

Aprendizagem Ativa em Aula Invertida – o Laboratório como Espaço de Fusão de Novos Paradigmas de Ensino

Rita Ruivo Marques **, Inmaculada Velo Gala*,
Eliana S. da Silva*, Maria J. Sampaio*,
Cláudia G. Silva* & Joaquim Luís Faria*

Resumo

Os novos paradigmas de ensino-aprendizagem desafiam os contextos educativos a atualizarem os tempos, espaços e formas de interação entre o docente, o estudante e os seus pares. A abordagem de Aula Invertida tem sido reconhecida como um modelo que pode promover o desenvolvimento de competências cognitivas superiores nos estudantes, melhorando os seus resultados de aprendizagem. Este projeto de inovação pedagógica foi desenhado para ser implementado na Unidade Curricular de Fundamentos de Química I, no primeiro ano do MIEQ da FEUP. Com vista à otimização do tempo de aula

* Laboratório de Processos de Separação e Reação - Laboratório de Catálise e Materiais (LSRE-LCM), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias s/n, 4200-465 Porto, Portugal. Email: jlfaria@fe.up.pt.

** Centro de Investigação e Intervenção Educativas (CIIE), Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto, Rua Alfredo Allen s/n, 4200-135 Porto, Portugal. Email: rita.ruivo.marques@fpce.up.pt; rita.ruivo.marques@fe.up.pt.

para processos de aprendizagem (colabor)ativa, prevê-se desenvolver uma aplicação informática para apoio aos estudantes na preparação das aulas de laboratório. A aplicação inclui conteúdos multimédia, bem como instrumentos de autoavaliação que permitem a monitorização do processo de ensino-aprendizagem nesta Unidade Curricular, simultaneamente a estudantes e docentes.

Abstract

The new teaching and learning paradigms challenge educational settings to update time, space and ways of interaction between the instructor, the student and their peers. The Flipped Classroom approach has been recognized as a promising model to develop higher-order thinking skills, improving the students' learning outcomes. This pedagogical innovation project was designed to be implemented at the course of Chemical Principles I, on the first year of the MIEQ at FEUP. Aiming the optimization of the class duration for (collabor)active learning processes, a new app is envisaged, which will aid students in the preparation of laboratory classes. In this app, multimedia contents will be included as well as self-assessment instruments that will hopefully allow the monitoring of teaching and learning processes in this course, simultaneously to students and teachers.

Palavras-Chave

Aula Invertida; Aprendizagem Ativa; Aulas de Laboratório; Resultados de Aprendizagem.

Keywords

Flipped Classroom; Active learning; Laboratory Classes; Learning Outcomes.

1. Introdução

Na transição para o século XXI, o modelo de *blended-learning* foi ganhando protagonismo entre os modelos de ensino-aprendizagem no ensino superior, com efeitos significativos no aumento dos resultados de aprendizagem verificados especialmente nos programas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) (Vo *et al.*, 2017). Este modelo combina o trabalho individual e colaborativo, em formato presencial e *online*, otimizando as oportunidades de contacto entre docentes e estudantes, logo, promovendo processos de aprendizagem ativa (Garrison & Vaughan, 2008). A aprendizagem ativa, assente numa perspetiva construtivista em que o aluno é ator e autor do seu próprio processo de aprendizagem, favorece a apropriação de conteúdos e a subsequente construção de significado para uma adequada aplicação do conhecimento (Christersson *et al.*, 2019). Este modelo de aprendizagem é centrado no estudante e pode ser aplicado

num vasto leque de abordagens pedagógicas, designadamente em formatos de Aula Invertida (AI).

A abordagem de AI consiste em proporcionar o acesso a conteúdos dirigidos antes das aulas para que, no decorrer destas, o tempo seja dedicado à reflexão, discussão e melhor apropriação daqueles conteúdos de forma conjunta e colaborativa, num processo de co-construção de conhecimento entre o estudante e os seus pares e o docente (DeLozier & Rhodes, 2017; Akçayır & Akçayır, 2018). Esta abordagem tem sido usada com frequência no ensino superior em diferentes áreas do conhecimento (Danker, 2015; DeRuisseau, 2016; Chen *et al.*, 2017; Mas' ud & Surjono, 2018; Supiandi *et al.*, 2019; Rodriguez *et al.*, 2019), nomeadamente em cursos de engenharia (Priyaadharshini & Sundaram, 2018). O formato de AI pode integrar diferentes tipos de atividades (práticas individuais e atividades de grupo), com eficácias diferentes no processo de aprendizagem (DeLozier & Rhodes, 2017). Jensen *et al.* (2015) sugerem que as vantagens adquiridas no processo de ensino-aprendizagem, quer pelos docentes quer pelos estudantes, se devem às condições criadas para uma aprendizagem ativa e que não derivam diretamente do formato de AI. Em particular, os resultados deste estudo mostram que ambos os grupos de alunos, pertencentes à condição experimental (aprendizagem ativa em aula invertida) e de controlo (aprendizagem ativa em aula não invertida), percecionam o tempo partilhado com o docente como mais influente no processo de aprendizagem, independentemente do facto de estarem

a participar na fase de aquisição de conteúdos ou na fase de aplicação de conceitos (Jensen *et al.*, 2015). Num estudo quantitativo onde são comparadas várias dimensões decorrentes de diferentes formatos de ensino-aprendizagem, o desenho de AI mostrou-se mais eficiente na promoção da percepção de auto-eficácia nos alunos e também da sua motivação intrínseca (Thai *et al.*, 2017). No entanto, um dos objetivos mais perseguidos com esta prática pedagógica é a promoção de competências de pensamento de ordem superior (Kharat *et al.*, 2015; Priyaadharshini & Sundaram, 2018; Rodriguez *et al.*, 2019). Numa meta-análise publicada recentemente sobre os efeitos da abordagem AI nos resultados académicos de mais de 9000 estudantes (Chen *et al.*, 2018), as conclusões apontam para melhores resultados obtidos com o método de AI quando comparado com o método expositivo. No entanto, os autores salientam a importância de utilizar instrumentos de avaliação para medir as mudanças nos processos cognitivos de ordem superior, de forma a que se possa concluir sobre as vantagens desta abordagem.

2. Contexto educativo

A Unidade Curricular (UC) de Fundamentos de Química I (FQI) é lecionada no Mestrado Integrado em Engenharia Química (MIEQ) onde a componente experimental do ensino da Química está inquestionavelmente valorizada. Esta

UC é oferecida no primeiro ano do MIEQ, onde as componentes, teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais são introduzidas de forma rigorosa, abordando a Química pelo seu papel multifuncional, desde as pequenas minudências das atividades domésticas à enorme complexidade das grandes unidades industriais. A capacidade de resolver a natureza abstrata associada à química é apresentada aos estudantes de forma fundamental, isto é, desde a familiarização com o domínio da linguagem simbólica à capacidade de resolver qualitativa e quantitativamente problemas de natureza físico-química, ou ainda à sua aplicação em tecnologias afetas à engenharia química. A amplitude e profundidade das metodologias adotadas na UC é potenciada na capacidade de resolução de problemas e na aquisição de competências complementares, permitindo aos estudantes, desde a etapa inicial do seu percurso académico, projetar uma carreira tanto a nível industrial, organismos oficiais ou investigação científica. Os estudantes têm, desta forma, uma primeira abordagem à investigação como meio de resolver problemas complexos e assim adaptarem-se aos desafios com que o mundo atual se depara todos os dias.

Os conceitos introduzidos na UC são ilustrados regularmente por exemplos relacionados com a prática, no que respeita aos diversos aspetos, que incluem o impacto ambiental dos processos químicos, a produção e armazenamento de energia, as tecnologias emergentes, os novos materiais e as nanotecnologias. Pretende-se que os estudantes desenvolvam

hábitos de raciocínio científico e de resolução de problemas fomentando, por um lado, o trabalho em equipa e, por outro, o sentido de autonomia.

O projeto de inovação pedagógica “Aprendizagem ativa em aula invertida: O laboratório como espaço de fusão de novos paradigmas de ensino”, apresenta-se como um complemento às práticas já bem estabelecidas no ciclo de estudos, implementando iniciativas e experiências didáticas e metodológicas que contribuem para a melhoria de um processo de ensino-aprendizagem que se quer contemporâneo e centrado no estudante.

As aulas laboratoriais de FQI são frequentadas por 65-80 estudantes que se organizam em grupos de dois e a quem é proposto realizar quatro trabalhos experimentais, um por cada aula. Os quatro trabalhos acontecem em simultâneo no laboratório, com uma rotação semanal dos grupos de dois estudantes. Estes têm, previamente, acesso a um manual de laboratório como material de apoio à aprendizagem. No entanto, no decorrer dos últimos anos, tem-se verificado que esta preparação não é feita antes das aulas, exigindo por parte do docente uma recapitulação mais extensa e uma gestão mais apertada do tempo de aula. Este acaba por dedicar algum tempo à revisão dos conteúdos associados à realização dos trabalhos, em detrimento do espaço previsto para uma discussão crítica sobre aquelas experiências, com o qual se esperaria obter uma maior contribuição para a apropriação dos conhecimentos e competências por parte dos estudantes.

Com inspiração na abordagem de AI utilizando materiais multimédia, em complementaridade com o manual de laboratório usado anteriormente, propõe-se a utilização de uma aplicação informática (*App*) a ser desenvolvida como ferramenta de suporte ao processo de ensino-aprendizagem nesta UC, podendo ser acedida e usada quer nas aulas práticas quer fora destas, para melhor integração e consolidação do conhecimento dos estudantes.

3. Projeto pedagógico

O projeto pedagógico assenta no desenvolvimento de uma ferramenta didática em formato de *App* que irá integrar conteúdos programáticos da UC de FQI, bem como recursos de autoavaliação para monitorização do processo de ensino-aprendizagem quer por parte dos estudantes quer por parte do docente. Para orientar o desenvolvimento desta ferramenta, o desenvolvimento do projeto deve seguir as etapas abaixo descritas e representadas na imagem da Figura 1.

- **Definição de conteúdos e adaptação à nova metodologia didática**

O conteúdo teórico-prático da unidade curricular de FQI será atualizado com as orientações necessárias para viabilizar o uso simultâneo da *App* e do manual das práticas de laboratório já existente. Para que todos os estudantes

possam compreender e interagir com a aplicação, a tecnologia disponível deverá garantir a boa acessibilidade de todas as informações, permitindo uma aquisição rápida e intuitiva do conhecimento. Neste modelo, o docente e os colaboradores que fazem parte da equipa de FQI deverão reprogramar o seu papel e a sua ação no laboratório, abandonando a prática de pura transmissão de informação para se tornarem agentes facilitadores no processo de aprendizagem dos estudantes. Esta nova abordagem pedagógica constitui uma oportunidade de desenvolvimento de competências não só para os estudantes, mas também para os docentes experientes e para os mais novos, em fase de iniciação ao ensino.

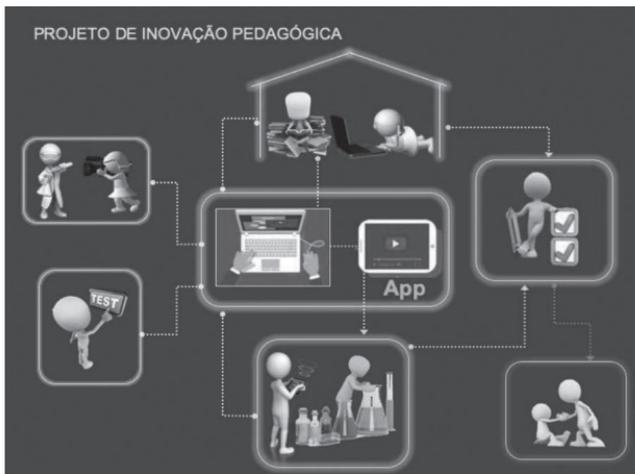


FIGURA 1 • Esquema geral das atividades envolvidas a ser apresentado aos estudantes através da nova ferramenta didática (App).

3.1. Desenvolvimento dos conteúdos para a *App*

O *design* e a adaptação do conteúdo da UC para formato digital têm uma função didática importante. Devem, por isso, permitir representar e reproduzir os trabalhos práticos que serão realizados em laboratório, de um modo atrativo e motivador para o estudante, superando a resistência observada em relação ao atual manual de laboratório. Serão produzidos conteúdos multimédia com base nos trabalhos práticos de FQI, designadamente vídeos mostrando o material, o seu manuseamento e a execução de cada um dos trabalhos experimentais, por forma a que a *App* seja útil de uma forma atrativa para os estudantes e que assim contribua para o êxito da sua aprendizagem.

3.2. Desenvolvimento do aplicativo tutorial

A criação de uma aplicação interativa pretende promover a autonomia dos estudantes na realização dos trabalhos práticos de laboratório. Este aplicativo guiará e documentará o estudante, o qual poderá ser acedido quer em sala de aula através de *tablets* comprados para o efeito, quer fora da sala de aula através da plataforma SIGARRA. Será também desenvolvido um conjunto de exercícios de autoavaliação que estarão disponíveis para os estudantes, para que possam monitorizar a evolução da sua aprendizagem e para que a equipa docente possa orientar as discussões em tempo de aula

em função das maiores dificuldades assinaladas pelos estudantes, antecipando assim as dúvidas que tipicamente surgem apenas num momento mais próximo da fase de avaliação sumativa. O acesso a esta *App* em qualquer momento e em qualquer lugar, bastando para isso ter um dispositivo com ligação à internet, permitem que o estudante possa ter maior decisão e responsabilidade no seu próprio ritmo de aprendizagem.

3.3. Implementação e monitorização

Nas aulas práticas, o corpo docente irá explicar aos estudantes a nova metodologia a ser seguida nesta UC. Simultaneamente à apresentação dos conceitos teóricos e práticos a serem adquiridos, será apresentada esta nova ferramenta de trabalho, a sua gestão e todas as possibilidades de aprendizagem envolvidas. No decorrer desta fase de implementação/utilização da *App*, serão realizadas reuniões periódicas envolvendo toda a equipa docente por forma a monitorizar continuamente os resultados obtidos pelos estudantes, contribuindo para as devidas reflexões e atualizações sobre o desempenho dos membros da equipa durante as aulas. Para uma correta e completa utilização da *App* por parte dos estudantes, ser-lhes-á disponibilizado um horário de tutoriais de suporte para o esclarecimento de questões que possam surgir sobre o uso da mesma.

3.4. Avaliação do projeto

A avaliação global da nova abordagem pedagógica que inclui a ferramenta didática desenvolvida para esta UC de FQI, será realizada no final do semestre na qual ela é lecionada. Nesta última etapa, serão avaliados aspetos relevantes como as experiências dos docentes que lecionam as aulas, as apreciações dos estudantes (por meio de inquéritos por questionário), resultados académicos, entre outros. Os dados qualitativos e quantitativos serão analisados e tratados e os resultados serão alvo de publicação científica, pretendendo assim contribuir para o campo científico das abordagens de AI em contexto de ensino superior.

4. Expectativas e Reflexões

A motivação que está na origem do desenvolvimento deste projeto de inovação pedagógica para a UC de FQI é a de compensar as debilidades sinalizadas durante os anos anteriores. São elas a falta de motivação e o baixo envolvimento, por parte dos estudantes, na preparação e compreensão dos trabalhos práticos que estão a executar, causando uma necessidade de repetição/reposição de aulas práticas. Esta resolução representa um acréscimo nos gastos de reagentes, na geração de resíduos, no tempo despendido por parte do corpo docen-

te, mas revela, acima de tudo, que os resultados de aprendizagem não estarão a ser otimizados.

Espera-se que a abordagem de AI, integrando a *App* como ferramenta didática, resulte num maior envolvimento dos estudantes proporcionando mais e melhores oportunidades de aprendizagem ativa com os pares e com o corpo docente nos tempos partilhados em laboratório. De facto, tem sido reportada uma avaliação positiva não só por parte dos estudantes (McLean *et al.*, 2016; Rodriguez *et al.*, 2019), mas também na perspetiva dos docentes (Long *et al.*, 2017), em relação às abordagens em AI. Inclusivamente, as competências cognitivas superiores, como a criatividade e o pensamento crítico, têm sido reportadas como associadas a práticas de AI em que os alunos se envolvem quer no trabalho colaborativo, quer no trabalho autónomo, dentro e fora da sala de aula (Priyaadharshini & Sundaram, 2018; Rodriguez *et al.*, 2019). Estas competências são relevantes para um bom desempenho na UC de FQI, centrado na resolução de problemas, pensando, discutindo e desenhando soluções para os problemas globais com que as sociedades se deparam continuamente. Há, no entanto, algumas desvantagens apontadas quer pelos estudantes quer pelos docentes, como sejam a falta de orientação para os momentos de estudo autónomo e o tempo que os materiais didáticos demoram a preparar, respetivamente (Akçayır & Akçayır, 2018). No entanto, quando comparada com outros modelos como as aulas tradicionais ou modelos de *e-learning*,

a abordagem de AI apresenta resultados mais positivos no que diz respeito ao sentido de auto-eficácia e motivação intrínseca nos estudantes, o que pode ser um bom preditor de melhores resultados de aprendizagem (Thai *et al.*, 2017). Na generalidade, tem-se mostrado uma abordagem útil que proporciona maior tempo em sala de aula para práticas de aprendizagem ativa (Jensen *et al.*, 2015; Seery, 2015), pelo que se esperam resultados mais positivos quando comparados com anos anteriores. Os instrumentos de avaliação contínua e sumativa irão servir para realizar os ajustes necessários na condução das aulas por parte do corpo docente, em função das dúvidas que vão sendo sinalizadas como recorrentes dentro do grupo de estudantes, assim como para retirar conclusões objetivas sobre a implementação deste projeto. Estes instrumentos deverão ser desenhados tendo em conta as dimensões que se pretendem medir, bem como os resultados e competências de aprendizagem esperados (Rodriguez *et al.*, 2019).

A literatura alerta ainda para o risco de que o processo de ensino-aprendizagem fique muito dependente do desempenho dos alunos nos momentos de aprendizagem autónoma, que antecedem as aulas (Seery, 2015), o que exige uma orientação muito explícita e objetiva por parte dos docentes, tendo sido um aspeto também reportado pelos próprios alunos (Akçayır & Akçayır, 2018) e que deverá ser tido em conta ao longo de todo o semestre durante o qual decorre a UC de FQI. Espera-se então que com esta abordagem de AI o corpo docente seja libertado por mais tempo em sala

de aula e possa assim atender às necessidades dos estudantes, respondendo às questões/dúvidas com base nos conteúdos aprendidos em casa, convertendo o laboratório num espaço privilegiado para treinar e aplicar o conhecimento em processos de aprendizagem (colabor)ativa.

Com este projeto, logra-se enriquecer o modelo atualmente implementado na UC de FQI, alargando os resultados de aprendizagem dos estudantes como objetivo primordial, e contribuindo para uma atualização dos processos de ensino-aprendizagem que se esperam progressivamente mais centrados no estudante, conducentes a um incremento nas competências cognitivas superiores, tão relevantes para o exercício de qualquer cidadão/profissional numa sociedade atual e desafiante como é a nossa.

Referências

- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). “The flipped classroom: A review of its advantages and challenges”. *Computers & Education*, 126, 334-345. doi:10.1016/j.compedu.2018.07.021.
- Chen, F., Lui, A. M., & Martinelli, S. M. (2017). “A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education”. *Medical education*, 51(6), 585-597. doi:10.1111/medu.13272.
- Chen, K. S., Monrouxe, L., Lu, Y. H., Jenq, C. C., Chang, Y. J., Chang, Y. C., & Chai, P. Y. C. (2018). “Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis”. *Medical education*, 52(9), 910-924. doi:10.1111/medu.13616.

Christersson, C., Staaf, P., Braekhus, S., Stjernqvist, R., Pusineri, A. G., Giovani, C., Mainelli, X. U. (2019). *Promoting active learning in universities*. Disponível a partir de <http://hdl.handle.net/20.500.12323/4232>.

Danker, B. (2015). “Using flipped classroom approach to explore deep learning in large classrooms”. *IAFOR Journal of Education*, 3(1), 171-186. doi:10.22492/ije.3.1.10.

DeLozier, S. J., & Rhodes, M. G. (2017). “Flipped classrooms: a review of key ideas and recommendations for practice”. *Educational psychology review*, 29(1), 141-151. doi:10.1007/s10648-015-9356-9.

DeRuisseau, L. R. (2016). “The flipped classroom allows for more class time devoted to critical thinking”. *Advances in physiology education*, 40(4), 522-528. doi:10.1152/advan.00033.2016.

Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. John Wiley & Sons.

Jensen, J. L., Kummer, T. A., & Godoy, P. D. D. M. (2015). “Improvements from a flipped classroom may simply be the fruits of active learning”. *CBE—Life Sciences Education*, 14(1), ar5. doi:10.1187/cbe.14-08-0129.

Kharat, A. G., Joshi, R. S., Badadhe, A. M., Jejurikar, S. S., & Dharmadhikari, N. P. (2015). “Flipped classroom for developing higher order thinking skills”. *Journal of Engineering Education Transformations*, 23. doi:10.16920/jeet/2015/v0i0/59541.

Long, T., Cummins, J., & Waugh, M. (2017). “Use of the flipped classroom instructional model in higher education: instructors’ perspectives”. *Journal of computing in higher education*, 29(2), 179-200. doi:10.1007/s12528-016-9119-8.

Mas’ ud, H., & Surjono, H. D. (2018). “The implementation of flipped classroom learning model using moodle to increase students’ higher order

thinking skills”. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, 1(1), 187-194. doi:10.26858/est.v1i1.6521.

McLean, S., Attardi, S. M., Faden, L., & Goldszmidt, M. (2016). “Flipped classrooms and student learning: not just surface gains”. *Advances in physiology education*. doi:10.1152/advan.00098.2015.

Priyaadharshini, M., & Vinayaga Sundaram, B. (2018). “Evaluation of higher-order thinking skills using learning style in an undergraduate engineering in flipped classroom”. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(6), 2237-2254. doi:10.1002/cae.22035.

Rodríguez, G., Díez, J., Pérez, N., Baños, J. E., & Carrió, M. (2019). “Flipped classroom: Fostering creative skills in undergraduate students of health sciences”. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 100575. doi:10.1016/j.tsc.2019.100575.

Seery, M. K. (2015). “Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions”. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 758-768. doi:10.1039/C5RP00136F

Supiandi, U., Sari, S., & Subarkah, C. Z. (2019, April). “Enhancing students higher order thinking skill through instagram based flipped classroom learning model”. In *3rd Asian Education Symposium (AES 2018)*. Atlantis Press. doi:10.2991/aes-18.2019.55.

Thai, N. T. T., De Wever, B., & Valcke, M. (2017). “The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback”. *Computers & Education*, 107, 113-126. doi: 10.1016/j.compedu.2017.01.003.

Vo, H. M., Zhu, C., & Diep, N. A. (2017). “The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis”. *Studies in Educational Evaluation*, 53, 17-28. doi:10.1016/j.stueduc.2017.01.002.