

Nestas aulas é melhor falar do que estar calado!

PATRÍCIA DAMAS BEITES, ANA ROMANO



As aulas ditas tradicionais caracterizam-se pela centralidade do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem. Deste modo, em geral, os alunos têm uma atitude passiva e o professor, essencialmente, pratica a transferência de conhecimento. Estudos, de várias áreas que não só da Educação Matemática e da Didática da Matemática, apontam para as vantagens na mudança de paradigma do referido tipo de aulas. Concretamente, apela-se à centralidade do aluno no processo de ensino-aprendizagem e à sua aprendizagem ativa.

A Aprendizagem pelos Pares, designada originalmente por *Peer Instruction* nos trabalhos de Eric Mazur (Físico da Universidade de Harvard), surge no contexto dessa mudança e ainda pela observação de falhas na aprendizagem conceptual dos alunos. O referido método de ensino-aprendizagem é centrado no aluno, visa a substituição da transferência do conhecimento pela assimilação do mesmo e, indissociavelmente, a aprendizagem conceptual. Nas palavras de Mazur, «Ensinar é apenas ajudar a aprender» (Fiolhais & Pessoa, 2003, p. 21) e o desafio é o de encontrar novas maneiras de chegar aos alunos.

OS ACONTECIMENTOS PRECURSORES

No final dos anos 70, David Hestenes (Físico da Universidade do Arizona) manteve várias conversas com um colega que lecionava Introdução à Física. Este último confessou-lhe as preocupações com os seus alunos, pois, semestre após semestre, a média das suas classificações nunca ultrapassava os 40%. Na opinião de Hestenes, tais classificações deviam-se a que as questões dos testes do seu colega, contrariamente ao que sucedia com outros colegas, exigiam a compreensão dos conceitos, ou seja, eram conceptuais.

Hestenes decidiu testar a sua conjectura com a ajuda de Ibrahim Halloun, um dos seus alunos de pós-graduação. Os dois desenvolveram um teste, com questões conceptuais de escolha múltipla, conhecido por *Force Concept Inventory* (FCI). O mesmo foi realizado, no início e no final do semestre, por cerca de 1000 alunos de sete professores da unidade curricular Introdução à Física, os quais lecionavam com recurso a aulas tradicionais.

Os resultados do estudo, nomeadamente a subida de 14% nas classificações da primeira para a segunda aplicação do FCI, indicaram que «os alunos não aprendem muito numa aula convencional (passiva), independentemente da forma como se ensina» (Fiolhais & Pessoa, 2003, p. 19). No entanto, os colegas de Hestenes não consideraram os resultados, segundo ele, pela ideia pré-concebida de que as aulas tradicionais são o caminho pelo qual praticamente todos ensinam Física Introdutória. Mais ainda, pensar que havia algo errado com as mesmas implicaria uma mudança na prática letiva.

Alguns anos após a publicação dos resultados, Mazur leu o estudo mas estava cético, pois ele era professor na Universidade de Harvard e os resultados não se iriam aplicar aos seus alunos. De facto, os seus alunos tinham boas notas e ele considerava-se um bom professor. Para provar que os alunos dele eram diferentes, decidiu aplicar o FCI e, após a aplicação do mesmo, Mazur ficou chocado. Como ele próprio afirmou, «They didn't do much better» (Hanford, 2011) e

vendo o teste era de esperar que os meus alunos tivessem 100 por cento e, por isso, fiquei perplexo. A minha primeira reacção foi pensar que havia algo de errado com o teste. Não sabia o que pensar. Por um lado, os meus alunos tinham boas notas em exames muito mais complexos, com integrações, derivações (Fiolhais & Pessoa, 2003).

A reacção dos alunos perante as questões conceptuais também foi inesperada, tendo os mesmos perguntado: «How should I answer these questions? According to what you taught me, or according to the way I usually think about these things?» (Hanford, 2011). Estas perguntas começaram a despertar nele um sentimento de que algo estava errado, na forma como ele chegava aos alunos. Segundo Mazur,

ensinava tal como eu próprio tinha sido ensinado. Afinal, que outras formas há de ensinar? É natural, foi como nós aprendemos e, além disso, temos tendência para projetar a nossa própria experiência nas pessoas que nos rodeiam. O que pensamos é: «Eu aprendi assim e, por isso, eles também devem aprender assim» (Fiolhais & Pessoa, 2003, p. 18).

Foi então que ele decidiu mudar a sua prática letiva, inovando com a criação da Aprendizagem pelos Pares. Para Hestenes, Mazur era incomum, pois «He was the first one who took it to heart» (Hanford, 2011). Os resultados, tendo os primeiros sido publicados em (Crouch & Mazur, 2001), foram tão bons que ainda hoje mantém este método de ensino-aprendizagem e realiza, com os membros do grupo Mazur em (MazurGroup, 2014), investigação sobre o mesmo.

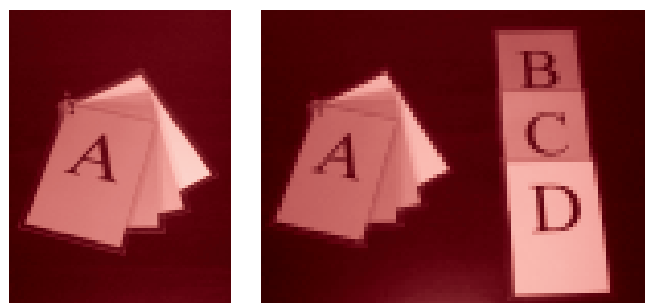


Figura 1. Cartões de votação usados pela docente Patrícia Beites na Universidade da Beira Interior

AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Previamente a uma aula com Aprendizagem pelos Pares, os alunos devem ler um determinado conjunto de informação, de uma referência indicada pelo professor, e resolver um trabalho de casa associado. Este, a entregar antes dessa aula, é constituído por três questões: as duas primeiras construídas recorrendo a aspetos, preferencialmente difíceis, da leitura; a terceira visa a escrita das dificuldades e dúvidas suscitadas pela leitura, das quais se obtêm pistas para a planificação.

Na aula, tipicamente, há os denominados eventos de votação. Cada um destes começa com a proposta de uma questão conceptual (QC), de escolha múltipla, que deve satisfazer critérios básicos constantes no manual (Mazur, 1997): focar-se num só conceito; não se poder resolver imediatamente com cálculos; estar escrita de forma clara; ter dificuldade média; ter opções boas. Estas podem ser obtidas, nomeadamente, através da leitura de: trabalhos de casa, testes, exames e referências com estudos sobre erros, por exemplo (Bagni, 2001).

Os alunos dispõem então de cerca de dois minutos para pensarem e decidirem individualmente qual a opção correta. Decorrido esse tempo, eles votam recorrendo a uma das seguintes formas de votação com: as mãos; cartões, como os da Figura 1; um sistema eletrónico de resposta (clickers), como em (CLC, 2014); os telemóveis, como se descreve em (Byrne, 2011). No âmbito da votação eletrónica, pode-se ainda referir o Navigator da TI-NSpire CX, o qual cria uma rede sem fios para as unidades portáteis de uma turma, (TexasInstruments, 1995).

Após a contagem (manual ou eletrónica) dos votos e desde que a percentagem de respostas corretas esteja entre 35% e 70%, os alunos discutem as suas respostas com os colegas mais próximos. Entretanto, o professor circula pela sala de aula, ouvindo e promovendo discussões frutíferas, e pede aos alunos que convençam os colegas, expli-

cando o raciocínio subjacente, que a resposta em que votaram é a correta.

A discussão dura entre dois a quatro minutos, seguindo-se uma segunda votação em que, de acordo com (Crouch & Mazur, 2001), a percentagem de respostas corretas deve aumentar. Por fim, o professor explica a opção correta. Uma alternativa a este último passo de Mazur é solicitar a explicação a um aluno voluntário, (Beites & Nicolás, 2013). Segundo estes autores, para que os alunos não tenham receio de explicar em voz alta e de errar na presença dos seus pares, é importante que o professor diga primeiro a opção correta.

Se a percentagem de respostas corretas na primeira votação for superior a 70%, então o professor deve passar diretamente para uma explicação curta, pois a QC é pouco benéfica no sentido da discussão. Também segundo (Crouch & Mazur, 2001), se a questão estiver bem construída e a percentagem de respostas corretas na primeira votação for inferior a 35%, aparentemente apenas alguns alunos compreendem a noção relevante para ter uma discussão frutífera e a explicação, passando pela revisita ao conceito, fica a cargo do professor.

Resta ainda salientar que, em função do conhecimento que o professor tiver da turma e de cada um dos seus alunos, podem ser feitas mais adaptações às indicações em (Crouch & Mazur, 2001). Nomeadamente, por um lado, a mencionada revisita ao conceito pode passar pelo pedido de explicação a alunos que raciocinaram corretamente. Por outro lado, não estando em causa o receio de errar em voz alta, a solicitação de explicação a alunos que escolheram uma opção incorreta pode levar à compreensão do erro.

OS PILARES TEÓRICOS

A Teoria Socioconstrutivista de Lev Vygotsky fundamenta a Aprendizagem pelos Pares devido aos pressupostos da Aprendizagem Cooperativa em que a mesma assenta. Concretamente, o conhecimento é construído socialmente, valorizando os papéis do professor como agente mediador, do aluno e dos seus pares (os outros alunos) em cooperação.

A chamada Aprendizagem Cooperativa tem por base a referida teoria, na qual a aquisição dos processos cognitivos superiores resulta das atividades sociais em que participa cada indivíduo. Segundo Vygotsky, a aprendizagem decorre da interação social e a relação da primeira com o desenvolvimento é explicada pela Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A noção de ZDP é definida como a diferença entre o que o aluno já sabe, conhecimento atual, e aquilo que pode

aprender, conhecimento potencial. Mais precisamente, trata-se da

distância entre o nível de desenvolvimento actual, tal como é determinado pela solução independente dos problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, tal como está determinado pela solução de problemas com a ajuda de um adulto ou em colaboração com os colegas mais capacitados (Díaz-Aguado, 2000, p. 136).

Em suma, a aprendizagem ocorre através de interferências do professor e de outros alunos ao nível da ZDP de um aluno. Assim, a discussão desencadeada por questões conceptuais, entre alunos e professor mas, especialmente, entre um aluno e os seus pares, é fulcral para a assimilação do conhecimento que caracteriza a Aprendizagem pelos Pares.

ALGUNS RECURSOS E EXEMPLOS

A Aprendizagem pelos Pares, com a consequente construção de questões conceptuais por Mazur em (Mazur, 1997), foi idealizada para melhorar a aprendizagem dos alunos na área da Física do Ensino Superior. No entanto, como se salienta em (Romano, 2013) e referências aí citadas, o mencionado método de ensino-aprendizagem já foi aplicada nas mais diversas áreas do Ensino Superior não português, nomeadamente, Matemática, Filosofia, Química, Informática e Medicina. Em território nacional, que seja do conhecimento das autoras, a Aprendizagem pelos Pares nem está muito difundida nem é muito implementada.

Em diversas unidades curriculares integrantes da Matemática, a Aprendizagem pelos Pares foi colocada em prática na Universidade da Beira Interior, nomeadamente, pelos professores Rogério Seródio (Prémio de Mérito Pedagógico 2012) e Patrícia Beites. Várias questões conceptuais de Álgebra Linear podem ser consultadas, da autoria desta última, em (Beites & Nicolás, 2013) e, sob a designação de *good questions*, em (Terrel, s.d.). No que se refere à Análise, em (Pilzer, 2001) encontram-se duas questões conceptuais, relativas à composição e à adição gráfica de funções reais de variável real, respetivamente. Muitas outras, também de Análise, podem ser encontradas em (Hughes-Hallet *et al.*, 2003) e (Hughes-Hallet *et al.*, 2010).

Nas referências já citadas há material que pode ser aproveitado para implementar a Aprendizagem pelos Pares na Matemática do Ensino Secundário. Neste nível de ensino, apesar de haver menos recursos e estudos realizados, mencionam-se várias experiências bem sucedidas (por exemplo, em Estatística, em Economia e em História) em (Schell, 2012) e começam a surgir algumas teses sobre a temática, nomeadamente (Iverstine, 2010). Como propostas para a

TPC: Leitura das páginas 156 a 158 de (Costa & Rodrigues, 2012) e respostas, escritas à mão, às três questões subsequentes.

1. Aplicando as regras operatórias dos logaritmos, escreve $1 - \log_3 5$ sob a forma de um único logaritmo. Em cada passo deves explicitar a regra utilizada.
2. Seja $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$, fixo. Indica, justificando adequadamente, o valor lógico da proposição:
para quaisquer $x, y \in \mathbb{R}^+$,
 $\log_a(x + y) = \log_a x + \log_a y$.
Recorda que deves apresentar uma demonstração ou um contraexemplo consoante o valor lógico seja verdade ou falsidade, respetivamente.
3. O que achaste difícil ou confuso na leitura? Se nada foi difícil ou confuso, então diz o que te pareceu mais interessante. Por favor, sê o mais específico possível.

Figura 2. Proposta de um trabalho para casa

unidade Função Logarítmica do tema Introdução ao Cálculo Diferencial II, nas figuras 2 e 3, exibem-se um trabalho de casa e uma QC extraídos de (Romano, 2013).

Depois de conhecer a Aprendizagem pelos Pares, atreve-se a experimentar?

Referências

- Bagni, G. T. (2001). An investigation of some misconceptions in High School students' mistakes. *Learning in Mathematics and Science and Educational Technology*, 1, 3–24.
- Beites, P. D., & Nicolás, A. P. (2013). *Peer Instruction in Linear Algebra*. ICERI2013 Proceedings, ISBN: 978-84-616-3847-5.
- Byrne, R. (2011). *Three Alternatives to Clicker Response Systems*. Obtido em 2014, de <http://www.fretech4teachers.com/2011/10/three-alternatives-to-clicker-response.html#U0A8TV7WYyE>
- CLC. (2014). *Spring 2011 Clicker Pilot*. Obtido em 2014, de <http://clc.its.psu.edu/classrooms/clickers/pilot>
- Costa, B., & Rodrigues, E. (2012). *Novo Espaço 12*. Porto: Porto Editora.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69 (9), 970–977.
- Díaz-Aguado, M. J. (2000). *Educação Intercultural e Aprendizagem Cooperativa*. Porto: Porto Editora.
- Fiolhais, C., & Pessoa, C. (2003). Ensinar é Apenas Ajudar a Aprender. 26 (*Fascículo 1*), 18–22.
- Hanford, E. (2011). *The problem with Lecturing*. Obtido em 2012, de <http://americanradioworks.publicradio.org/features/tomorrow-college/lectures/problem-with-lecturing.html>

Sem utilizares a calculadora, escolhe o maior número:

- a) $\ln(30) - \ln(2)$;
- b) $2 \ln(4)$;
- c) $\ln(3) + \ln(4)$;
- d) $\frac{\ln(4)}{\ln(2)}$.

Figura 3. Proposta de uma questão conceptual, adaptada de (Hughes-Hallet *et al.*, 2010)

- Hughes-Hallet, D., Gleason, A., Lock, P., Flath, D., Davidian, A., Flath, D., Robinson, M. (2010). *Applied Calculus: Concept Tests*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Hughes-Hallett, D., Gleason, A., McCallum, W., Lomen, D., Lovelock, D., Tecosky-Feldman, J., Lock, P. (2003). *Calculus: Concept Tests*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Iverstine, W. (2010). *Application of Peer Instruction in the High School Setting*. Tese de Doutoramento, Southeastern Louisiana University.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: a user's manual*. Upper River: Prentice-Hall.
- MazurGroup. (2014). *Mazur Group*. Obtido em 2014, de <http://mazur.harvard.edu>
- Pilzer, S. (2001). Peer Instruction in Physics and Mathematics. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 11 (2), 185–192.
- Romano, A. (2013). Aprendizagem pelos Pares: Um contributo para a sua aplicação no Ensino Secundário. Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, Universidade da Beira Interior.
- Schell, J. (2012). Turn to your Neighbor. Obtido em 2014, de <http://blog.peerinstruction.net/2012/06/19/does-peer-instruction-work-in-high-schools-2/>
- Terrell, M. (s.d.). *Webpage of Maria Terrell*. Obtido em 2014, de <http://www.math.cornell.edu/~maria/>
- TexasInstruments. (1995). *Education Technology*. Obtido em 2014, de <http://education.ti.com/en/us/products/ti-navigator-systems/ti-nspire-cx-navigator-system/features/features-summary>

PATRICIA DAMAS BEITES, ANA ROMANO
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR