

Estações laboratoriais: uma aposta no ensino experimental

A. R. Mota¹, José Manuel Lopes², J. M. B. Lopes dos Santos¹

¹ CFP e Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

² Escola Secundária c/ 3.º ciclo Dr. Jaime Magalhães Lima - Esgueira

Resumo

As aulas experimentais desempenham um papel central no ensino das Ciências. Contudo, vários estudos revelam subutilização e fraca envolvência procedimental e cognitiva dos alunos na sua realização. Foi desenvolvido e testado um modelo de ensino experimental baseado em estações laboratoriais. Neste artigo, caracterizam-se as estações laboratoriais, indicam-se as suas principais vantagens e apresentam-se alguns exemplos. São ainda analisadas as opiniões de 51 alunos do ensino básico sujeitos a este modelo, durante um ano letivo.

I. Introdução

As atividades laboratoriais (AL's) têm um forte potencial no ensino da física [1,2], que importa rentabilizar. Vários modelos de aulas laboratoriais foram já estudados e testados no sentido de desenvolver nos alunos competências essenciais, como a capacidade de observar, testar hipóteses ou mesmo planificar e executar experiências que permitam investigar novos fenómenos e resolver problemas do quotidiano [2,3].

Contudo, vários estudos revelam que o trabalho laboratorial é pouco utilizado em sala de aula. Este fenómeno prende-se com vários fatores, entre os quais se destaca a falta de tempo por parte dos docentes para a sua preparação e implementação. A falta de material nas escolas é outro dos motivos apontados, assim como o tempo necessário para a sua realização comprometer o cumprimento dos programas. A estes fatores acresce a dificuldade sentida pelos professores em controlar e avaliar os alunos neste tipo de aulas.

Contrariamente ao preconizado no Ensino Secundário em Portugal, em que as AL's são de carácter obrigatório, no Ensino Básico a "liberdade" das orientações curriculares deixa antever um menor recurso a aulas laboratoriais. Por um lado, esta realidade compromete o desempenho dos alunos

no Ensino Secundário e, por outro, impossibilita alunos que não sigam o curso de Ciências e Tecnologias de desenvolverem competências essenciais que o ensino experimental promove.

As metas de aprendizagem, introduzidas em 2010 no Ensino Básico (EB), realçavam a importância das AL's, apelando à sua realização. No documento publicado pelo Ministério da Educação [4], esta aspiração torna-se visível ao sugerir-se que o aluno explique, "recorrendo também a simulações", revele "pensamento científico (prevendo, planificando, experimentando, ...)", interprete "em situações laboratoriais concretas" e planifique e execute um "miniprojeto prático" ou "explique, com base na planificação e realização de experiências".

II. Estações laboratoriais

As dificuldades sentidas pelos professores na realização de AL's podem ser ultrapassadas se realizarem estações laboratoriais. Este modelo destaca-se pelo seu carácter dinâmico e plural, distanciando-se das clássicas aulas experimentais em que os alunos realizam simultaneamente a mesma atividade, o que exige repetição de material e limita a quantidade e qualidade de atividades ao longo do ano.

Neste modelo, o laboratório (sala de aula) é geralmente organizado em quatro bancadas (mesas), com uma estação laboratorial diferente. Os estudantes, divididos em grupos de três ou quatro elementos, percorrem sucessivamente as estações laboratoriais, durante uma só aula, cumprindo diferentes atividades/tarefas práticas previstas, ao mesmo tempo que apresentam as suas respostas numa ficha/documento orientador elaborada(o) pelo professor.

Por questões logísticas todas as estações devem ser independentes e ter aproximadamente a mesma duração para facilitar a rotação dos grupos. Por conseguinte, todas as estações têm um tempo pré-definido (geralmente de dez a quinze minutos) o que permite dinamizar a aula, intensificar a cooperação entre os elementos do grupo e a capacidade de decisão. A função do professor é monitorar o trabalho de cada grupo, ajudando os alunos sempre que necessário e procurando que estes se tornem independentes.



Fig. 1 - Em algumas estações laboratoriais, nomeadamente quando é necessário fazer simulações, torna-se imprescindível que a avaliação seja feita na própria aula. (a) O aluno encontra-se a simular um eclipse da Lua para um habitante dos EUA. O retroprojektor simula o Sol. (b) Os alunos dispõem os globos de forma a simular as estações do ano para um habitante no hemisfério norte.

Na ficha laboratorial são apresentadas as questões a responder, inseridas em contextos sócio-científicos e/ou situações-problema, eventuais procedimentos e indicações de perigos e segurança, entre outro tipo de informação. Algumas das respostas solicitadas aos alunos podem ser escritas ou incluir a realização de simulações e/ou produção de factos a apresentar oralmente ao professor que avalia, imediatamente, o desempenho do(s) aluno(s) e/ou do grupo (Fig. 1).

As respostas dadas, algumas em tempo real, informam o professor das aprendizagens conseguidas e/ou a necessitar de serem revisitadas por parte dos alunos em aulas posteriores. Por outro lado, o professor ao supervisionar os alunos nas diversas atividades, pode avaliar o modo como os alunos manipulam, interagem, discutem ideias, aplicam e constroem conhecimento, indicadores formativos importantíssimos e que, alguns deles, não se detectam e avaliam com testes de papel e lápis.

O material utilizado em cada estação laboratorial está organizado num *kit* específico que pode incluir a sua listagem e uma figura legendada com a montagem prática esperada, o que facilita a distribuição, arrumação e controlo do material aquando da sua recolha (Fig. 2). Os materiais comuns a várias estações laboratoriais, como por exemplo



Fig. 2 - Cada aula laboratorial tem um *kit* próprio, que está organizado por estações laboratoriais.

os instrumentos de medida, são colocados em *kits* ou armários próprios. Este material fica arrumado e pronto a ser usado em utilizações posteriores e por vários professores.

Na maioria das situações é suficiente um exemplar de cada aparelho/material uma vez que os alunos percorrem todas as estações. Este facto permite aprender ciência com pouco material e com ampla variedade de atividades, contribuindo para o desenvolvimento de diferentes competências e aumentando a probabilidade de ocorrerem e de se consolidarem aprendizagens. O material envolvido deve ser, sempre que possível:

- de baixo custo. No entanto, há instrumentos de medida ou materiais/equipamentos laboratoriais insubstituíveis;
- simples e conhecido do aluno, evitando que se centre em aspectos técnicos irrelevantes, desviando a atenção do aluno daquilo que é essencial e solicitado;
- de fácil manuseamento e que não ofereça elevados riscos de segurança. Quando isso não for possível devem constar no *kit* as instruções técnicas, se possível ilustradas, e informação essencial sobre riscos e regras de segurança a adoptar aquando do seu manuseamento.

Os alunos podem realizar tarefas simples, como manipular materiais e equipamentos, observar, medir, registar dados, aplicar técnicas laboratoriais, mas também proceder a tarefas mais complexas envolvendo todos os passos do raciocínio científico, como testar hipóteses ou mesmo planear e executar experiências para investigar um fenómeno, no sentido de dar resposta a uma questão-problema relevante. Seguem-se, como exemplo, três das quatro estações laboratoriais que compõem a atividade laboratorial: “Que lentes uso, Sr. Doutor?”, relacionada com o fenómeno da refração, para alunos do 3.º ciclo do EB. As estações apresentam diferentes

graus de abertura e cada uma tem duração de 10 minutos [5].

Estação Laboratorial 1

1. As doenças dos olhos e do sistema visual afetam grande parte da população. Observa a montagem que tens na tua bancada (Fig. 3).

- 1.1 Que tipo de lente é o cristalino? Justifica.
- 1.2 Em que região do olho se forma a imagem dos objetos?
- 1.3 Qual o problema de visão apresentado na tua bancada?
- 1.4 Qual a principal consequência do problema anterior?
- 1.5 Mede a distância focal no exemplo apresentado.
- 1.6 Calcula a potência da lente.
- 1.7 Tendo em atenção a resposta anterior, e utilizando o material que dispões, tenta corrigir o problema de visão apresentado. Quando tiveres terminado chama o professor para avaliar a proposta apresentada.



Fig. 3 - Bancada da Estação Laboratorial 1, inserida na atividade laboratorial: "Que lentes uso, Sr. Doutor?"

Estação Laboratorial 2

1. Muitas das doenças dos olhos podem ser corrigidas com óculos ou lentes de contato. Planifica e executa uma investigação no sentido de saberes se os óculos presentes na tua bancada são adequados para corrigir o problema relativo à receita médica apresentada.

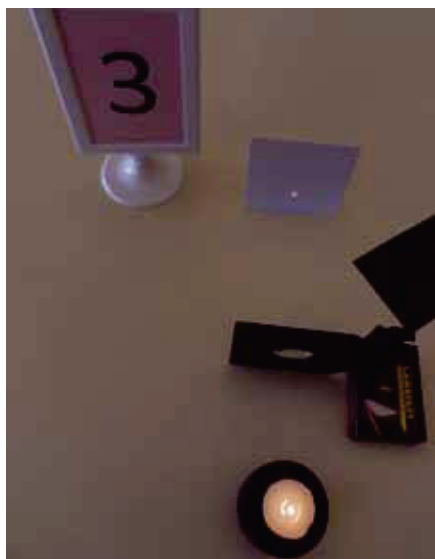


Estação Laboratorial 3

1. Considera a montagem presente na tua bancada constituída por uma lente, uma vela e um ecrã. Acende a vela.

- 1.1 Identifica o tipo de lente presente.
- 1.2 Qual é o objeto cuja imagem se pretende estudar?
- 1.3 A imagem da vela forma-se... (seleciona a opção correta)
 - (A) à frente da lente.
 - (B) atrás da lente.
 - (C) no ecrã (alvo).
 - (D) depende da posição da vela relativamente à lente.
- 1.4 Coloca a lente a uma distância da vela, de forma a conseguires ver a imagem da vela nítida no ecrã. Se removeres a lente da montagem experimental anterior, deixando a vela e o ecrã no mesmo sítio, continuarás a ver a imagem no alvo? Justifica.
- 1.5 A imagem anterior é real ou virtual? Justifica.
- 1.6 Supõe que cobres a parte de cima da lente com um cartão preto. Haverá alguma alteração na imagem vista por ti no ecrã? Realiza a experiência anterior e tira conclusões.
- 1.7 Haverá alguma alteração na imagem se aproximares o ecrã da lente? Justifica.

As estações laboratoriais podem ser aplicadas em qualquer



nível de ensino, com maior ou menor grau de abertura e exigência, consoante a especificidade de cada ano, turma ou conteúdos programáticos. O facto das aulas laboratoriais serem periódicas (de preferência semanal ou quinzenal) faz com que as estações laboratoriais sejam relativas ao mesmo conteúdo/fenómeno.

Fig. 5 - Bancada da Estação Laboratorial 3, inserida na atividade laboratorial: "Que lentes uso, Sr. Doutor?"

| ÓCULOS | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-------|------|------|
| DP Longa | | | DP Perto | | | |
| OD | | | OE | | | |
| | Est. | Cil. | Elxo | Est. | Cil. | Elxo |
| Longa | +2.00 | | | -1.50 | | |
| Perto | | | | | | |
| | | | | | | |

Fig. 4 - (a) Bancada da Estação Laboratorial 2, inserida na atividade laboratorial: "Que lentes uso, Sr. Doutor?" (b) Receita médica incluída na ficha laboratorial.

A possibilidade de integrar simulações/demonstrações virtuais é outra das vantagens deste modelo. Estudos revelam que a combinação de atividades práticas laboratoriais e simulações virtuais traz mais vantagens do que a realização isolada de cada uma delas, no que respeita a uma aprendizagem mais significativa [6]. As simulações em computador, em determinados contextos, representam uma mais-valia. Permitem, por exemplo, que alunos observem/realizem determinados processos que comprometem a sua segurança, excluem (ou escondem) elementos irrelevantes ou potencialmente causadores de interpretações indesejadas, permitem a “visualização” de processos macroscopicamente invisíveis e destacam pormenores pedagógica e cientificamente mais relevantes. A principal vantagem do uso de uma simulação/demonstração virtual numa estação laboratorial é que, no caso de existirem poucos computadores disponíveis, todos os alunos podem aceder a este recurso equitativamente ao rodarem pela estação.

Devido à sua natureza, as estações laboratoriais permitem que a sala de aula constitua um espaço de oportunidades para que os alunos possam mobilizar os seus interesses, saberes, estratégias de aprendizagem e experiências anteriores. Este modelo favorece as atitudes de escuta, a capacidade de expressão, a troca de ideias, a negociação, o respeito e a tolerância, permitindo um processo de construção pessoal do conhecimento modelado por fatores cognitivos e não-cognitivos. A possibilidade de partilhar conhecimento conceptual e processual reveste-se de primordial importância, não só porque muitas das dificuldades sentidas pelos alunos podem ser resolvidas mais rápida e eficazmente pelos seus pares [7], como também propicia a aprendizagem do valor do diálogo e da cooperação.

A formação de grupos homogéneos por competências e conhecimentos, apesar de não ser consensual, encoraja a participação e fortalece as interações no grupo, na medida em que o “poder do conhecimento” não é assumido por nenhum dos elementos do grupo. Também permite ao professor apoiar e supervisionar grupos que apresentem mais dificuldades. O mesmo não acontece em grupos heterogéneos em que o aluno com maior nível de desenvolvimento de competências acaba por inibir o pensamento e a ação de outros, e conseqüente desenvolvimento, tendendo a centrar em si a realização das tarefas a fim de conseguir uma boa classificação.

III. Opinião dos alunos/ Principais reflexões

Na apresentação das estações laboratoriais foram destacadas algumas vantagens na sua implementação, como seja, racionalização do tempo despendido pelo professor na preparação e arrumação do material, versatilidade de tarefas, racionalização do material, rentabilização do tempo de aula, versatilidade relativamente ao nível de ensino e aos conteúdos programáticos, avaliação formativa sistemática, possibilidade de integração de simulações/demonstrações virtuais e promoção do trabalho de grupo.

Este modelo promove o envolvimento mais ativo dos alunos no processo de ensino/aprendizagem, o que permite o aumento do índice de atenção por parte destes. Este fator aliado à ausência de tempos de espera, à versatilidade das tarefas, ao ritmo associado à rotação das estações e à possibilidade de trabalhar em grupo, motiva os alunos e promove a mobilização das aprendizagens ao nível afetivo, cognitivo e psicomotor.

Num inquérito por questionário feito a 51 alunos do 7.º ano (12 anos), que durante um ano foram sujeitos a este modelo, 74,5 % afirmam que aulas teóricas e laboratoriais alternadamente constituem o modelo que mais contribui para a sua formação (15,7 % defende a existência de apenas aulas laboratoriais e 5,9 % de aulas teóricas). A grande maioria (84,9 %) afirma que a realização deste tipo de aulas contribuiu para gostarem mais da disciplina de Físico-Química e uma percentagem de alunos apreciável (62,7 %) defende que a existência de um tempo fixo para realizar cada estação faz aumentar o ritmo de trabalho do grupo. Relativamente à avaliação, 70,6 % dos alunos defende a avaliação destas aulas e 82,4 % considera que nas aulas laboratoriais o professor conseguiu promover um ensino mais personalizado pelo facto de ir rodando pelos grupos, esclarecendo dúvidas.

A conclusão supracitada contraria as principais conclusões de um alargado estudo realizado em Portugal [8], em que os alunos consideravam mais eficazes as estratégias de ensino centradas no professor.

Referências

1. E. Etkina, A. Karelina, M. Ruibal-Villasenor, “How long does it take? A study of student acquisition of scientific abilities”, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, 4(2), 0201108 (2008).
2. E. Etkina, S. Murthy, X. Zou, “Using introductory labs to engage students in experimental design”, *American Journal of Physics*, 74(11), 979-986 (2006).
3. L. C. McDermott, “Physics by Inquiry”, John Wiley & Sons (1996).
4. Ministério da Educação, “Metas de aprendizagem” (<http://metas.corefactor.pt/ensino-basico/metas-de-aprendizagem/metas/?area=31&level=6>).
5. Ver <http://faraday.fc.up.pt/Faraday/Members/anarita/>
6. T. Jaakkola, S. Nurmi, K. Veermans, “A comparison of students’ conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts”, *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71-93 (2011).
7. P. Heller, R. Keith, S. Anderson, “Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving”, *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636 (1992).
8. A. Martins, A. Sampaio, A. P. Gravito, D. Martins, E. Fiúza, I. Malaquias, M. Silva, M. Neves, M. Valadares, M. Costa, M. Mendes, R. Soares, “Livro Branco da Física e Química”, Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (2005).