

Ambientes de Aprendizagem Activa para a Educação STEM — Algumas Tendências no Uso de Tecnologias

JOÃO FERNANDES, VITOR DUARTE TEODORO

A aprendizagem não é necessariamente resultado do ensino. Esta afirmação poderá parecer evidente, mas as práticas dominantes no ensino de disciplinas STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), como palestras, resolução de exercícios ou receituários de procedimentos, têm resultados pouco eficazes para os alunos e para a sua aprendizagem.

As reformas educativas nesta área propõem ambientes de aprendizagem activos, com actividades *hands-on*, *minds-on*, *hearts-on*, onde os professores recorrem a pedagogias baseadas em investigação (Handelsman *et al.*, 2004; Rocard *et al.*, 2007) e os alunos discutem, explicam e testam as suas ideias, ensinando-se mutuamente e colaborando na resolução de problemas. Para ter uma ideia geral do que se passa neste tipo de ambiente sugere-se a visualização do vídeo «Active learning classrooms» (figura 1).

Para ilustrar de forma mais concreta o que é um ambiente de aprendizagem activo no contexto das disciplinas STEM no ensino secundário, sugere-se de seguida um padrão de design de aula, tendo como referências principais o projecto Scale-Up (figura 2). Este projecto, orientado para disciplinas de 1.º ciclo do ensino superior, teve um impacto relevante na motivação e aprendizagem nas disciplinas STEM (Beichner *et al.*, 2007), sendo útil reflectir nas suas possibilidades para o ensino secundário.

O padrão de *design* proposto compreende, não necessariamente de forma linear (figura 3):

A. uma *actividade pré-aula*, que poderá ser uma leitura, recolha de informação ou outra. Nesta actividade, é pedido aos alunos que expressem as suas ideias nas suas próprias palavras ou representações, seguindo-se uma breve avaliação, p.e. um *mini-teste* de resposta rápida, de correção automática. Estas ideias e conceitos serão depois abordados durante a aula;

B. um *organizador avançado* no início da aula, constituído um sumário da aula e ligando conhecimentos prévios dos alunos aos novos conhecimentos a abordar;

C. breves períodos de instrução intercalados com *testes conceptuais*, *instrução por pares* (Mazur, 1997) e *demonstrações interactivas*, não superiores a 15 minutos;

D. actividades *tangíveis* (p.e. *hands-on* com recurso a sensores e aplicações de aquisição e análise de dados);

E. actividades *ponderáveis* (*hearts-on*, com recurso a questões relevantes para os alunos e *minds-on*, relacionadas com situações complexas, imaginárias ou da vida real);

F. *trabalho laboratorial de natureza mais aberta* (inquérito aberto ou semi-aberto), com produção de relatório;

G. *resolução de problemas* e *mini-testes*;

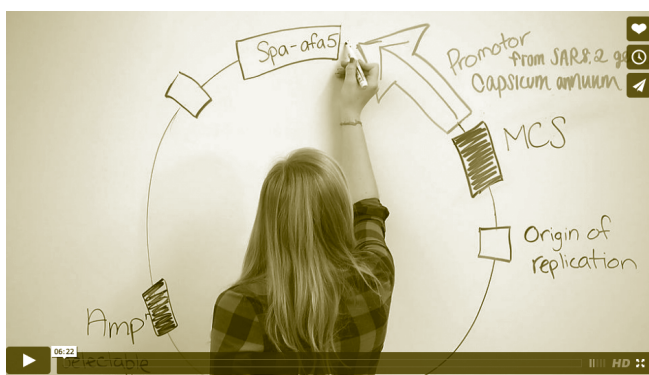


Figura 1. «Active learning classrooms», vídeo disponível em <http://vimeo.com/41007436>



Figura 2. Sala de aula Scale-Up na North Carolina State University

H. *wrap-up* final, com um pequeno resumo do essencial da aula;

I. proposta de *trabalho de casa* para praticar e desenvolver uma melhor compreensão do que foi aprendido na aula.

Para facilitar a realização destas actividades, existe um conjunto de tecnologias úteis a professores interessados em criar este tipo de ambientes. O principal objectivo deste artigo é o de identificar as tendências recentes no uso de tecnologias que podem suportar a aprendizagem activa em disciplinas STEM, em particular no ensino secundário, partindo do relato de uma visita ao evento BETT Show 2014, um evento anual em Londres que exhibe as tecnologias educativas mais recentes. O artigo está organizado segundo algumas das actividades acima listadas, referindo-se para cada uma delas sugestões de utilização de tecnologias consideradas adequadas à pedagogia subjacente.

INSTRUÇÃO

Nos breves períodos de instrução, o professor pode tirar partido de ferramentas de apoio à exposição e comunicação à aula inteira, como: projetores de curto alcance portáteis, sistemas portáteis de quadro interactivo, adaptadores para projecção sem fios, *tablets*, visualizadores sem fios.

Pode ainda recorrer a aplicações para organização de informação e escrita digital.

Existem inúmeras aplicações para *tablet* ou computador, Documents 5 <<http://readdle.com/products/documents>>, Doceri <<https://doceri.com/>>, Notetaker HD <<http://www.notetakerhd.com/>>, Evernote <<http://evernote.com/intl/pt-br/>> e Penultimate <<http://evernote.com/intl/pt-br/penultimate/>> que facilitam a organização de documentos de todo o tipo, sejam vídeos, pdf, apresentações ou outros. Existem também aplicações para apresentação de informação durante a aula, expandindo as possibilidades do quadro comum. Estas permitem por exemplo inserir imagens, formas geo-



Figura 3. Padrão de *design* de aula em ambiente de aprendizagem activa

métricas, fundos (p.e. papel milimétrico), objectos de medição (réguas, transferidores), áudio, ilustrações feitas no momento ou comentar excertos de documentos, escrever notas (à mão se necessário) e gravar toda a actividade no ecrã para posterior partilha da aula num sistema de gestão de aprendizagem. No caso de usar *software* científico que apenas corre num computador, o acesso remoto sem fios via *tablet* é uma solução a considerar.

Podem ainda ter acesso a recursos educativos digitais. Diversos repositórios de simulações, vídeos, animações e exercícios interactivos ou de apoio ao inquérito disponibilizam hoje em dia recursos de grande qualidade organizados tanto pela comunidade como por especialistas. Um exemplo actual é o National STEM Centre, <<http://www.nationalstemcentre.org.uk>>, uma iniciativa do National Science Learning Centre em York, Reino Unido ou a Casa das Ciências, <<http://casadasciencias.org>> da Fundação Calouste Gulbenkian.

DEMONSTRAÇÕES INTERACTIVAS, TESTES CONCEPTUAIS E INSTRUÇÃO POR PARES

Nas demonstrações interactivas é pedido aos alunos que prevejam o resultado de uma actividade, observem esse resultado e o discutam face às suas expectativas iniciais.

Os testes conceptuais são pequenos testes informais realizados durante a aula para diagnosticar rapidamente a compreensão dos alunos sobre um determinado conceito. Não têm mais de 5 questões de resposta rápida (resposta múltipla p.e.), projectadas para toda a turma, às quais os alunos respondem com cartões coloridos associados a cada hipótese de resposta ou recorrendo a sistemas de resposta digitais, os *clickers*. As respostas dadas com estes são imediatamente representadas de forma gráfica. Caso o nível de compreensão não seja o esperado, poderá abordar-se novamente o conceito e depois, fazer novamente um teste conceptual até os resultados serem os esperados.

Estes testes podem ser usados em combinação com instrução por pares da seguinte forma: é projectado um teste conceptual, ao qual os alunos devem formular individualmente as respostas em menos de dois minutos. Depois, são dados três minutos para discussão em grupos de três ou quatro alunos até se chegar a uma resposta consensual, que é depois submetida com o *clicker*.

Se a maioria dos alunos usar *smartphones* ou *tablets*, existem aplicações que substituem os *clickers*, como por exemplo ExitTicket <<http://exitticket.org>> e Qwizdom Virtual Response <<http://qwizdom.com/education/products/virtual-response>>.

Outro tipo de tecnologia útil para apoiar a interactivade na aula é o *software* de gestão de tablets e outros dispositivos móveis, como é o caso do JAMF Software Casper Suite, <<http://www.jamfsoftware.com/products/casper-suite/>> e DyKnow, <<http://www.dyknow.com/>>. Este tipo de aplicação permite ao professor controlar tablets usados pelos alunos, convidando-os p.e. a mostrar o seu trabalho a toda a turma ou colaborar com estes em tempo real.

TANGÍVEIS, PONDERÁVEIS E TRABALHO LABORATORIAL

Actividades tangíveis envolvem o uso de equipamento de laboratório, objectos do quotidiano e medições, não demorando mais de 15 minutos a completar a discutir. Podem depois evoluir para trabalho laboratorial, que demora geralmente mais tempo, é orientado por hipóteses e requer a entrega de um relatório mais formal.

Ponderáveis envolvem trabalho de grupo na resolução de problemas quantitativos ou qualitativos por aproximação, suposição e breves pesquisas na *web*.

Para a realização destas actividades existem algumas tecnologias relevantes que se apresentam a seguir.

Sensores e aplicações para análise de dados. Os kits de sensores (*Kits* de sensores Einstein Labmate <<http://einsteinworld.com/product/labmate/>> e Globisens Labdisc <<http://www.globisens.net/labdisc-models>>) com ligação sem fios a aplicações de análise de dados (figura 4) tor-

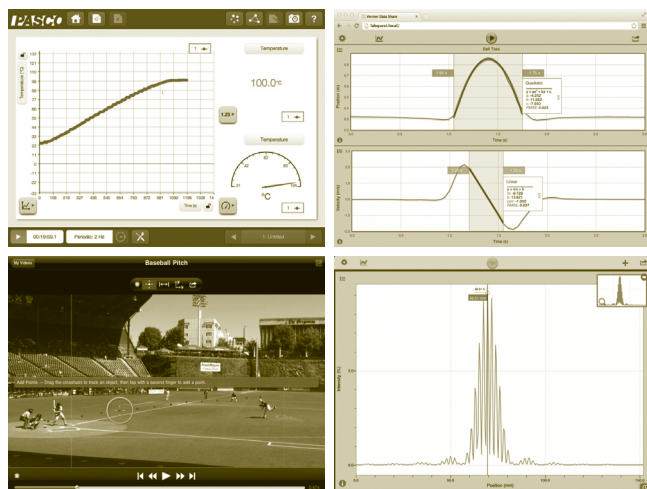


Figura 4. Aplicações para aquisição e análise de dados SPARKvue HD <http://www.pasco.com/ipad/>, Vernier Data Share, <http://www.vernier.com/products/software/data-share/>, Vernier Video Physics for iOS <http://www.vernier.com/products/software/video-physics/> e Vernier Graphical Analysis for Ipad <http://www.vernier.com/products/software/ga-ipad/>

nam flexível a sua utilização em vários tipos de actividades, incluindo fora da sala de aula. Estas aplicações existem agora para *tablets* e dispositivos móveis.

Tiny computers. Os *tiny computers* como por exemplo Raspberry Pi <<http://www.raspberrypi.org>> e Arduino <<http://arduino.cc>>, permitem a programação de aplicações de forma fácil, sendo grande a sua flexibilidade para projectos de aquisição de dados e robótica.

Kits para robótica. Os *kits* de robótica, com aplicações de programação associadas, estiveram em destaque no BETT show 2014 uma vez que a disciplina de computação foi introduzida no currículo inglês com a reforma curricular de 2013. São exemplos de *kits* o Vex Iq, <<http://www.vexrobotics.com/vexiq/>>, Roborobo, <<http://www.roborobo.co.kr/eng/index.php>> e Engino Robotics, <<http://www.enginorobotics.co.uk/>>.

PARA SABER MAIS

Este artigo pretende dar ideias do que poderá ser em traços gerais a interacção entre professores e alunos num ambiente de aprendizagem activa com recurso às tecnologias mais recentes. Para exemplos mais concretos, na Matemática e noutras disciplinas STEM, sugere-se a consulta dos seguintes recursos na *web*:

- Improving Learning in Mathematics — <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/282/improving-learning-in-mathematics>
- SCALE-UP — <http://scaleup.ncsu.edu/>

Referências

- Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J., Deardorff, D., Allain, R. J., Bonham, S. W., *et al.* (2007). Student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. *Research-based Reform of University Physics*, 1(1), 2–39.
- Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., *et al.* (2004). Scientific teaching. *Science*, 304(5670), 521–522.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction*. Prentice-Hall.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission.

Por opção dos autores, este artigo não obedece à regras do novo acordo ortográfico.

JOÃO FERNANDES (jpsf@fct.unl.pt)

VITOR DUARTE TEODORO (vdt@fct.unl.pt)