

Henrique Teixeira Gil
Escola Superior de Educação
Castelo Branco
hteixeiragil@mail.telepac.pt

Meios informáticos e resolução de problemas no ensino experimental

Resumo

Os meios informáticos conquistaram a sociedade dadas as suas potencialidades serem reconhecidas por todos, cujo valor atingiu o seu máximo expoente através do bem conhecido 'bug do ano 2000'. No entanto, em contexto educativo a utilização dos meios informáticos ainda não atingiu a qualidade de 'imprescindível' no processo de ensino e de aprendizagem. Por outro lado, existe uma quase total unanimidade em estabelecer uma relação directa e 'natural' entre o ensino das ciências e o ensino experimental. Contudo, apesar de todo este clima favorável, a utilização de actividades experimentais não tem sido tão amplamente implementada como seria desejável. Se por um lado, os professores de ciências referem que as actividades experimentais 'gastam' demasiado tempo e como tal não propiciam a sua concretização, por outro lado, para tentar otimizar o tempo disponível, a grande maioria das actividades experimentais servem para ilustrar e/ou demonstrar a teoria, facto que não se torna muito atractivo tanto para professores como para os alunos. Neste sentido, a presente comunicação visa apresentar uma sugestão (para discussão) de forma a que se promova a utilização de meios informáticos (sensores) através de uma metodologia pela resolução de problemas.

Ensino experimental

Existe uma grande unanimidade em relacionar o ensino das ciências através da via experimental podendo-se enumerar, para o efeito, diversos autores tais como: Bentley, 1989; Gee & Clackson, 1992; Hodson, 1994; Lazarowitz & Tamir, 1994. A grande virtude do ensino experimental tem a ver com o facto de poder contextualizar os

conceitos teóricos através de actividades práticas e/ou experimentais e, assim, proporcionar uma forma mais atractiva para os alunos poderem compreender os fenómenos e/ou conceitos envolvidos. Na opinião de Lazarowitz & Tamir (1994), o ensino experimental propicia ainda a possibilidade dos alunos poderem interagir e usar equipamentos e materiais laboratoriais. No entender de Nott & Wellington (1996, p. 807) podem ser referidas duas diferentes perspectivas relacionadas com o que se entende por ciência:

‘Science in the making is the problematic, controversial science of the researchers and their research laboratories, papers and conferences. Ready-made science is the unproblematic, accepted science of textbook.’

Apesar desta unanimidade e de uma evidente pertinência para o uso extensivo do ensino experimental não se tem vislumbrado tão extensivamente a sua utilização por parte dos professores de ciências. Um dos principais obstáculos para a utilização frequente do ensino experimental pode residir no facto deste ‘consumir’ muito tempo, tempo este fundamental e ‘precioso’ para se cumprir a ‘ditadura do programa’.

Uma forma de contornar o ‘efeito pernicioso’ do gasto de tempo, a grande maioria das actividades experimentais desenvolvidas opta pela realização de ilustração e/ou demonstração. Também Lazarowitz & Tamir (1994) referem que é urgente proporcionar mais tempo aos professores de ciências para as actividades laboratoriais no sentido de se poderem desencadear mais interacções e discussões entre alunos e entre estes e os professores. Caso contrário, a prática estará totalmente dependente da teoria. Não há grandes ‘surpresas’. Os alunos já sabem, por antecipação, qual ou quais os resultados esperados e se... por qualquer motivo o resultado não se enquadra dentro do ‘esperado’ tudo será feito para que se consiga obter o que deveria ser obtido. Neste sentido, Leach et al (1997) são de opinião que o verdadeiro propósito do ensino experimental deverá estar relacionado mais nos processos e não tanto nos resultados que se obtiveram. Neste contexto, tanto para professores como para alunos, as actividades experimentais aparecem mais como dogmas do que como um espaço para reflexão e discussão, onde o ‘erro’ pode ser encarado como positivo se for discutido e investigada a razão do seu aparecimento. Harrison (1994, p. 239) vem corroborar esta opinião ao afirmar: ‘the thing about an experiment is that you don’t really know what’s going to happen because if you knew what was going to happen it would be not necessary to do an experiment.’

Para terminar esta secção passa-se a apresentar as opiniões de Lazarowitz & Tamir (1994, p. 96) as quais destacam e sintetizam alguns dos aspectos já discutidos:

- There is little reference in the reviews to science in the elementary school, even though hands-on experience is essential for meaningful learning at this level.
- Certain issues related to the student laboratory, such as separation or integration of content and process, have remained controversial in spite of the research conducted.
- Improving research by formulating more 'telling' questions and using better research design has remained a major challenge even in the 1990s.
- It is still neceso provide sound empirical support for the role of the laboratory will be realis

Meios informáticos (sensores): sistemas de aquisição e tratamento de dados

Os sistemas de aquisição e tratamento de dados (SATD), vulgarmente conhecidos como sensores, podem representar um excelente meio para a promoção de actividades experimentais assistidas por computador. Um equipamento SATD é apenas constituído por uma interface que estabelece a ponte entre os sensores e o computador, acompanhado de *software* específico. Já agora, sistemas de SATD mais antigos, funcionam em MS-DOS e as suas exigências de hardware são ao nível dos já quase esquecidos '486'. Pelo facto desta fraca 'exigência' esta situação pode recuperar e tornar novamente operacionais computadores que já estavam na 'reforma' e que pode, por isso, economizar alguns recursos económicos. A Figura 1 apresenta um exemplo de um sistema de aquisição e tratamento de dados:

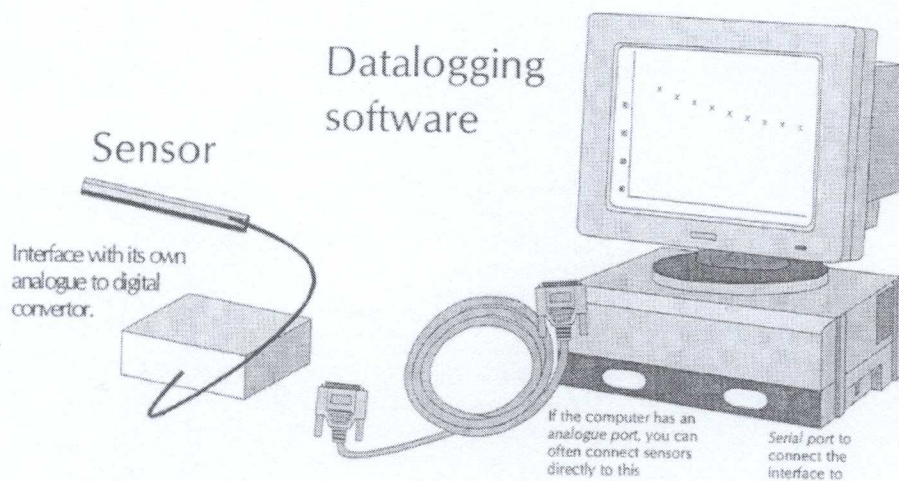


Figura 1. Exemplo de um sistema de aquisição e tratamento de dados (Frost (1995)).

O *software* é muito fácil de utilizar sendo os seus menus bastante intuitivos e bem claros nas suas opções respectivas. Por outro lado, a interface pode funcionar com pelo menos 4 diferentes sensores em simultâneo e, conseqüentemente, acompanhar os resultados de 4 diferentes variáveis o que pode tornar a investigação e/ou observação de um dado fenómeno muito mais completa. A diversidade de sensores também é relativamente abrangente desde os sensores de temperatura, luz, humidade, pressão até a outros mais sofisticados, tais como, os sensores de pH e de impulsos eléctricos. Dada esta variedade o SATD abrange um largo espectro de disciplinas onde todas as variantes das Ciências se podem rever.

Várias são as características de um SATD, as quais se passam a enumerar e que são referenciadas por diferentes autores, entre os quais: Barton, 1991; Gonçalves, 1993; Rogers & Wild, 1994; Settlage, 1995; Leite & Duarte, 1996; Peixoto, 1996; Barton, 1997 a & b; Rodrigues, 1997. Eis algumas das suas principais características:

- precisão;
- qualidade;
- repetição;
- rapidez dado que os resultados são imediatamente disponibilizados;
- apresentação sob a forma gráfica;
- apresentação sob a forma de tabela;

- possibilidade de armazenamento de dados durante um longo período de tempo;
- possibilidade de ‘em tempo real’ se poder acompanhar o desenvolvimento de um dado fenómeno através do monitor do computador o que vem permitir uma inter-relação entre a investigação e o seu resultado;
- proporcionar mais tempo livre para pensar e discutir os resultados uma vez que os alunos não necessitarão de perder tempo em tarefas rotineiras (ex: registo dos dados) para se dedicarem exclusivamente em observarem e discutirem tanto os processos como os resultados.

No entanto, apesar das perspectivas optimistas que parece oferecer a utilização de SATD, Cox (2000) sugere que se tenha uma postura um pouco crítica, ou seja, não será pelo simples facto da sua utilização que tudo será mais fácil e, como tal, o professor de ciências terá que continuar a desenvolver nos seus alunos outras capacidades consideradas ‘mais tradicionais’.

Resolução de problemas: adopção e implementação metodológica

Quando se fala acerca de resolução de problemas é imediatamente referenciada como uma actividade de ‘resolução de problemas’ no âmbito da matemática ou da química e da física. Ou seja, relacionada com actividades de cálculo numérico. Contudo, a resolução de problemas deve ser encarada num sentido muito mais lato de forma a que se constitua numa abordagem metodológica que leve os alunos a pensarem, criticarem e reflectirem acerca de problemas reais. Neste sentido, Hodson (1994, p. 155) sintetiza esta perspectiva:

‘A good science education should seek to develop a range of intellectual skills and cognitive patterns which would help youngsters to handle the problems of growing up in, and integrating with, a society that is heavily dependent on scientific and technological knowledge and its utilisation... provide opportunities for explaining, and therefore understanding, the nature of advanced technological societies, the complex interaction between science and society, and the contribution science makes to our cultural heritage.’

Na opinião de Wild (1995) aprendendo a partir de problemas corresponde a uma condição da existência humana dadas as necessidades diárias com que nos deparamos pelos problemas que diariamente somos obrigados a enfrentar. A discussão de problemas reais, que possuam uma relação mais ou menos directa com a disciplina leccionada, promove uma 'ponte' entre a teoria e a prática de forma a que estes problemas sejam, tanto quanto possível, uma parte do quotidiano dos alunos e dos respectivos professores. Tal como é afirmado por Gee & Clackson (1992, p. 80):

'problem solving is the essence of science itself and with the recent emphasis that has been put upon the teaching of science as a process, rather than as a series of facts and information to be learned, then problem solving must be regarded as a central process to be taught.'

Há, no entanto, autores que defendem a opinião de que estes problemas devem ter origem nos alunos, pois, desta forma a necessidade para a sua resolução é imediata e sentida por quem sente o 'problema'. Contudo, tendo em consideração a faixa etária dos alunos e os seus conhecimentos anteriores sobre uma determinada temática, poderão constituir argumentos suficientes e necessários para que seja o professor a propor certos 'problemas'. Caso surja esta segunda hipótese, o professor terá que fazer sentir que o problema é pertinente e que constitui uma situação problemática para os alunos e que estes serão capazes de encontrar uma ou mais soluções capazes de o resolver num contexto que o aluno conhece. Pois, tal como é defendido por Driver (1988, p. 70), 'context, within which the problem is set, the familiarity of the ideas to the pupil, will all affect the logical structures the pupil will bring to the task.' Também Wild (1995, p. 47) reafirma esta necessidade em proporcionar e conferir um contexto: 'in nearly every sphere of our lives as we attempt to use the information we have, we normally do so in the context of a problem.' Neste sentido, o professor surge mais como um coordenador do 'projecto' e um apoio sempre que solicitado, ou seja, constituir-se-á a posta em prática de uma perspectiva constructivista no processo de ensino e de aprendizagem. Assim, a tomada de consciência por parte dos alunos da situação problemática como sendo 'deles' fará com que imediatamente comecem a surgir hipóteses, planeamento de acções, discussões, apreciações críticas... não se tratará de um 'ensino pela descoberta' em que às vezes os alunos eram tratados como 'pequenos cientistas' mas sem um objectivo claro acerca do que se procurava atingir. Pelo contrário, neste caso os alunos sabem muito bem o que pretendem atingir surgindo o professor como 'conselheiro'

sempre que solicitado ou sempre que ache a sua acção pertinente. O facto dos alunos se apropriarem dos problemas é valorizado por Watts & Jofili (1998, p. 96) como algo extremamente importante e decisivo: 'Ownership is paramount, not only for obvious motivational reasons but also because ownership of problems means personal designation of parts of the curriculum.' Neste contexto, como é defendido por Osborne & Freyberg (1985), o professor terá que modificar a sua metodologia de forma a que esta seja activa, que tenha em atenção as opiniões dos seus alunos, que encoraje uma cultura científica, em suma, que promova interacção e que proporcione espaços para discussão e troca de ideias.

Sensores, ensino experimental e resolução de problemas: sua possível conjugação

Das opiniões anteriormente expressas fica a convicção que se poderá por em prática não apenas a utilização de meios informáticos no ensino (sensores) como também a realização de trabalho experimental num contexto metodológico pela resolução de problemas. A conjugação de esforços desta tríade poderá ser bem sucedida se forem tidas algumas precauções.

No que diz respeito á utilização dos sensores, estes só serão usados se outros meios alternativos não se mostrarem adequados ou ajustados à tarefa em questão. Só quando os sensores se mostrarem pertinentes e representarem um valor acrescentado é que o professor deverá decidir pela sua utilização. Banalizar recursos tão poderosos ou sofisticados para tarefas para as quais só com grande esforço se consegue vislumbrar algum benefício será de evitar a todo o custo. Tal como é afirmado por Rogers (1997, p. 61), 'the main value of this equipment is not related to the processes of automated data-gathering but in the process of analysing and interpreting data.' É claro que esta tentação é muito grande dada a grande motivação que a utilização dos meios informáticos despertam nos alunos. Contudo, o maior problema surgirá logo que o 'efeito novidade' deixar de existir. Pois, o que se é fundamental é fazer compreender os alunos que a utilização desses meios não é 'gratuita', bem pelo contrário, é importante fazer compreender que a sua utilização se torna imprescindível para a consecução de

determinada actividade. Ou seja, torna-se necessário legitimar a utilização dos sensores.

De acordo com este ponto de vista, Binney (1991, p.84) refere:

'When considering the use of computers within the laboratory it is not just a case of being able to use computers easily, in addition we have absolutely pointless for all the teachers to have to discover for themselves when it is best to incorporate into their practical work scheme.'

De acordo com as opiniões acima mencionadas, a utilização dos meios informáticos sob um enquadramento metodológico adequado vem reforçar esta opção. Não se trata de utilizar a informática pela informática, mas a informática inserida num contexto pedagógico e ao seu serviço. Tendo em consideração a revisão da literatura, a metodologia pela resolução de problemas pode desencadear um verdadeiro envolvimento dos alunos nas suas aprendizagens. Tal como já anteriormente foi referido, o facto destas actividades representarem um grande consumo de tempo, este pode ser eventualmente ultrapassado pela utilização do SATD. Pois, a utilização de meios tradicionais implica que os alunos percam e gastem a maior parte do tempo em tarefas rotineiras relacionadas com o registo dos dados e a sua organização sob a forma de tabelas e/ou de gráficos. Ou seja, os alunos executam predominantemente tarefas muito pouco atractivas e que não lhes deixam tempo e espaço para poderem observar os processos e apenas se debruçarem sobre os resultados que geralmente já esperavam encontrar. Esta opinião é corroborada por Watts & Jofili (1998, p. 174) ao afirmarem que 'the balance in practical work should be more towards solving problems and less towards illustrating previously taught theory.' A utilização do SATD, pelo contrário, vem libertar os alunos de tais tarefas, porque o *software* se encarrega delas, para poder proporcionar tempo e espaço para poderem observar os processos, discutir os resultados em tempo real e emitir hipóteses. Norton & Wiburg (1998, p. 130) também se pronunciam de forma similar referindo os principais processos cognitivos envolvidos:

'(a) forming an initial representation of the problem (i.e., an external presentation of the problem is encoded into an internal representation), (b) planning potential sequences of actions (i.e., strategies, procedures) to solve the problem, and (c) executing the plan and checking the results.'

Contudo, tais actividades serão mais enriquecedoras se os alunos partirem de uma situação problemática que lhes seja próxima, que a sintam enquadrada no seu quotidiano e cuja solução tenha uma relação próxima com as suas necessidades ou modo de vida. Neste contexto, não se prevê que os alunos conheçam qual a solução para o problema mas que possam, em conjunto com o professor (e o papel do professor

torna-se fundamental), reorganizar os conhecimentos adquiridos de forma a promoverem a sua operacionalização. Gil (2001) propõe, para o efeito, um conjunto de procedimentos por parte do professor que incluam ou que promovam:

- encorajamento dos seus alunos para partilharem e proporem objectivos para as suas aulas;
- desenvolvimento de experiências de aprendizagem que sejam da responsabilidade exclusiva dos alunos (*design*, processos e resultados);
- valorizar tanto as hipóteses como as conclusões que foram geradas pelos alunos durante a discussão das actividades desenvolvidas.

Mas, em educação não há ‘receitas’ nem tudo é previsível dados os inúmeros factores que intervêm no processo de ensino e de aprendizagem. Para terminar passa-se a apresentar uma citação de Khan (1988, p. 28), que apesar de ter já alguns anos se mantém ainda bem actual: ‘O computador não pode substituir o professor proficiente, do mesmo modo que no teatro, adereços magníficos não substituem o actor.’

Bibliografia

- BARTON, R. 1991. ‘Practical science with computers.’ *Computer Education*, no. 67, p.6-7.
- BARTON, R. 1997a. ‘Computer-Aided Graphing: a comparative study.’ *Journal of Information Technology for Teacher Education*, vol. 6, no. 1, p. 59-72.
- BARTON, R. 1997b. ‘Does data logging change the nature of children’s thinking in experimental work in Science?’ In: SOMECH, B. & DAVIS, N. (Ed.) *Using ICT effectively in Teaching and Learning* (p. 86-101). London: Routledge.
- BENTLEY, D. 1989. ‘Science Process Investigations.’ In: BENTLEY, D. & WATTS, M. (Eds) *Learning & Teaching in School Science – Practical Alternatives* (p.35-41). 1989. Great Britain: Open University Press.

- BINNEY, D. 1991. 'Sense and Control: A computer interface for present and future computers.' *Computer Education*, Feb. 1991, no. 67, p. 8-12.
- COX, M. 2000. Information and communications technologies: their role and value for science education. In: MONK, M. & OSBORNE, J. (Eds). 2000. *Good Practice in Science Teaching*. (p. 190-207). Buckingham: Open University Press.
- DRIVER, R. 1988. *The Pupil as Scientist?* Great Britain: Edmondsbury Press Limited.
- FROST, R. 1995. 'The IT in Science book of Datalogging and control.' London: IT in Science.
- GEE, B. & CLACKSON, S. 1992. 'The origin of practical work in the English school science curriculum.' *School Science Review*, vol. 73, no. 265, p. 79-83.
- GIL, HENRIQUE 2001. IT in Science – A Study of the use of Datalogging in Practical Work by Portuguese Pre-Service Science Teachers. *Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy in Education*. United Kingdom: University of Exeter.
- GONÇALVES, A. 1993. 'Laboratório didático assistido por computador.' *Gazeta de Física*, vol. 16, no. 1, p. 15-21.
- HARRISON, M. 1994. 'Science and technology – Partnership or divorce?' In: BANKS, F. (Ed.) 1994. *Teaching Technology* (p. 238-245). London: The Open University.
- HODSON, D. 1994. 'Redefining and reorienting practical work in school science.' In: LEVINSON, R. (Ed.). 1994. *Teaching Science*, (p. 159-163). London: Routledge.
- KHAN, B. 1988. *Os computadores no Ensino das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- LAZAROWITZ, R. & TAMIR, P. 1994. 'Research on using Laboratory Instruction in Science.' In: GABEL, D. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning - A project of the National Science Teachers Association* (p. 94-128). New York: MacMillan Publishing Company.
- LEACH, J. et al. 1997. 'A study of progression in learning about 'the nature of science': issues of conceptualisation and methodology.' *International Journal of Science Education*, vol. 19, no. 2, p. 147-166.
- LEITE, L. & DUARTE, M. 1996. *Datalogging in Portuguese science education*. Paper. 21st Conference of ATEE. Glasgow.

- NORTON, P. & WIBURG, K. 1998. *Teaching with Technology*. New York: Harcourt Brace College Publishers.
- NOTT, M. & WELLINGTON, J. 1996. 'When the black box springs open: practical work in schools and the nature of science.' *International Journal of Science Education*, vol. 18, no. 7, p. 807-818.
- OSBORNE, R. & FREYBERG, P. 1985. *Learning in Science*. London: Heinemann Educational.
- PEIXOTO, A. 1996. 'Integração do Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados no Trabalho Experimental e na Formação de Professores de Ciências.' *Tese de Mestrado*. Universidade de Aveiro (não publicada).
- RODRIGUES, S. 1997. 'The role of IT in secondary school science: an illustrative review.' *School Science Review*, vol. 79, no. 287, p. 35-40.
- ROGERS, L. & WILD, P. 1994. 'The use of IT in practical science – a practical study in three schools.' *School Science Review*, vol. 75, no. 273, p. 21-28.
- ROGERS, L. 1997. 'New data-logging tools – new investigations.' *School Science Review*, vol. 79, no. 287, p. 61-68.
- SETTLAGE, J. 1995. 'Children's Conceptions of Light in the Context of a Technology-Based Curriculum.' *Science Education*, vol. 79, no. 5, p. 535-553.
- WATTS, M. & JOFILI, Z. 1998. 'Towards critical constructivist teaching.' *International Journal of Science Education*, vol. 20, no. 2, p. 173-185.
- WILD, M. 1995. 'Pre-service Teacher Education Programmes for Information Technology: an effective education?' *Journal of Information Technology for Teacher Education*, vol. 4, no. 1, p. 7-20.