

DOURADO, Luís & LEITE, Laurinda (2008). Actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. *In* Actas do XXI Congresso de ENCIGA (Cd-Rom). Carballiño: IES Manuel Chamoso Lamas.

AS ACTIVIDADES LABORATORIAIS E O ENSINO DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS

Luís Dourado & Laurinda Leite

Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho

Braga, Portugal

Introdução

Actualmente, é inquestionável a ideia de que todos os alunos devem estudar ciências na escolaridade obrigatória, de modo a tornarem-se cidadãos cientificamente cultos, capazes de compreender o mundo físico que os rodeias, a relacionarem-se adequadamente com ele, enquanto indivíduos e enquanto membros da sociedade, e a tomarem decisões e a participarem, activa e fundamentadamente, em debates sobre assuntos sócio-científicos.

Neste contexto, uma educação em ciências para todos deve ser capaz de desenvolver uma literacia científica (Davies, 2004; Roth & Désautels, 2004) que permita aos alunos, quando se tornarem cidadãos activos, serem capazes de tirar partido de uns fenómenos físicos (em prol da melhoria das condições de vida pessoais, sociais ou ambientais) e de evitar outros, que poderiam tornar-se prejudiciais para o Homem, constituir ameaças para outros seres vivos ou pôr em causa o futuro da planeta. Para compreenderem os fenómenos físicos e, simultaneamente, irem desenvolvendo a sua literacia científica nas diversas vertentes, os alunos precisam, não só de conhecer esses fenómenos mas também de ter oportunidade de os analisar, compreender e explicar.

Embora considerem que a realização de actividades laboratoriais não é suficiente para a construção de explicações cientificamente aceites sobre os fenómenos físicos (Hodson, 1994), os especialistas em educação em ciências (Jenkins, 1998) concordam que este tipo de actividades deveria fazer parte integrante do currículo de ciências, pois pode constituir-se como um recurso didáctico importante na facilitação da compreensão desses os fenómenos e no desenvolvimento de competências que lhes permitam continuar a aprender sobre eles ao longo da vida.

No laboratório de ensino das ciências é relativamente fácil reproduzir/provocar fenómenos do domínio da Física e da Química, bem como muitos do domínio da Biologia. Contudo, já não é fácil nem mesmo possível, reproduzir alguns fenómenos do domínio da Geologia. Estes, têm uma duração e uma dimensão que não são compatíveis com o tempo de

uma aula (por muito longa que ela fosse) nem com as dimensões do laboratório. Por estas razões, fazer actividades laboratoriais em Geologia implica uma filosofia diferente da que subjaz à sua utilização nas aulas das outras ciências, a qual, como argumenta Alvarez-Suárez (2003), em vez de passar pela reprodução de fenómenos no laboratório, passa pelo recursos a actividades que envolvam analogias e modelos dos fenómenos que se pretende sejam estudados. Acresce que, como refere Praia (2000), a observação de alguns deles, “no campo”, seria incompatível com a duração da vida humana ou com a escala planetária (Praia, 2000).

Objectivo

No contexto anteriormente descrito, neste estudo analisam-se actividades laboratoriais propostas por manuais escolares do Ensino Secundário (10º e 11º anos), de modo a identificar as diversas forma como se relacionam com os modelos dos fenómenos geológicos.

Fundamentação teórica

As actividades laboratoriais são, talvez, o recurso didáctico que mais tem concentrado a atenção de educadores e investigadores da área da Educação em Ciências. No caso dos primeiros, isso deve-se ao facto de acreditarem que as actividades laboratoriais estão intrinsecamente associadas às ciências, que consideram uma actividade de prática (Gunstone, 1991). Por isso, sentem, não só que são supostos usá-las nas suas aulas, mas também culpa se não o fizerem. Para diminuírem essa sensação de culpa, tentam arranjar argumentos que, no entanto, muitas vezes não funcionam como justificações razoáveis da sua não realização, pois, como têm mostrado alguns estudos (Nieda, 1994; Leite & Dourado, 2007), centram-se na falta de laboratórios, de equipamento e de tempo quando o problema de fundo parece residir na diferença, em termos de trabalho de preparação e de gestão da aula, que o recurso a este tipo de actividades comporta. No caso dos investigadores, a atenção prestada às actividades laboratoriais tem a ver com o facto de, apesar de as suas potencialidades educativas serem várias (Hodson, 1994), a investigação não ser capaz de evidenciar inequivocamente o seu valor, seja porque elas podem assumir diferentes formatações que a investigação nem sempre tem distinguido (Millar *et al.*, 2002), seja pela existência de limitações associadas ao desenho dos estudos realizados com o objectivo de avaliar a eficácia das mesmas (Hodson, 1994). Em qualquer dos casos, e como argumenta Leach (1999), a inter-relação que existe entre as actividades laboratoriais e a componente conceptual a elas

associada é muito grande e complexa, o que dificulta a utilização daquelas para o ensino e a aprendizagem das ciências.

Acresce que, no laboratório de ensino, pretende-se, por um lado, que o aluno use actividades laboratoriais para aprender conceitos “novos”, mas, por outro lado, o desenho dessas actividades só é possível se forem antecipadamente conhecidos esses mesmos conceitos (Leach, 1999). Esta limitação das actividades laboratoriais, no que respeita à sua contribuição para a aprendizagem das ciências, passa, em grande parte, pelo facto de elas mostrarem o que acontece mas não mostrarem por que acontece (Woolnough & Allsop, 1985). Acresce que o professor não pretende que o aluno explique o que observa durante a realização de uma actividade laboratorial, de modo espontâneo, como faz no dia-a-dia, mas pretende, isso sim, que o aluno construa uma explicação compatível com a adoptada pelos cientistas. É na diferença entre o processo de explicação individual de um fenómeno e o processo de explicação desse fenómeno de modo semelhante ao adoptado pelos cientistas que reside a verdadeira dificuldade para os alunos. Os cientistas, para construírem as suas explicações, têm, por vezes, que inventar entidades, que estabelecer analogias e que construir modelos (Ogborn *et al.*, 1997) a que os alunos não têm acesso.

No caso da Geologia, as dificuldades e limitações anteriormente referidas são ampliadas pelo facto de grande parte das actividades estarem associadas a fenómenos com uma dimensão geográfica e uma escala temporal enormes, que impedem a sua reprodução no laboratório, pelo que as actividades laboratoriais, neste caso, assentam muito em analogias e modelos (Alvarez-Suárez, 2003). Sabemos que, se é verdade que as analogias podem ser facilitadoras da aprendizagem, também é verdade que elas podem não ser compreendidas e/ou originar aprendizagens indesejadas (Hewson *et al.*, 1998), caso sejam interpretadas de uma forma diferente da pretendida e não antecipada. No que respeita aos modelos, eles são aproximações, mais ou menos fiéis, da realidade mas não são a própria realidade (Gilbert *et al.*, 1998; Justi & Gilbert, 2002). Contudo, e uma vez que para os alunos não é fácil distinguir os modelos da realidade (Tiberghien, 1999; Sensevy, *et al.*, 2008), e que podem nem sequer ter possibilidade de observar essa mesma realidade, pode ser difícil para eles perceber a relação entre as actividades laboratoriais que eventualmente realizem nas aulas e a realidade, mais ou menos familiar, com a qual essas actividades se relacionam. Apesar desta dificuldade, os professores usam algumas actividades laboratoriais nas suas aulas quando abordam temas de Geologia (Dourado, 2001) e os manuais escolares propõem a realização de algumas actividades deste tipo, com a finalidade de facilitarem a compreensão de fenómenos geológicos.

Teoricamente, as actividades laboratoriais utilizadas nas aulas de ciências podem lidar com os modelos de fenómenos geológicos de diversas formas. Uma análise de alguma literatura sobre modelos (Gilbert, 2004) e sobre ensino de Geologia (Alvarez-Suárez, 2003) mostra que o recurso a modelos na sala de aula desta disciplina pode ir desde a simples visualização do modelo, estático ou dinâmico, que os cientistas aceitam como sendo o que melhor descreve um dado fenómeno geológico, até à construção de um modelo para um dado fenómeno, passando pela exploração de um modelo disponível para o fenómeno em estudo. No primeiro caso, visualização de modelos estáticos, é apresentado aos alunos um modelo do fenómeno cuja estrutura não é alterável, pelo que o modelo mantém sempre as mesmas características (Kirbach & Schmidt, 1976). Esta forma de utilização dos modelos é usada, designadamente, para descrever a constituição de algo, como por exemplo, a estrutura interna da Terra. No segundo caso, visualização de modelos dinâmicos, são possíveis alterações no fenómeno ao longo do tempo durante o qual decorre a actividade (Kirbach & Schmidt, 1976). Numa actividade que use este tipo de modelos, os alunos são confrontados com um modelo de um fenómeno dinâmico e podem constatar a sua evolução graças a condições que fazem parte do próprio modelo e sobre as quais o aluno não pode actuar. Um exemplo deste caso é a simulação da mobilidade da litosfera. De realçar que actividades de visualização de modelos, tanto estáticos como dinâmicos, podem envolver quer a simples visualização ou manipulação de modelos (apresentados pelo professor) quer a montagem, pelo aluno, de dispositivos que materializam os modelos de acordo com indicações fornecidas pelo professor ou pelo manual escolar para posterior visualização.

No caso da exploração de um modelo disponível para o fenómeno que se pretende estudar, os alunos seriam confrontados com o modelo e teriam a possibilidade de interagir com ele, nomeadamente controlando e manipulando variáveis e observando os efeitos dessa interacção. Como exemplo apresenta-se o caso da sedimentação, em que os alunos poderiam agir sobre variáveis tais como a granularidade, a agitação, a temperatura, etc. Assim, manipulando o modelo do fenómeno, eles poderiam vir a compreender o funcionamento desse fenómeno.

Finalmente, há que considerar o caso em que os alunos são solicitados a construir modelos de fenómenos. Teriam que usar conhecimentos conceptuais, procedimentais e de resolução de problemas para alcançarem tal modelo, o qual teria, provavelmente, que ser testado e ajustado sucessivas vezes até alcançar um grau razoável de proximidade do fenómeno. Graças a estas exigências, este último caso seria o mais complexo para o aluno mas seria, também, o que lhe permitiria desenvolver, de forma mais extensa, a capacidade de

aprender a explicar os fenómenos físicos com que pode contactar no mundo que o rodeia. Como exemplo de uma actividade que envolve a construção de um modelo poder referir-se o caso em que é solicitado ao aluno que idealize o modelo de formação de montanhas, tendo com referência os conhecimentos adquiridos no âmbito da teoria de tectónica global.

Os programas de Geologia (DES, 2001) prevêm a utilização de modelos físicos analógicos para promover a aprendizagem de fenómenos geológicos e aconselham, também, a realização de algumas actividades laboratoriais. Com efeito, no que respeita aos primeiros, é referido que corresponde a uma utilização necessária em Geologia, pois, pelas características do conhecimento geológico, levantam-se habitualmente problemas de escala, representatividade dos materiais e de velocidade de processos que os modelos poderiam facilitar. De acordo com os programas, esta utilização deve ser acompanhada da discussão de hipóteses subjacentes ao modelo, de modo a permitir a compreensão das suas limitações. Em relação às actividades laboratoriais é sugerido, pelos programas, que os alunos sejam envolvidos no planeamento de actividades teoricamente fundamentadas, em que o professor assume um papel de dinamizador e facilitador. Contudo, sabe-se que os professores estão geralmente pouco familiarizados com os programas e centram a sua atenção essencialmente no manual escolar (Yore, 1991), designadamente para tomarem decisões sobre actividades laboratoriais a realizar (Leite & Dourado, 2007). Por outro lado, existem evidências de que os manuais escolares fazem uma reinterpretação pouco fiel do currículo ou dos programas, nomeadamente no caso das actividades laboratoriais (Moreira, 2003). Assim sendo, parece importante conhecer melhor o modo como os manuais escolares de Geologia lidam com as actividades laboratoriais e com os modelos de fenómenos geológicos, a fim de, eventualmente, desenvolver acções ao nível da formação de professores que permitam tornar as práticas lectivas mais consentâneas com o espírito dos programas e mais facilitadoras da aprendizagem da Geologia.

Metodologia

Neste texto relatam-se os resultados da análise de actividades laboratoriais propostas por seis manuais escolares de Geologia do ensino secundário (do 10º e 11º anos), actualmente em vigor em Portugal, com vista a identificar as diversas formas de lidar com os modelos dos fenómenos geológicos. Trata-se de um estudo qualitativo (McMillan & Schumacher, 2006) que pretende apenas apresentar e analisar exemplos de actividades laboratoriais que ilustrem os diferentes modos de lidar com os modelos de fenómenos geológicos, sem se preocupar

com a prevalência relativa das diferentes formas de utilização de modelos encontradas. A sua importância desta análise reside, por isso, essencialmente no facto de permitir compreender melhor o que se passa com as actividades laboratoriais na disciplina de Geologia, uma vez que as especificidades que apresentam fazem com que as respectivas tipologias, usadas em outras ciências (ex.: Woolnough & Allsop, 1985; Leite, 2002), não sejam suficientes e/ou adequadas para as classificar.

Apresentação e análise de resultados

A análise das actividades laboratoriais incluídas nos manuais escolares de Geologia do ensino secundário português permitiu detectar a existência de quatro formas diferentes de recurso aos modelos: actividades visualização de modelos estáticos e actividades visualização de modelos dinâmicos, que têm como objectivo o contacto indirecto (através do modelo que o representa) com o fenómeno; actividades de exploração de modelos, em que se pretende que o aluno explore o funcionamento do modelo, através da manipulação de algumas variáveis, para que possa compreender o fenómeno que ele representa; e actividades que têm como finalidade a construção de modelos. Este último tipo de actividades pode ser concretizado com diferentes graus de abertura, envolvendo situações em que a construção é realizada com base modelo analógico já conhecido pelo aluno, até situações em que não são fornecidas indicações para a construção desse modelo.

Actividades laboratoriais de visualização de modelos estáticos

A actividade intitulada “como materializar um modelo da estrutura dos cristais de NaCl”, reproduzida na figura 1 e proposta pelo manual A no âmbito do estudo da estrutura interna dos minerais, recorrendo ao exemplo da estrutura dos cristais de NaCl, corresponde a uma actividade de visualização de modelo estático, em que são fornecidas orientações que conduzem à sua elaboração. Neste caso, no protocolo, foram fornecidas instruções que conduzem ao modelo da estrutura cristalina do cloreto de sódio. É indicado o material a utilizar e são dadas instruções relativamente ao modo como se organizam os iões de Na^+ Cl^- na referida estrutura. Para representar os dois tipos de iões é proposta a utilização de plasticina de cores diferentes; para representar as ligações que se estabelecem entre os iões, é sugerida a utilização de arame. Depois de montado o modelo, ele poderá apenas ser observado, não sendo possível introduzir-lhe alterações, pelo que, de acordo com definição anteriormente referida (Kirbach & Schmidt, 1976), o modelo assim obtido constitui um

exemplo de modelo estático, que pode ser usado para visualizar a estrutura do NaCl, sem que seja possível agir sobre essa estrutura.

ACTIVIDADE 24 COMO MATERIALIZAR UM MODELO DA ESTRUTURA DOS CRISTAIS DE NaCl

Material:

- Plástica de duas cores diferentes
- Arame (fácil de cortar)
- Alicates de corte

Modo de proceder:

1. Utilizando plástica de duas cores, modele pequenas esferulas correspondentes a cada um dos iões (Cl^- e Na^+).
2. Faça atravessar as esferulas por arames de modo a obter a estrutura representada na figura.

• Que representam os arames que ligam as esferulas de plástica?
• Quantos iões de Cl^- rodeiam um Na^+ ?
• Quantos iões de Na^+ rodeiam um Cl^- ?

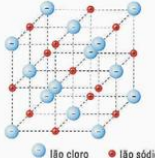


Fig. 89 – Ligação iónica.

• Ião cloro (azul) • Ião sódio (vermelho)

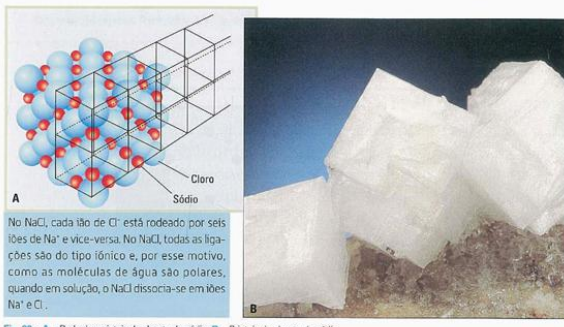


Fig. 90 – A – Rede dos cristais do cloro de sódio. B – Cristais de cloro de sódio.

No NaCl, cada ião de Cl^- está rodeado por seis iões de Na^+ e vice-versa. No NaCl, todas as ligações são do tipo iónico e, por esse motivo, como as moléculas de água são polares, quando em solução, o NaCl dissocia-se em iões Na^+ e Cl^- .

Figura 1. Actividade que envolve o recurso a um modelo estático

Actividades laboratoriais de visualização de modelos dinâmicos

Como exemplo deste tipo de actividade encontrou-se num dos manuais analisados (manual A) a proposta reproduzida na figura 2. Nesta actividade é sugerida a reprodução, o mais fiel possível, de algumas das condições naturais em que se processa a acção erosiva e de transporte de um curso de água. Foram considerados, entre outros, os seguintes aspectos: o tipo de materiais existentes ao longo do curso de água, conseguido através do recurso a materiais de diferentes dimensões com características semelhantes aos existentes no curso de água; a diminuição da altitude da nascente para a foz, conseguida através da criação de um plano inclinado que reproduz o leito do curso de água (as extremidades da placa impermeável foram fixadas em suportes com alturas diferentes); um fluxo de água ao longo do leito do curso de água, conseguido através do lançamento de água sobre o plano inclinado com o auxílio de um regador; as condições existentes na porção terminal de um curso de água (zona

da foz), em que ocorre predominantemente a deposição de partículas, conseguida através da colocação de uma tina na extremidade do plano inclinado, onde são recolhidos os materiais que sofreram transporte.

Esta actividade procura reproduzir as condições naturais de ocorrência de processos geológicos (erosão, transporte e sedimentação) e permite, não só visualizar o modo como os mesmos ocorrem mas também interferir com ele, por exemplo, variando a altitude ou o caudal. Procuram-se conseguir condições análogas às reais que permitam aos alunos contactar em laboratório com processos com características semelhantes aos processos geológicos reais.

ACTIVIDADE 2 COMO SE MANIFESTA A ACÇÃO EROSIVA E DE TRANSPORTE DE UM CURSO DE ÁGUA?

NO SENTIDO DE ENCONTRAR A RESPOSTA, PODE RECORRER A UMA SIMULAÇÃO.

Material

- Placa impermeável, mas maleável (chapa fina de metal, de plástico...)
- Detritos de diferentes dimensões: calhaus rolados, areia grossa, areia fina, argila em pó
- Regador
- Recipiente transparente (tina, aquário, caixa de vidro)



Fig. 5 – Montagem experimental.

Modo de proceder

1. Faça uma caleira com a chapa, dando-lhe uma leve quebra na zona média.
2. Coloque a caleira de modo que a parte superior fique mais inclinada e a parte inferior quase horizontal.
3. No topo inferior da caleira, coloque a tina para receber a água e detritos que vão escorrer.
4. Na parte superior da caleira, coloque os detritos com diferentes dimensões misturados.
5. Dêite água sobre os detritos com um regador e vá observando o que acontece.
 - Qual a posição dos materiais de diferentes dimensões no fim da experiência?
 - Compare o que acontece na zona mais inclinada com o que acontece na zona menos inclinada.
 - Alguns materiais foram transportados com a água até à tina. Quais?
 - Interprete os resultados obtidos e procure estabelecer as analogias possíveis desta simulação com o que poderá ocorrer na Natureza.
6. Planeie e execute uma experiência para observar a sedimentação de detritos de diferentes dimensões numa coluna vertical de água.

Figura 2. Actividade que envolve o recurso a um modelo dinâmico

Contrariamente ao exemplo descrito na secção anterior, esta actividade laboratorial envolve um modelo de um fenómeno dinâmico, que, como refere Kirbach & Schmidt (1976), se vai alterando no decurso da actividade. Neste caso, o modelo não é apresentado pelo professor mas são fornecidas indicações precisas para a sua montagem física e posterior observação.

Actividades laboratoriais de exploração de modelos

As actividades laboratoriais de exploração de modelos envolvem, normalmente, a manipulação e o controlo de variáveis e apresentam diferentes graus de abertura. Assim, existem actividades em que o controlo de variáveis é sugerido de modo explícito e actividades em que o mesmo não é tão explícito, dando oportunidade ao aluno para testar várias possibilidades. Como exemplo do primeiro caso apresenta-se, na figura 3, a actividade sugerida pelo manual B, em que há sugestões explícitas sobre a manipulação de variáveis pelos alunos.

ACTIVIDADE LABORATORIAL

Objectivo
Simular o papel protector da vegetação no desprendimento de terras.

Material

- Dois tabuleiros de 40 cm x 40 cm, aproximadamente.
- Terra vegetal.
- Serfentes de relva (ou tapete de relva).
- Uma torneira.
- Mangueira.



Procedimento

- 1 — Coloque metade da terra vegetal num dos tabuleiros, até perto do bordo, semeie a relva e regue.
- 2 — Aguarde alguns dias pela germinação das sementes e pelo consequente crescimento da relva.
- 3 — Encha o segundo tabuleiro com idêntica quantidade de terra vegetal.
- 4 — Coloque os dois tabuleiros lado a lado, em posição igualmente inclinada, com a parte mais elevada do lado da torneira.
- 5 — Ligue a mangueira à torneira e tente fixá-la no centro do primeiro tabuleiro.
- 6 — Faça escorrer a água, a partir da mangueira, sobre a superfície do tabuleiro, de forma que ela transborde do lado oposto, mais baixo.
- 7 — Sem alterar o caudal, repita o procedimento anterior, em relação ao segundo tabuleiro, colocando a mangueira em posição idêntica e fazendo escorrer a água durante o mesmo intervalo de tempo.

Notas: Para abreviar, pode utilizar, no primeiro tabuleiro, um tapete de relva, dispensando-se, assim, os procedimentos 1 e 2.

Discussão

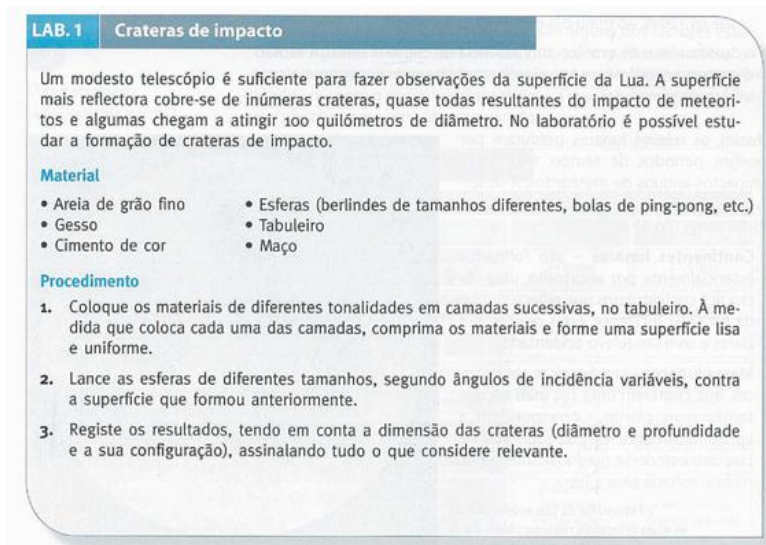
- 1 — Refira as diferenças observadas nos efeitos da escorrência da água nos dois tabuleiros.
- 2 — Qual é o papel da vegetação, aqui representada pela relva, nesta experiência?
- 3 — Relacione as condições experimentais com o que acontece na Natureza.

Figura 3. Actividade que envolve a exploração de modelo

O objectivo da actividade consiste em analisar a vantagem da existência de cobertura vegetal que evite o movimento de terras. Para simular o papel protector da vegetação no desprendimento de terras, é recriada uma situação em que se faz variar um factor (cobertura vegetal). Assim, num tabuleiro foi colocada terra vegetal onde foi semeada relva e num outro apenas foi colocada terra. As restantes variáveis envolvidas na simulação (caudal de água lançada sobre o tabuleiro e intervalo de tempo durante o qual a mesma é lançada) são mantidas constantes. Pode, assim, constatar-se, de facto, o papel protector que uma cobertura

vegetal exerce no desprendimento de terras, pois este é o único factor que sofre variação durante a actividade. Apesar de haver outras variáveis relevantes no fenómeno em causa, nesta actividade não são sugeridos testes que as envolvam.

Na actividade representadas na figura 4 e sugerida pelo manual C, intitulada “crateras de impacto”, apesar de estarem envolvidas diferentes variáveis, não são fornecidas instruções detalhadas relativas ao modo como deve ser concretizada a manipulação e controlo de variáveis.



LAB. 1 Crateras de impacto

Um modesto telescópio é suficiente para fazer observações da superfície da Lua. A superfície mais reflectora cobre-se de inúmeras crateras, quase todas resultantes do impacto de meteoritos e algumas chegam a atingir 100 quilómetros de diâmetro. No laboratório é possível estudar a formação de crateras de impacto.

Material

- Areia de grão fino
- Gesso
- Cimento de cor
- Esferas (berlindes de tamanhos diferentes, bolas de ping-pong, etc.)
- Tabuleiro
- Maço

Procedimento

1. Coloque os materiais de diferentes tonalidades em camadas sucessivas, no tabuleiro. À medida que coloca cada uma das camadas, comprima os materiais e forme uma superfície lisa e uniforme.
2. Lance as esferas de diferentes tamanhos, segundo ângulos de incidência variáveis, contra a superfície que formou anteriormente.
3. Registe os resultados, tendo em conta a dimensão das crateras (diâmetro e profundidade e a sua configuração), assinalando tudo o que considere relevante.

Figura 4. Actividade que envolve a exploração de um modelo

Assim, começa por ser proposta a recriação de algumas condições que conduzem à formação de crateras de impacto. Para simular as condições naturais da superfície terrestre onde se dá o impacto, é proposta a recriação de uma superfície com características heterogéneas semelhantes às naturais, através da utilização de substâncias com granulometrias diferentes: o giz reduzido a pó, o carvão moído e areia; para simular os efeitos resultantes do impacto de objectos de diferentes dimensões na superfície terrestre é sugerida a utilização de esferas (por exemplo, berlindes) com diferentes tamanhos; para simular o efeito decorrente do facto de os objectos atingirem a superfície terrestre, segundo diferentes ângulos de incidência, é sugerido que as esferas sejam lançadas fazendo variar os ângulos de incidência. Neste caso, os alunos têm oportunidade de combinar diferentes variáveis relevantes para a produção de crateras de impacto. Embora não sejam fornecidas instruções para tal, os alunos podem, por exemplo, decidir verificar a influência do tamanho do objecto, efectuando lançamentos segundo o mesmo ângulo de incidência. Podem, também, verificar a influência do ângulo de incidência

do objecto, efectuando lançamentos de objectos com o mesmo tamanho, segundo diferentes ângulos de incidência.

Actividades laboratoriais de construção de modelos

Neste grupo de actividades laboratoriais é solicitado ao aluno que proponha e construa modelos. Estas propostas de trabalho possuem um grau de abertura variável. Existem propostas de actividades que solicitam a elaboração de um modelo num contexto totalmente novo para o aluno, e outras em que a construção do modelo é solicitada após o aluno ter trabalhado com modelos que envolvem características semelhantes, e que foram anteriormente sugeridos pelo professor ou pelo manual escolar. A segunda parte do exemplo representado na figura 6, e sugerido pelo manual D, enquadra-se nesta última situação. De facto, é solicitado que o aluno, por analogia com uma situação conhecida (primeira parte da actividade), planifique uma outra actividade que permita simular o comportamento mecânico das rochas quando sujeitas a forças tectónicas do tipo distensivo. Note-se que na primeira parte da actividade o aluno explorou o efeito de forças tectónicas compressivas nas rochas.

TRABALHO PRÁTICO COMO SIMULAR O COMPORTAMENTO MECÂNICO DAS ROCHAS QUANDO SUJEITAS A FORÇAS TECTÓNICAS?

Material

- Caixa de deformação (Tectodidac® ou construída na escola)
- Areias finas bem calibradas (uma quantidade de areia pode ser colorida, por exemplo, com azul-de-metileno).



30.

Modo de proceder

SITUAÇÃO I

1. Coloque a caixa de deformação sobre uma mesa.
2. Executando um movimento em ziguezague deite alternadamente areia de diferentes cores, de modo a obter camadas idênticas e paralelas.
3. Aplique lentamente uma força perpendicularmente à placa P, de modo a comprimir a coluna de areia.

- Observe os resultados obtidos e descreva as estruturas formadas.
- Identifique duas variáveis que não podem ser reproduzidas nesta simulação.

SITUAÇÃO I

Planifique uma nova actividade com base no material utilizado na situação I onde sejam aplicados estados de tensão do tipo distensivo.

- Refira semelhanças e diferenças entre as duas situações ensaiadas.

Figura 5. Actividade que envolve a construção de um modelo, por analogia

Nesta actividade, para simulação dos efeitos, sobre as rochas, das forças tectónicas, tanto do tipo compressivo como distensivo, é sugerida a utilização de uma caixa de deformação (adquirida ou construída). Na primeira parte da actividade (forças tectónicas do tipo compressivo) são fornecidas instruções para simular a deformação. Na segunda parte da actividade (forças tectónicas do tipo distensivo) apenas é dada indicação para os alunos testarem o efeito do tipo de forças referido, não sendo dadas indicações sobre o modo de fazer, embora se espere que o aluno recorra a um procedimento análogo ao primeiro.

A proposta de actividade sugerida pelo manual D, e transcrita na figura 6 ilustra as actividades de modelização livre. É sugerido que o aluno construa um modelo de um corte longitudinal de um aparelho vulcânico utilizando esferovite, barro e/ou plasticina. Espera-se que os alunos, com base nos conhecimentos que já possuem, idealizem a estrutura interna do vulcão.

TRABALHO PRÁTICO COMO SIMULAR UM VULCÃO?

SITUAÇÃO A

Material

- Tabuleiro metálico
- Cadinho de porcelana
- Dicromato de amónio (cerca de 100 g)
- Enxofre em pó (50 g)
- Fita de magnésio (20 cm)
- Limalha de ferro (50 g)
- Fósforos
- Serradura

Modo de proceder

1. Coloque o cadinho no centro do tabuleiro.
2. Dentro do cadinho misture o dicromato de amónio, o enxofre, a serradura bem seca e a limalha de ferro.
3. Introduza a fita de magnésio na mistura, deixando uma ponta de fora.
4. Acenda a extremidade da fita e observe.
 - **Descreva os fenómenos que observar.**
 - **Porque se teriam usado diferentes substâncias na simulação que efectuou?**
 - **Como explica a formação do cone?**
 - **Que relação estabelece entre a actividade que realizou e uma erupção vulcânica?**

Embora o resultado da actividade proposta apresente alguma espectacularidade, deve salientar-se que não passa de uma simulação do aspecto externo de uma erupção. A mistura utilizada não corresponde à composição do magma e, além disso, não deve esquecer que as manifestações externas do vulcanismo são o resultado final de fenómenos complexos que ocorrem no interior da Terra.

SITUAÇÃO B – Ponha à prova a sua imaginação...

Utilizando material adequado (esferovite, plasticina, barro...), faça um modelo de um corte longitudinal de um aparelho vulcânico.

Figura 6. Actividade que envolve a construção livre de um modelo

Conclusões e implicações

Em consonância com as orientações dos programas, os manuais escolares de Geologia propõem a realização de actividades laboratoriais com recurso a modelos. A análise da

utilização que essas actividades fazem dos modelos permitiu constatar a existência de diversos tipos de propostas de actividades nos manuais escolares que analisámos. Para além disso, as diversas formas de utilização dos modelos de fenómenos geológicos que foram encontradas é concordante com o modo como a literatura sugere que sejam usados.

Dada a natureza deste estudo, não é possível tirar conclusões sobre a prevalência relativa das diversas formas de recurso a modelos previstas pelas actividades laboratoriais incluídas nos manuais escolares de Geologia. Para isso ser possível, seria necessário efectuar uma análise quantitativa dos tipos de actividades presentes nesses manuais.

No entanto, e dada a complexidade acrescida das actividades laboratoriais de Geologia, parece importante que os professores estejam especialmente atentos às dificuldades que os alunos podem apresentar, de modo a ajudá-los a tirar o máximo partido das actividades laboratoriais que envolvam modelos. Além disso, e dada a menor tradição da realização de actividades laboratoriais no ensino da Geologia (quando comparada com as outras disciplinas de Ciências), parece importante que este assunto seja abordado na formação de professores, de modo a que o tempo a elas dedicado seja rentabilizado ao máximo, revertendo em aumento de sucesso dos alunos na aprendizagem de temas de Geologia.

Referências bibliográficas

Alvarez-Suárez, R. (2003). La utilización de modelos experimentales en geología. *Alambique*, 35, 60-69.

Davies, I. (2004). Science and citizenship education. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1751-1763.

DES (2001), Programas de Biologia e Geologia. Lisboa, Ministério da Educação.

Dourado, L. (2001). *O trabalho prático no ensino das ciências naturais: situação actual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e o trabalho de campo*. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade do Minho.

Gilbert, J. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 35, 60-69.

Gilbert, J. *et al.*, (1998). Models in explanation. Part 1: Horses for courses?. *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.

Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.

Hewson, P., Beeth, M. & Thorley, N. (1998). Teaching for conceptual change. In Fraser, B. & Tobin, K. (Eds.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 199-218.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.

- Jenkins, E. (1998). The schooling of laboratory science. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 35-51.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2002). Modelling in chemical education. In Gilbert, J. et al. (Eds.). *Chemical education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 47-68.
- Kirbach & Schmidt (1976). On the uses of models in education. In *Proceedings of the ACM SIGSE-SIGUE technical symposium on Computer science and education*. Disponível em <http://doi.acm.org/10.1145/800107.803475> (acedido em 2/10/2008).
- Leach, J. (1999). Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 789-806.
- Leite, L. (2002). As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletín das Ciências*, 51, 83-92
- Leite, L. & Dourado, L. (2007). Das reformas curriculares às práticas em sala de aula: O caso das actividades laboratoriais no ensino das ciências. *Boletim Paulista de Geografia*, nº 86, pp.95-122.
- McMillan, J. & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence based inquiry*. Boston: Pearson Education.
- Millar, R., et al. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In Psillos, D. & Niedderer, H. (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-20.
- Moreira, S. (2003). *O trabalho prático e o ensino das Ciências da Natureza no 2º ciclo do ensino básico: Um estudo centrado nas últimas três décadas*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Nieda, J.R. (1994). Algunas minúcias sobre los trabajos prácticos en la Enseñanza Secundaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales - Los trabajos prácticos*, 2, 15-20
- Ogborn, J. et al. (1997). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Praia, J. (2000). O trabalho laboratorial em educação em geologia: (Re)pensar alguns dos seus fundamentos à luz da especificidade dos fenómenos geológicos. In Sequeira, J. et al. (Org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 439-449)
- Roth, W. & Désautels, J. (2004). Educating for citizenship: Reappraising the role of science education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(4), 149 – 168.
- Sensevy, G. et al., (2008). An epistemological approach to modelin: cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92, 424-446.
- Tiberghien, A. (1999). Labwork activities and learning physics – An approach based on modelling. In Leach, J. & Paulsen, A. (Eds.). *Practical work in science education*. Frederiksberg: Roskilde University Press, 176-194.
- Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yore, L. (1991). Secondary science teachers' attitudes towards and beliefs about science reading and science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 55-72.

Lista de Manuais referidos no texto

- A - Silva, A. *et al.* (2008). *Terra Universo de vida: geologia (2ª parte)*. Porto: Porto Editora.
- B - Ferreira J. & Ferreira M. (2008). *Planeta com vida: geologia (volume 2)*. Carnaxide: Santillana.
- C - Oliveira, O. *et al.* (2007). *Desafios: Biologia e Geologia (volume 1)*. Rio Tinto: Asa Editores.
- D - Silva, A. *et al.* (2008). *Terra Universo de vida: geologia (1ª parte)*. Porto: Porto Editora