualidade da formação, se restritas ao formato expositivo.

Vera B. Henriques, Carmen P.C. Prado e André P. Vieira  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo

## Referências

- [1] John D. Bransford, Ann L. Brown and Rodney R. Cocking (eds) *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* (National Academy Press, Washington, D.C., 2000).
- [2] [http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I\\_91.html](http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_91.html), acesso em 26/10/2014.
- [3] Ver, por exemplo, B. Alberts, *Science* **335**, 380 (2012); **338**, 1263 (2012); C. Wieman, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **111**, 8319 (2014).
- [4] I.A. Haloun and D. Hestenes, *Am. J. Phys.* **53**, 1043 (1985).
- [5] R.R. Hake, *Am. J. Phys.* **64**, 66 (1998).
- [6] Scott Freeman, Sarah L. Eddy, Miles McDonough, Michelle K. Smith, Nnadozie Okoroator, Hannah Jordt and Mary Pat Wenderoth, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **111**, 8410 (2014).
- [7] R.J. Beichner et al., in: *Reviews in PER Vol. 1: Research-Based Reform of University Physics*, editado por E.F. Redish e P.J. Cooney (American Association of Physics Teachers, College Park, 2007), disponível em <http://www.per-central.org/document/ServeFile.cfm?ID=4517>.
- [8] A.W. Astin, *What Matters in College: Four Critical Years Examined* (Jossey-Bass, San Francisco, 1997).