

UM MODELO PARA A VENTILAÇÃO PULMONAR EXPLORADO COM RECURSOS INFORMÁTICOS

GIL, Henrique Teixeira & PAIXÃO, Maria Fátima

Escola Superior de Educação

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Um dos maiores desafios que são colocados aos professores prende-se com a capacidade de promover aprendizagens significativas e actualizadas. O problema reside na quantidade e na rapidez com que novas informações são veiculadas. Se há séculos atrás a própria investigação científica se podia queixar de *míngua de informação* disponível, hoje o problema é o de encontrar mecanismos que permitam utilizar o *excesso de informação*. A escola debate-se com a mesma situação. No nosso entender, o computador poderá vir a dar uma resposta positiva para a resolução deste problema actual e futuro. A existência de meios informáticos nos laboratórios de ciências poderá vir a constituir ambientes de aprendizagem que possam responder de forma mais adequada às futuras competências que os alunos de hoje terão que desenvolver na sua integração no mundo do trabalho. Tal como é defendido por Martínez e Parrilla (1994) deve-se "poner los alumnos en contacto con la tecnologia y sus aplicaciones, en condiciones parecidas o idénticas al mundo productivo".

Mas é ao nível do ensino experimental das ciências que estes meios podem trazer uma mais valia. No entender de Khan (1991) a primeira prioridade do Departamento de Ciências será a de possuir um computador em cada laboratório, devendo ser encarado como uma "peça normal" do equipamento que deve ser usado quando necessário por diferentes utilizadores e de diferentes formas. Do mesmo modo se refere Ponte (1988) ao

afirmar que uma revolução profunda será de esperar no ensino das Ciências e, longe de se assistir ao fim do laboratório tradicional, ver-se-á proliferar a instrumentação assistida por computador.

Neste contexto, a utilização de meios informáticos nos laboratórios pode representar um forte contributo para que se possa observar uma maior qualidade no processo de ensino e de aprendizagem. Contudo, de acordo com Bettencourt (1994) "a utilização de tal equipamento não deverá ter subjacente a atitude irreflectida de quem utiliza tudo o que é novidade por ser novidade, mas antes a de quem deseja colocar a tónica na necessidade de tornar o ensino mais adequado à realidade do mundo do trabalho". Tal como é defendido por Kahn (1991) "não devemos ser persuadidos a tentar fazer com que os computadores substituam tudo, nem se deve sobrevalorizar os instrumentos tecnológicos, por mais poderosos que eles sejam". Tal pode significar que uma adequada utilização destes equipamentos deve ser encarada como "una herramienta más del laboratorio, en el que ni son los tutores que suplantam al usuario como verdadero ejecutante y evaluador de la experiencia diseñada, ni tampoco su utilización es el principal de la sesión experimental" (Martínez e Parrilla 1994). Neste sentido, Rogers e Wild (1996) vêm corroborar estas afirmações ao evidenciarem, através de resultados obtidos em vários estudos realizados, a importância do contexto: "The quality of exploitation of the computer tools; the physical nature of the topic under investigation; learning objectives; learning style (pupil autonomy; investigation)".

O uso do computador permite uma melhor "análisis del diseño de la experiencia y de la libre elaboración de conclusiones" (Martínez e Parrilla 1994) e os alunos poderão dedicar-se à reflexão e discussão dos resultados recolhidos. Tal facto é apoiado por Rogers e Wild (1996): "IT (Information technology) groups spent more time in discussing their data (...). This changed emphasis towards discussion and thinking activity supports the generally agreed view amongst the teachers that IT had proved to be a valuable tool for promoting

an investigative approach". Uma outra possibilidade que está associada a esta situação tem a ver com a concentração dos alunos na previsão dos resultados a obter, assim como na observação e conhecimento mais aprofundado dos materiais que estão a manipular. Neste sentido, Trindade (1988) é igualmente de opinião que "o conhecimento e o saber-fazer de hoje passa cada vez mais pela capacidade de (...) seleccionar, manipular, analisar e sintetizar". Esta situação irá inverter o que usualmente se faz, ou seja, "en la actualidad las experiencias de laboratorio pueden calificarse generalizadamente como prácticas de confirmación, y no de inducción, no de pequeñas investigaciones como sería deseable para la consecución de los objetivos de aprendizaje" (Martínez y Parrilla, 1994).

Libertando o tempo do professor e dos alunos, aumentando a possibilidade de rigor bem como o acesso à medição de grandezas antes impedidas e acumulando informação sobre a situação a explorar, o uso do computador no trabalho experimental permite a exploração de aspectos antes vedados. Independentemente da opção por uma modalidade de Trabalho Experimental adequada a outros aspectos do contexto e do assunto, sairá sempre reforçada uma observação teoricamente fundada em que a previsão tem um papel importante, a compreensão dos conceitos sai reforçada e é valorizada. Os modelos dos alunos são explicitados sobre um fenómeno. As explicações são mais articuladas e conceptualizáveis e a actividade torna-se reflexiva, crítica e criativa (Beviá, 1994).

Tendo em conta o que tem vindo a ser referido, a utilização de meios informáticos na aquisição e tratamento de dados promove uma componente altamente participativa dos alunos na construção do seu conhecimento. Nesse sentido, ao serem participantes activos dos processos científicos passam a sentir as dificuldades e hesitações inerentes aos mesmos, promovendo-se assim, uma maior disponibilidade afectiva e cognitiva.

Neste momento parece ser necessário acrescentar que por si só a utilização destes meios informáticos não constitui a "solução milagrosa" na promoção de aprendizagens de

qualidade enquadradas em perspectivas constructivistas. Ou seja, de acordo com Khan (1991) "o computador não pode substituir o professor proficiente, do mesmo modo que no teatro, adereços magníficos não substituem o actor".

VALOR DIDÁCTICO DO USO DE MODELOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

"O modelo científico é uma estrutura ideal, não constituindo uma representação global da realidade" (Praia, 1995). Merece, como diz Silva (1986 in Praia 1995) "o estatuto epistemológico de hipótese". Tratando-se de um objecto artificial construído visa uma mais adequada explicação do real, com vista à sua compreensão mais profunda. Geralmente os modelos apresentam-se mais simples que as teorias e podem tornar mais clara a natureza dos objectos que pretendem representar, interpretando a realidade.

A problemática que se coloca no ensino das ciências está em procurar que o próprio aluno desenvolva um modelo do fenómeno a partir do "modelo mental" aceite pela comunidade científica. Como refere Villalonga et al. (1994) "En un marco constructivista y ante un problema clave formulado en clase, si queremos que exista construcción de conocimiento en los estudiantes, habrá que animarlos para que expresen sus propias interpretaciones, para que expliciten sus propios modelos sobre aquello que se plantea". Apesar de geralmente os alunos terem dificuldade em separar o modelo da realidade (Harrison & Treagust 1996), o uso de modelos permite e estimula o desenvolvimento das capacidades de raciocínio e ajuda a compreender o conteúdo de artificialidade da ciência como construção humana (Praia,1995). Contudo, o professor tem que estar consciente de que os modelos sobrevalorizam determinados aspectos da realidade conceptual e, por vezes, omitem outros, e que " the model serves the modeler, not the modeler the model and the reality" (Harrison & Treagust 1996).

Quanto ao Trabalho Experimental é preciso afastar a ideia de que "se aprende fazendo" e valorizar antes os aspectos de investigação, conceptualização, questionamento, previsões, possíveis de serem associados inclusivamente à perspectiva da demonstração (Cachapuz 1988). Mas, para tal, os alunos podem ser envolvidos activamente (Hodson 1990) na exploração do modelo que é proposto.

UM MODELO PARA A VENTILAÇÃO PULMONAR

A renovação de ar nos pulmões, ou ventilação pulmonar, pressupõe a entrada do ar, inspiração, e a saída do ar, expiração. Esta renovação é assegurada por movimentos da cavidade torácica designados por movimentos respiratórios. Tais movimentos são provocados pela contracção e relaxamento de um conjunto de músculos: diafragma, intercostais e supracostais.

Quando o diafragma se contrai, baixa, fazendo aumentar o diâmetro vertical da caixa torácica. Simultaneamente os outros músculos fazem aumentar os diâmetros transversal e antero-posterior e o volume da cavidade torácica aumenta. Os pulmões, ligados pela pleura à parede interna dessa cavidade, e pela sua elasticidade, acompanham passivamente essa dilatação. Em consequência do aumento de volume, a pressão interna dos pulmões torna-se inferior à pressão atmosférica e o ar entra pelas vias respiratórias indo até aos alvéolos pulmonares. Realizou-se, assim, a inspiração. Pelo relaxamento do diafragma, dos músculos intercostais e supracostais, o volume da caixa torácica diminui. Os pulmões acompanham essa diminuição de volume, ocasionando um aumento da sua pressão interna, sendo o ar expulso. Dá-se a expiração.

Analogia:

É bem conhecido dos professores um clássico modelo constituído com uma campânula de vidro, balões e uma membrana de borracha para simular a ventilação pulmonar. Puxa-se a membrana e observa-se o enchimento dos balões; empurra-se a membrana e assiste-se ao seu esvaziamento. Tem habitualmente uma função meramente ilustrativa com inúmeras limitações, nem sempre consideradas (em geral é explorada, do modelo, apenas a analogia e não as limitações, em confronto com o sistema que pretende representar). Por recurso ao computador e sistema de aquisição e tratamento de dados - *First Sense*, foi possível construir e utilizar um modelo mais aperfeiçoado do clássico, com os requisitos aqui defendidos em pontos anteriores.

Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD – *First Sense*):

Apresenta-se a constituição básica de um equipamento de aquisição e tratamento de dados (computador, interface e sensor(es)) utilizado para a exploração do modelo que se propõe (fotografia 1).

De uma forma muito resumida, a interface promove a conversão de sinais analógicos através das variações dos impulsos eléctricos que se geram ao nível de sensor(es), em sinais digitais que são posteriormente enviados para o computador. Convém referir que pode ser realizada uma utilização individualizada ou combinada de diferentes sensores. No caso presente usa-se apenas o sensor de pressão.

Material:

Garrafa de plástico ou campânula com abertura superior e lateral; Tubo bifurcado; Balões de borracha; Plasticina; Membrana de plástico (um saco permite variar consideravelmente o volume do interior da garrafa); Computador; Interface (SATD - *First Sense*); Sensor de pressão.

Descrição:

A membrana ou saco de plástico desempenha o papel de diafragma e os balões o papel de pulmões.

Ao puxar a membrana, provoca-se o aumento do volume da cavidade interior da garrafa e observa-se o enchimento dos balões. No ecrã do computador lê-se e regista-se o valor da pressão detectada pelo sensor, no interior da cavidade.

Ao empurrar a membrana, diminui o volume da cavidade da garrafa, verifica-se, por leitura no ecrã do computador, um aumento da pressão interna detectada pelo sensor e observa-se o esvaziamento dos balões.

Vantagens e limitações do modelo proposto:

A ventilação pulmonar é uma rúbrica programática leccionada em Ciências da Natureza em vários anos de escolaridade. A exploração do modelo pode ser feita a vários níveis. É de evitar o reduzido modelo clássico porque pode induzir mais confusões do que contributos esclarecedores para a compreensão do fenómeno, tal como se entende cientificamente.

Tal como o modelo clássico do qual deriva, os movimentos perceptíveis são os do "diafragma" (membrana de plástico) e o dos "pulmões" (balão ou balões); as paredes laterais da "caixa torácica" (garrafa de vidro ou de plástico) são imóveis. Os "pulmões" (balões) não estão solidários com as paredes da cavidade. A pleura é, assim, ignorada nas duas versões do modelo.

Poder medir a pressão interna da "cavidade torácica" pelo recurso ao sensor de pressão acoplado ao SATD - *First Sense* é uma adequação do modelo aperfeiçoado sobre o anterior. Permitir aos alunos fazer determinações do valor da pressão no interior da "caixa torácica" e relacioná-la com o volume, permite compreender a variação da pressão com o volume de uma forma simples mas, principalmente, compreender a entrada e saída de ar dos pulmões por uma variação de pressão.

Tal como no modelo anterior o papel do diafragma é evidenciado de forma elucidativa. Pode fazer-se sobressair o papel passivo dos pulmões no que diz respeito aos movimentos respiratórios. Contraria-se, deste modo, a ideia dos alunos de que é após a entrada de ar nos pulmões, e em consequência disso, que a caixa torácica dilata. É frequente a ideia de que o ar ao entrar nos pulmões vai obrigá-los a dilatar, o que conduz a um aumento de volume da caixa torácica.

A exploração do modelo pode também contribuir para afastar a tendência de identificar a respiração com a ventilação pulmonar. Esta é a entrada e saída de ar por processos mecânicos (movimentos da caixa torácica e dos pulmões) provocando variações de pressão; a respiração dá-se a nível celular e é um processo químico. Os balões seguem passivamente as variações de volume da cavidade da garrafa, tal como os pulmões na cavidade torácica, evidenciando o papel das variações de pressão na entrada e saída de ar.

Uma das limitações do modelo, a que o professor não pode ser alheio, é que a composição do ar que entra é idêntica à do ar que sai, tal não acontecendo efectivamente no decurso da ventilação.

CONCLUSÕES

De acordo com as ideias defendidas pensa-se que a exploração de tal modelo analógico não gasta muito tempo e contribui para o interesse dos alunos na aula. O facto de se tratar de demonstração, pelo menos a nível de alunos com 12-14 anos, continua a implicar que se dê importância às hipóteses que orientam a recolha e tratamento de dados. A outros níveis do secundário, a proposta pode ser desenvolvida noutros termos, por trabalho mais personalizado, gerido pelos próprios alunos.

A utilização do SATD - *First Sense* poderá contribuir de uma forma inovadora para contrariar as concepções largamente identificadas nos alunos acerca de tal assunto, motivando-os pela actualidade da proposta e pela exploração possível das analogias que o modelo permite.

A proposta apresentada é desenvolvida requerendo simultaneamente material improvisado (o próprio modelo) e material sofisticado. O primeiro conta com a imaginação do professor; o segundo com a capacidade tecnológica da escola. É desejável começar a encontrar material experimental adequado para os alunos sentirem a validade, a actualidade e inovação das propostas de aprendizagem que lhes são oferecidas.

AGRADECIMENTOS

Desejamos agradecer a colaboração dos colegas Gisela Azevedo, Jorge Pereira, Maria Teresa Sanches e Natália Martins, pela prestimosa participação na construção e discussão do modelo apresentado.

REFERÊNCIAS

BETTENCOURT, T ,1994. *Um estudo sobre a utilização de um sistema de aquisição e tratamento de dados no laboratório de biologia no Ensino Secundário*. Tese de Mestrado. (não publicada) Braga: Universidade do Minho.

BEVIÁ, J. L., 1994. Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa, *Alambique*, vol 2, pp 47-56.

CAAMAÑO, A., CARRASCOSA, J., OÑORBE, A. 1994. Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales, *Alambique* vol. 2, pp. 4-5.

CACHAPUZ, A. F., 1989. Por um Ensino relevante da Química: Que papel para o Trabalho Experimental?, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 36, pp 25-27.

FREITAS, J., 1992. As NTIC na Educação: Esboço para um Quadro Global. Educação e Computadores. in TEODORO E FREITAS, *Desenvolvimento dos Sistemas Educativos*. Lisboa: Gabinete de Estudos e Planeamento do ministério da Educação.

FROST, R., 1995. *The IT in Science book of datalogging and control*. London: IT in Science.

HARRISON, A. G. & TREAGUST, D. F., 1996. Secondary Students' Mental Models os Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education* , 80 (5): 509-534.

HODSON, D., 1990. A critical look at practical work in school science. *SSR*, 70 (256), pp 33-40.

KHAN, B., 1991. *Os computadores no Ensino das Ciências*. (trad.) Lisboa: Publicações Dom Quixote.

MARTÍNEZ; H. & PARRILLA, J., 1994. La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3) pp 393-399.

MODERNO, A., 1991. A Didáctica face à evolução dos Media. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. pp. 637-642.

PONTE, J., 1988. *O Computador - Um instrumento da Educação*. Lisboa: Texto Editora.

PRAIA, J. F., 1995 *Formação de Professores no Ensino da geologia: Contributos para uma Didáctica fundamentada na Epistemologia das Ciências. O caso da Deriva Continental*, Tese de Doutoramento (não publicada) (Universidade de Aveiro).

REIS, P. R., As actividades práticas como instrumento de aprendizagem e avaliação em ciências, *Aprender* pp.59-64.

ROGERS, L. & WILD, P., 1996. Datta-logging: effects on practical science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12. pp. 130-145.

STEIN, J., 1987. Raising Laboratory Learning to a Conceptual Level: Does MBL help? *Proceedings of the Second International Seminar in Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Ithaca: Cornell University, July, Vol III pp 470-479.

STEIN, J.; NACHMIAS, R. & FRIEDLER, Y., 1990. An experimental comparison of two Science Laboratory Environments: Tradicional and Microcomputer-Based. *Journal of Educational Computing research*, 6 (2)pp 183-202.

TRINDADE; A. 1988. *Novas Tecnologias no Ensino e na Educação*. Comissão da Reforma do Sistema Educativo. Lisboa: Ministério da Educação.

VILLALONGA, R. M. P., 1994. Los trabajos prácticos en la Educación Infantil y en la Educación Primaria, *Alambique* vol 2, pp. 6-14.

VIÑAS, J. C., LOZANO, M. T., 1994. Trabajos prácticos para la construcción de conceptos: experiencias y experimentos ilustrativos, *Alambique* vol 2, pp 21-26.