

Aprendizagem Ativa¹

David Sokoloff (Univ. do Oregon, EUA)

Foi realizado em São Paulo, na Faculdade de Educação da USP (FEUSP), o Encontro Latinoamericano sobre Aprendizagem Ativa em Óptica e Fotônica (Latin American Workshop on Active Learning in Optics and Photonics), ALOP, promovida pela UNESCO e organizada pelo Prof. M. Pietrocola². A seguir, apresentamos uma tradução da introdução do manual de treinamento do manual desta oficina.

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo sente-se a necessidade da melhoria no ensino de ciências. Os desafios, embora grandes no mundo desenvolvido, são até maiores no mundo em desenvolvimento onde há maior carência de professores bem treinados, materiais didáticos efetivos e até os mais básicos equipamentos científicos e suprimentos. Em seus esforços para promover a criatividade e inovações no modo como a física introdutória é ensinada no nível universitário, a UNESCO³ tem patrocinado atividades em diferentes países em desenvolvimento para tratar a necessidade de elevar a qualidade dos professores e introduzir uma abordagem inovadora de aprendizagem.¹⁻³ Em anos recentes, o foco das oficinas (workshops) para treinar professores tem sido em abordagens de *aprendizagem ativa* (active learning). Isto tem incluído o desenvolvimento de materiais de ensino e aprendizagem que incorporem esta abordagem. A UNESCO tem encorajado a introdução de aprendizagem ativa em física nos países em desenvolvimento, pois ela favorece o trabalho de laboratório (mão-na-massa ou “hands-on”), promove a aprendizagem conceitual e encoraja os instrutores a fazerem *pesquisa* em ensino de física, que pode levar a uma melhoria significativa na aprendizagem de seus estudantes. O objetivo destes projetos da UNESCO de aprendizagem ativa é promover a implementação da aprendizagem centrada no estudante, em seu raciocínio (“minds-on”) e mão na massa (“hands-on”) tanto quanto possível nos cursos de física introdutória.

Por que Aprendizagem Ativa?

Aprendizagem ativa em física, desenvolvida nas últimas décadas, tem demonstrado nos Estados Unidos e em outros países desenvolvidos o aumento da compreensão dos estudantes dos conceitos básicos de Física. Nesta estratégia de aprendizagem, os estudantes são levados a construir seu conhecimento dos conceitos de Física por observação direta do mundo físico. É feito o uso de um ciclo de aprendizagem incluindo *previsões* (predição ou prognóstico) discussões em pequenos grupos, observações e comparações de resultados observados com as previsões. Este ciclo de aprendizagem também pode ser representado como *PODS* – *Previsão, Observação, Discussão e Síntese* (Prediction, Observation, Discussion and Synthesis). Deste modo, os estudantes tornam-se atentos às diferenças entre suas crenças (ou conhecimentos prévios) que eles trazem para a sala de aula, e as leis físicas atuais que governam o mundo físico. Após muitos anos de pesquisa de Ensino de Física, o método da aprendizagem ativa tem demonstrado, de modo mensurável, a melhoria do entendimento conceitual.⁴⁻¹⁰ Ele reproduz o processo científico na sala de aula e ajuda no desenvolvimento de habilidades de raciocínio físico. A Tabela I-1 compara as características dos ambientes de aprendizagem ativa e da tradicional (passiva). A mudança no papel do professor assume importância crítica quando os materiais de aprendizagem ativa são introduzidos na sala de aula. Tanto no mundo desenvolvido quanto em desenvolvimento, pode ser desafiante para o professor recuar de seu papel tradicional de explicar tudo como uma autoridade, para um papel como guia através de materiais de aprendizagem ativa. Para esta transição ter o sucesso é necessário aceitar a evidência de que os estudantes iniciantes freqüentemente não aprendem efetivamente até mesmo com as mais lógicas explicações dadas por seus professores, e crer na efetividade dos materiais de aprendizagem ativa em ensinar conceitos. A facilidade desta transição depende não somente da boa vontade do professor de desistir de seu papel de autoridade, mas também de diversos fatores culturais que diferem de país para país. Este é o último desafio na presente oficina de treinamento em aprendizagem ativa em diferentes partes do mundo em desenvolvimento, e é uma razão importante pela qual tem sido incorporado neste projeto o recrutamento e o treinamento de instrutores locais.

Aprendizagem Ativa em Laboratório e Aulas de Demonstração Interativa

Exemplos de materiais de aprendizagem ativa no mundo desenvolvido incluem materiais do *Physics Suite*.¹¹ Estes incluem materiais de laboratório mão na massa como o *RealTime Physics*¹² (do qual parte do Módulo 1 deste Manual de treinamento foi adaptado). Em suas formas originais, estes materiais têm um pesado uso de tecnologia, especialmente ferramentas baseadas em computadores e modelagem com “softwares”.

Com tais ferramentas e currículo, tem sido possível realizar mudanças significativas no ambiente de aprendizagem de laboratório em um grande número de universidades, faculdades e escolas secundárias no mundo desenvolvido, sem mudar a estrutura de aulas expositivas/laboratório e a natureza tradicional de instrução de aulas expositivas.⁴⁻⁵ Além disso, materiais de workshop, como *Workshop Physics*¹⁰⁻¹³ tem sido desenvolvido. Embora o *Workshop Physics* tem-se demonstrado muito efetivo,

¹ Texto adaptado do livro, *Real Time Physics and Interactive Lecture Demonstrations*, de D.R. Sokoloff and Ronald K. Thronton, Jhon Wiley & Sons inc., 2004.

² www.alop-sp-2007.fe.usp.br

³ UNESCO ou Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, é uma agência da ONU (Organização das Nações Unidas) criada em 1945.

sua implementação requer uma reestruturação completa do curso de Física introdutória (incluindo a eliminação de aulas expositivas). Por isso, seu uso tem sido um tanto limitado, tanto no mundo desenvolvido quanto em desenvolvimento.

Ambiente de Aprendizagem Passiva	Ambiente de Aprendizagem Ativa
Instrutor (e livro texto) é a autoridade – fonte de todo o conhecimento.	Os estudantes constroem seus conhecimentos de observações mão na massa. As observações reais do mundo físico são as autoridades.
As crenças dos estudantes são raramente abertamente provocadas.	Usa um ciclo de aprendizagem no qual os estudantes são provocados a comparar previsões (baseadas em suas crenças) com observações dos experimentos reais.
Os estudantes nunca podem reconhecer diferenças entre suas crenças e o que lhes é falado na sala.	As crenças dos estudantes mudam quando eles são confrontados pelas diferenças entre suas observações e suas crenças.
O papel do instrutor é de autoridade	O papel do instrutor é como um guia no processo de aprendizagem.
A colaboração com seus pares é freqüentemente desencorajada.	Colaboração com os pares é encorajada.
As aulas expositivas freqüentemente apresentam “fatos” de física com pouca referência ao experimento.	Os resultados dos experimentos reais são observados de modo compreensível.
Trabalho de laboratório, se algum, é usado para confirmar teorias “aprendidas” nas aulas expositivas.	Trabalho de laboratório é usado para aprender conceitos básicos.

Tabela I: Ambiente de aprendizagem ativa versus passiva

Embora existam consideráveis evidências de que as abordagens tradicionais são ineficazes no ensino dos conceitos de Física,⁴⁻¹⁰ a maioria dos estudantes ainda continua a ser ensinada com aulas expositivas, freqüentemente em classes numerosas com mais de 100 alunos. Para melhorar a aprendizagem, mesmo sem mudanças significativas na estrutura do curso introdutório, é necessário uma estratégia para tornar a aprendizagem em salas numerosas (e pequenas) mais ativa. O trabalho de pesquisa em ensino de física, inicialmente na Universidade Oregon e na Universidade Tufts (nos Estados Unidos), tem levado ao desenvolvimento de uma estratégia de ensino e de aprendizagem chamada *Aulas de Demonstração Interativa* (Interactive Lecture Demonstrations, **ILDs**) para melhorar a aprendizagem conceitual em aulas expositivas.¹⁴⁻¹⁵ Foi formalizado um procedimento para as ILDs com o objetivo de engajar os estudantes no processo de ensino aprendizagem e, portanto, converter o ambiente de aulas usualmente passivo para um mais ativo. A Tabela II lista os oito passos do procedimento. O envolvimento dos estudantes no entendimento destas demonstrações conceituais simples é obviamente constatado das observações em sala de aula. Mesmo em uma sala de aula numerosa, muitos estudantes fazem suas previsões individuais atentamente (passo 2), e participam ativamente do pequeno grupo de discussão (passo 3). Entretanto se for dado tempo em excesso, após o relato das previsões a discussão pode começar a perder-se em assuntos estranhos ao trabalho. O instrutor deve observar os estudantes cuidadosamente, e escolher um tempo apropriado para ir para o próximo passo.

1.	O instrutor descreve a demonstração e – se apropriado – faz para a classe sem mostrar medidas.
2.	É solicitado aos estudantes para registrarem suas previsões individuais na Folha de Previsão, a qual será recolhida, e que pode ser identificada pelo número de cada estudante escrito na parte superior. (Os estudantes são assegurados que nestas previsões não serão dadas notas, embora alguns créditos do curso são normalmente dados pela presença e participação nestas sessões de <i>ILD</i> .)
3.	Os estudantes se empenham nas discussões de pequenos grupos com um ou dois de seus vizinhos mais próximos.
4.	O instrutor extrai as previsões comuns dos estudantes da classe toda.
5.	Os estudantes registram suas previsões finais na Folha de Previsão.
6.	O instrutor realiza a demonstração sem mostrar claramente os resultados.
7.	Uns poucos estudantes descrevem os resultados e os discutem no contexto da demonstração. Os estudantes podem preencher uma Folha de Resultado, idêntica à Folha de Previsão, que pode ficar com eles para estudos posteriores.
8.	Os estudantes (ou instrutor) discutem situação(ões) física(s) análoga(s) com aspectos “aparentemente” diferentes. (isto é, situação(ões) física(s) diferente(s) baseada(s) no(s) mesmo(s) conceito(s).)

Tabela II: Os Oito Passos do Procedimento das Aulas de Demonstração Interativa

O passo 4 é facilitado pelo uso de uma transparência feita da Folha de Previsão, com os estudantes esboçando as previsões com uso de diferentes canetas coloridas. Isto é uma atividade de tempestade de idéias (“*brainstorming*”), e nenhum comentário deve ser feito até mesmo se a previsão está correta ou incorreta. Se nenhum estudante voluntário predisser aquela que representa a concepção errônea (“*misconception*”) para uma demonstração, o instrutor pode querer mencioná-la, assim deve dizer que “um estudante em minha última aula fez esta previsão”. O propósito deste passo é ajudar a validar todas as previsões feitas pelos estudantes na sala de aula. Pode também ser suplementado fazendo uma votação após todas as previsões serem registradas. Quando o tempo é curto, o instrutor pode pular este passo.

Note que nos passos 7 e 8 é tarefa do instrutor levar os *estudantes* a darem as respostas desejadas. O instrutor deve ter uma “agenda” definida, e deve freqüentemente guiar a discussão para pontos importantes levantados pelas *ILDs* individuais. O instrutor deve evitar dar aulas aos estudantes. A discussão usaria os resultados experimentais como uma fonte de conhecimento sobre o experimento. Se os estudantes não discutirem nada que seja importante, então o instrutor pode preencher as lacunas.

Este manual inclui alguns materiais que são destinados a serem usados como atividades de laboratório para aprendizagem ativa, alguns que são destinados como *ILDs*, e alguns que podem ser usados de outra forma.

O Manual de Treinamento todo também está disponível na forma eletrônica de CD. Este pode ser útil para os usuários que desejam imprimir as folhas do estudante diretamente dos arquivos eletrônicos. Estes arquivos também possuem a vantagem que estão em cores. Cópias do CD são permitidas pelo coordenador do projeto, Minella Alarcon, na UNESCO, Paris (m.alarcon@unesco.org).

References

- 1 O.L. Cambaliza, A.P. Mazzolini and M.C. Alarcon, “Adapting active learning approaches in physics education to local Asian environments,” in *Teaching and Learning of Physics in Cultural Contexts*, Y. Park, ed., (New Jersey, World Scientific, 2004), pp 89-97.
- 2 M. Alarcon, E. Arthurs, Z. Ben Lakhdar, I. Culaba, V. Lakshminarayanan, J. Maquiling, A. Mazzolini, J. Niemela, D. Sokoloff, “Active Learning in Optics and Photonics: Experiences in Africa,” to be published in *Proceedings of the Conference on Education and Training in Optics and Photonics, Marseilles, France, 2005*.
- 3 M. Alarcon, E. Arthurs, Z. Ben Lakhdar, I. Culaba, V. Lakshminarayanan, J. Maquiling, A. Mazzolini, J. Niemela, D. Sokoloff, “UNESCO: Active Learning in Physics for Developing Countries of Asia and Africa,” *Proceedings of the World Conference on Physics and Sustainable Development, Durban, South Africa, 2005*, (www.wcpsd.org).
- 4 R. K. Thornton, and D. R. Sokoloff, "Learning motion concepts using real-time, microcomputer-based laboratory tools," *Am. J. Phys.* **58**, 858-867 (1990).
- 5 Ronald K. Thornton and David R. Sokoloff, “Assessing student learning of Newton’s laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula,” *Am. J. Phys.* **66**, 338-352 (1998).
- 6 L.C. McDermott, "Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned—closing the gap," *Am. J. Phys* **59**, 301-315 (1991).
- 7 L.C. McDermott, "Research on conceptual understanding in mechanics," *Physics Today* **37**, 24-32 (July, 1984)
- 8 D. Hestenes, M. Wells and G. Schwackhammer, "Force Concept Inventory," *The Physics Teacher* **30**:3, 141-158 (1992).
- 9 J. A. Halloun and D. Hestenes, "The initial knowledge state of college physics students," *Am. J. Phys.* **53**, 1043-1056 (1985).
- 10 P. W. Laws, "Calculus-based physics without lectures," *Physics Today* **44**:12, 24-31 (1991).
- 11 E.F. Redish, *Teaching Physics with the Physics Suite*, (Hoboken, NJ, Wiley, 2004).
- 12 David R. Sokoloff, Ronald K. Thornton, and Priscilla W. Laws, *RealTime Physics Module 1: Mechanics, Module 2: Heat and Thermodynamics, Module 3: Electric Circuits and Module 4: Light and Optics*, (Hoboken, NJ, Wiley, 2004).
- 13 P.W. Laws, *Workshop Physics Activity Guide*, (Hoboken, NJ, Wiley, 1997).
- 14 David R. Sokoloff and Ronald K. Thornton, “Using Interactive Lecture Demonstrations to create an active learning environment,” *The Physics Teacher* **36**: 6, 340 (1997).
- 15 David R. Sokoloff and Ronald K. Thornton, *Interactive Lecture Demonstrations*, (Hoboken, NJ, Wiley, 2004).
- 16 F. Goldberg and L.C. McDermott, “An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror,” *Am. J. Phys.* **55**, 108-119 (1987).