

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA  
Coordenação

# A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 2 • RECURSOS GEOLÓGICOS E FORMAÇÃO



Coimbra • Imprensa da Universidade

## UTILIZAÇÃO DE MODELOS SOBRE VULCANISMO E SISMOLOGIA NO ENSINO DA GEOLOGIA. ANÁLISE DE UM CASO DE APLICAÇÃO

MÁRIO QUINTA FERREIRA <sup>1</sup>, EUNICE M. VIEGAS SANTOS <sup>2</sup> e TERESA I.G. MOTA MELA <sup>3</sup>

**PALAVRAS-CHAVE:** geologia, ensino, modelos, vulcanismo, sismologia.

**KEY WORDS:** geology, teaching, models, volcanism, seismology.

### RESUMO

No sentido de averiguar a utilidade e importância da utilização de modelos físicos didáticos no ensino das Geociências realizou-se, na Escola Secundária de Cantanhede, uma exposição que esteve aberta à comunidade escolar, constituída por nove actividades, versando os temas vulcanismo e sismologia, enquadrados no programa de Ciências da Terra e da Vida, do 10º ano de escolaridade. A visita terminava com uma última actividade sobre a estrutura interna da Terra, representando o resultado do estudo conjunto dos vulcões e dos sismos. Junto de cada modelo encontrava-se uma breve informação teórica, bem como as instruções para a sua utilização em cada actividade. Com base nessa informação e após a exploração de cada modelo, os alunos responderam a algumas questões constantes de um caderno de actividades, que os acompanhou ao longo da visita. Foi igualmente elaborado um CD-ROM que, para além de funcionar como mini-enciclopédia sobre os temas da exposição, contém também a descrição dos materiais e dos procedimentos necessários à realização dos modelos e das actividades. De entre os visitantes foram seleccionadas duas turmas do 10º ano, agrupamento Científico-Natural (10º1B e 10º1C), às quais foi distribuído um questionário acerca dos temas abordados. As questões foram retiradas de testes sumativos e fichas formativas

<sup>1</sup> Geólogo de Engenharia. Universidade de Coimbra, Dep. Ciências da Terra. (mqf@ci.uc.pt)

<sup>2</sup> Bióloga. Escola Secundária de Cantanhede (bio.nice@sapo.pt)

<sup>3</sup> Bióloga. Escola Secundária de Cantanhede

anteriormente realizados por esses mesmos alunos, permitindo uma comparação entre a aprendizagem anterior e posterior à exposição. Os resultados comprovaram o interesse dos alunos por este modo de aprendizagem, tendo os melhores resultados sido obtidos nas actividades mais próximas da realidade.

**ABSTRACT: Learning Geology with the use of models for volcanism and seismology: a case study**

Seeking to evaluate the importance and utility of models in the teaching of geosciences it was made an exhibition dealing with the themes volcanism and seismology, for the discipline "Earth and Life Sciences" of the 10<sup>th</sup> grade. The exhibition was constituted by eight interactive activities. The last activity deal with the Earth internal structure. Close to each model it was possible to find brief theoretical information, and also the instructions for their use in each activity. After the exploration of each model the students were asked to answer a few questions of an activity book that they carried with them during the visit. A CD-ROM with additional information on the themes and with the description of the procedures and materials necessary to prepare the practical activities was also prepared, and made available to the students. Between the visitors of the exhibition two classes of the 10<sup>th</sup> grade, of the group "Científico-Natural" were choose to answer a test on the themes of the exhibition. The questions were selected from previous tests presented to those students, allowing the comparison between the learning, previously and after the visit to the exhibition. The results proved the utility of this way of learning, being the best results obtained in the tasks more close to the reality.

## 1. INTRODUÇÃO

A diminuição da procura das licenciaturas em geociências pelos alunos que ingressam no ensino universitário, que se tem vindo a verificar nos últimos anos, resultará de um conjunto de factores em que o aumento da oferta no ensino universitário terá tido um papel relevante, mas em que o pouco conhecimento das licenciaturas e dos conteúdos com elas relacionados assumem também um papel de relevo. O desinteresse pela escolha das geociências justifica, em nosso entender, um maior investimento no ensino pré-universitário da geologia.

No trabalho que passamos a apresentar tratamos de uma experiência de ensino em que se recorreu à utilização de modelos físicos didácticos como instrumento de aprendizagem dos temas de vulcanismo e de sismologia do 10<sup>o</sup> ano de escolaridade. Para tal realizou-se, na Escola Secundária de Cantanhede, uma exposição intitulada "GeoLab", que esteve aberta à comunidade escolar entre os dias 7 e 10 de Abril de 2003, tendo sido visitada por mais de duzentos alunos, matriculados

do 10º ao 12º anos e pertencentes a diferentes agrupamentos. Compararam-se os resultados da avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos, antes e após a exploração dos modelos físicos didácticos, o que veio a confirmar o interesse da sua utilização no ensino dos temas apresentados.

## 2. OBJECTIVOS

Procurando ir de encontro à necessidade de diversificar as estratégias de ensino adoptadas na sala de aula, de modo a permitir que os alunos desenvolvam novas capacidades e competências, utilizaram-se modelos físicos didácticos. Deste modo procurou-se tornar os conteúdos abordados mais interessantes, possibilitando que os discentes formem as suas próprias representações dos conceitos e temas, por vezes complexos, e que construam os seus conhecimentos a partir da sua própria experiência. Por outro lado, as actividades desenvolvidas com base nos modelos podem ser estimulantes, promovendo uma oportunidade de apreender ideias e adquirir competências em contextos práticos mais próximos dos reais.

A exposição era constituída por nove actividades com modelos didácticos, versando os temas vulcanismo e sismologia, enquadrados no programa de Ciências da Terra e da Vida, do 10º ano de escolaridade. A visita terminava com uma última actividade sobre a estrutura interna da Terra, representando o resultado do estudo conjunto dos vulcões e dos sismos. Junto de cada modelo era possível encontrar uma breve informação teórica, bem como as instruções para a sua utilização. Com base nessa informação e após a exploração de cada modelo, os alunos responderam a algumas questões constantes de um caderno de actividades, que os acompanhou ao longo da visita.

De entre os visitantes da exposição foram seleccionadas duas turmas do 10º ano, agrupamento Científico-Natural (10º1B e 10º1C), às quais foi distribuído um questionário acerca dos temas abordados na exposição. As questões foram retiradas de testes sumativos e fichas formativas anteriormente realizados por esses mesmos alunos, permitindo uma comparação entre a aprendizagem anterior e posterior à exploração dos modelos existentes na exposição.

Com o intuito de disponibilizar as actividades constantes neste trabalho, foi igualmente elaborado um CD-ROM que, para além de funcionar como mini-enciclopédia, contendo informações adicionais sobre os temas da exposição, contém também a descrição dos materiais e dos procedimentos necessários à construção dos modelos e realização das actividades práticas. Assim os alunos poderão, individualmente ou em grupo, complementar a sua aprendizagem através da construção e manipulação dos modelos. Este CD-ROM encontra-se disponível nas Bibliotecas da Escola Secundária de Cantanhede e do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.



### 3. ELABORAÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS MODELOS

No âmbito dos temas vulcanismo e sismologia do programa de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano, podem ser construídos diversos modelos, visando uma maior motivação e uma melhor aquisição de conhecimentos por parte dos alunos.

A construção e exploração de cada modelo tem de ter em atenção os objectivos a que este se propõe. É com base nesses objectivos que se selecciona o material a utilizar, bem como o modo de construção e de funcionamento de cada modelo. Na escolha dos materiais para a construção dos modelos teve-se em conta os custos, de modo a que qualquer pessoa os possa facilmente adquirir, e a perigosidade, do modo a tentar eliminar os riscos no manuseamento dos materiais e na operação dos modelos.

A construção de qualquer modelo requer uma base científica que serve de apoio a quem os constrói e explora. Os conteúdos científicos relativos aos temas vulcanismo e sismologia, necessários à elaboração dos respectivos modelos podem ser encontrados em diversos livros de texto didácticos, de que destacamos: DIAS *et al.*, 1999; SILVA *et al.*, 2002; SIMÕES, 1999; MARQUES e ROCHA, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 1999.

#### 3.1. ACTIVIDADES SOBRE VULCANISMO

##### Actividade 1: Vulcões em actividade

Com o objectivo de os alunos identificarem e caracterizarem cada tipo de actividade vulcânica simulada, construíram-se dois modelos de vulcões (modelo A: actividade efusiva; modelo B: actividade explosiva). Pretendeu-se ainda que os alunos relacionassem a forma de cada cone vulcânico com o tipo de actividade e distinguissem a actividade explosiva da actividade efusiva.

##### Actividade 2: Tipos de lava

Com esta actividade pretendeu-se que os alunos conseguissem compreender o conceito de viscosidade e classificassem os diferentes tipos de lava de acordo com essa propriedade. Em associação com a actividade 1, esta actividade permitir-lhes ainda relacionarem o tipo de lava com o tipo de actividade vulcânica. Utiliza líquidos comuns (mel, óleo, detergente, água) com viscosidades diferentes.

##### Actividade 3: Formação de uma caldeira vulcânica

Esta actividade destinou-se a dar a conhecer aos alunos o processo de formação de uma caldeira e a observarem as alterações paisagísticas associadas. Esta actividade foi adaptada, de: <http://www.uc.pt/cienterra/ect/NovProgGeo10.html>.

#### Actividade 4: Vulcanismo Atenuado

Com esta actividade pretendeu-se ilustrar uma manifestação de vulcanismo atenuado (geiser) e a compreenderem o seu processo de formação. Esta actividade foi adaptada de: <http://www.geopor.pt/gne/geolab/vulcan/protocolo2.html>.

### 3.2. ACTIVIDADES SOBRE SISMOLOGIA

#### Actividade 5: Zonas geologicamente activas

##### Modelo A: Correntes de convecção

Foi realizada com o intuito de os alunos compreenderem como se formam os fenómenos de convecção no interior da Terra, utilizando um líquido a ferver num recipiente de vidro, tendo sido adaptada de SILVA *et al.* (2002). Para permitir a visualização das correntes de convecção utilizámos massa alimentar (cuscus ou pevide).

##### Modelo B: Tectónica de Placas

Com esta actividade pretendeu-se que os alunos distinguissem zonas de convergência de zonas de divergência de placas e relacionassem essas zonas com a actividade sísmica. Esta actividade foi adaptada de: [http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/vwlessons/activities/p\\_number5.html](http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/vwlessons/activities/p_number5.html).

#### Actividade 6: Causas dos Sismos

Com esta actividade os alunos tiveram a oportunidade de conhecer uma das causas dos sismos, conhecer as diversas forças que actuam sobre as rochas e relacionar a actuação das forças com a ocorrência de sismos. Consiste em simular o movimento ao longo de falhas, devido à ocorrência de sismos.

#### Actividade 7: Ondas Sísmicas

Pretendeu-se que os alunos compreendessem e comparassem o modo de propagação das ondas P e das ondas S utilizando uma corda e uma mola de grande elasticidade, tendo sido adaptado de SILVA *et al.*, 2002.

#### Actividade 8: Sismógrafos

Esta actividade destinou-se a dar a conhecer a constituição básica dos sismógrafos e a compreender o seu modo de funcionamento. Utilizaram-se dois sismógrafos: um para medir os movimentos horizontais e o outro para os movimentos verticais.

### 3.3. ACTIVIDADE SOBRE A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

#### Actividade 9: Corte esquemático da estrutura interna da Terra

Com esta actividade pretendeu-se dar a conhecer aos alunos o interior da terra, utilizando cones simulando as várias zonas da estrutura interna do globo e colando um círculo no cone maior com a imagem do planisfério, tendo em atenção a escala do modelo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a eficiência e interesse da utilização de modelos físicos didácticos na aprendizagem das Geociências, procedeu-se à distribuição de um questionário relativo aos temas abordados na exposição. Os resultados do questionário foram transformados em percentagens, permitindo assim a sua comparação com os resultados obtidos em testes sumativos e fichas formativas realizados anteriormente à exposição em que foram utilizados modelos físicos didácticos. Neste estudo estiveram envolvidos 47 alunos do agrupamento 1 (Científico-Natural), 23 dos quais pertencentes à turma 10º1B e 24 pertencentes à turma 10º1C, da Escola Secundária de Cantanhede.

Para facilitar a compreensão dos resultados dos inquéritos, apresente-se uma breve caracterização destas turmas. Relativamente à turma 10º1B, os alunos que a integram são, de uma maneira geral, interessados, trabalhadores, motivados e participativos. Existe, no entanto, um pequeno grupo que demonstra mais dificuldades na apreensão dos conhecimentos. Relativamente ao comportamento, é uma turma irrequieta, barulhenta e conversadora, conseguindo contudo um bom aproveitamento. No que respeita à turma 10º1C, esta é igualmente composta por alunos interessados, trabalhadores e participativos, existindo contudo alguns mais fracos e desinteressados. Tanto em termos de aproveitamento como de comportamento, pode ser considerada uma turma razoável.

De seguida apresentam-se as questões analisadas e os respectivos resultados.

### 4.1. VULCANISMO

A questão 1 incluía uma figura representando dois tipos de actividade vulcânica assinaladas com as letras A e B. Solicitou-se aos alunos que estabelecessem a correspondência entre as letras (A ou B) e as seguintes afirmações: 1.1 Actividade efusiva \_\_; 1.2 Ausência de explosões \_\_; 1.3 Formação de escoadas de lava \_\_; 1.4 Lava de alto teor de sílica \_\_; 1.5 Actividade explosiva \_\_; 1.6 Lava fluida \_\_; 1.7 Lava ácida \_\_; 1.8 Libertação de piroclastos \_\_.

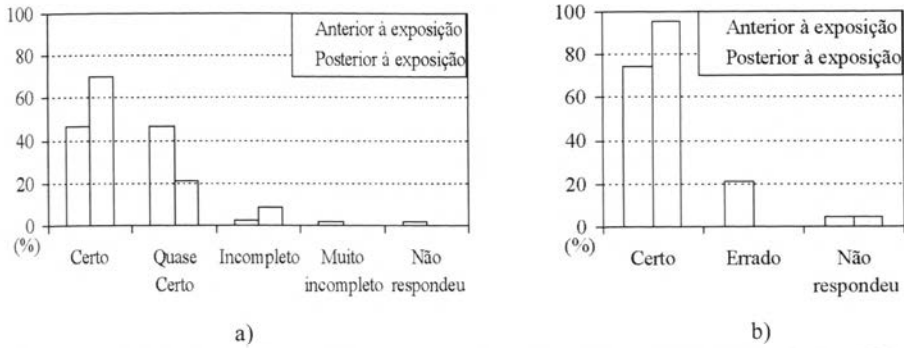


Fig. 1 – a) Resultados obtidos na questão 1 relativa ao tipo de actividade vulcânica. b) Resultados obtidos na questão 2 sobre uma manifestação de vulcanismo atenuado.

Os resultados são apresentados na figura 1-a. É de salientar o incremento de respostas certas, em cerca de 50% relativamente aos resultados da avaliação anteriormente à exposição. As respostas quase certas diminuem para metade, aumentando ligeiramente as respostas incompletas.

Na questão 2 era solicitado aos alunos para escolherem a opção correcta relativamente à afirmação “Um géiser corresponde: a) Emissão de produtos gasosos ricos em enxofre; b) Emissão de jactos intermitentes de água quente; c) Emissão de substâncias gasosas em regiões vulcânicas; d) Emissão de dióxido de carbono gasoso.”

As percentagens de respostas relativas à questão 2 sobre vulcanismo são apresentadas na figura 1-b, verificando-se uma subida do número de respostas certas, que passam a ser de 96%, contra os 75% iniciais, correspondendo a um incremento de 29%. É de salientar a ausência de respostas erradas após a exposição, apesar de 4% dos alunos não responderem à questão quer antes quer depois da exposição.

Na questão 3 era solicitada a análise de um esquema do aparelho vulcânico e a execução da correspondente legenda. A análise das respostas obtidas é apresentada graficamente na figura 2. A principal conclusão das respostas a esta pergunta é que os conhecimentos adquiridos com as actividades experimentais na exposição permitiram passar de 17% de respostas correctas anteriormente à exposição, para

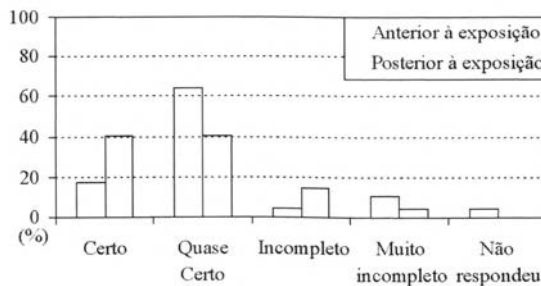


Figura 2 – Resultados obtidos na questão 3 relativa à análise e execução da legenda de uma estrutura vulcânica.

os 40% após a exposição. Continua, no entanto a haver um número de respostas quase certas muito elevado (40%), que em conjunto com o aumento das respostas incompletas de 4% para 15% mostra que ficaram lacunas importantes nos conhecimentos dos alunos.

A questão 4 consistia numa figura representativa do processo de formação de uma caldeira, havendo necessidade de ordenar segundo a ordem de ocorrência, os três esquemas apresentados (questão 4.1). Na segunda parte da questão era solicitada a identificação da estrutura formada (questão 4.2).

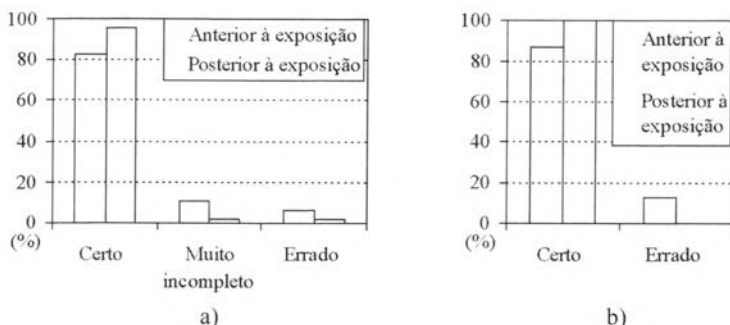


Fig. 3 – Resultados obtidos: a) na questão 4.1 (ordenar segundo a ordem de ocorrência, os três esquemas apresentados); b) na questão 4.2 (identificar a estrutura formada).

Para as duas partes da questão 4 as percentagens de respostas certas são sempre superiores a 80%, com um incremento de 15% após a visita à exposição. A ordenação segundo a ordem de ocorrência dos esquemas suscita mais dúvidas que a identificação da estrutura formada, que após a exposição foi identificada por 100% dos alunos avaliados.

## 4.2. SISMOLOGIA

484

O segundo grupo de questões versou o tema dos sismos. A primeira questão colocada aos alunos foi: Tendo em conta as suas causas, como se classificam os sismos naturais mais frequentes? 1-1 - Indica os diferentes tipos de forças responsáveis pela ocorrência desses sismos; 1-2 - Identifica a estrutura formada.

A análise do gráfico da figura 4a) mostra alguma dificuldade por parte dos alunos, em identificar os tipos de forças causadoras dos sismos. Mesmo após as demonstrações efectuadas com os modelos, a percentagem de respostas certas ficou nos 68%, com 21% de respostas erradas e 11% sem resposta. Já a identificação da estrutura formada mostra uma taxa de sucesso muito superior (figura 4b), passando de 67% de respostas certas para 94% após a demonstração na exposição.

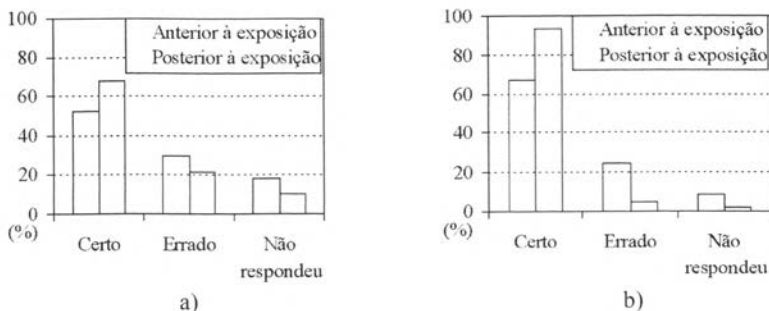


Fig. 4 – Resultados à questão 1 sobre classificação dos sismos naturais mais frequentes: a) Indicação dos diferentes tipos de forças responsáveis pela ocorrência desses sismos; b) Identificação da estrutura formada.

Na questão 2 sobre sismos foi pedido aos alunos para identificarem o(s) tipo(s) de onda(s) referente(s) a cada afirmação: São as segundas a serem registadas \_\_\_\_; Propagam-se paralelamente à direcção de vibração das partículas \_\_\_\_; São designadas por ondas de compressão \_\_\_\_; São designadas por ondas transversais \_\_\_\_; Só se propagam em meios sólidos \_\_\_\_; São as primeiras a serem registadas \_\_\_\_; Provocam alteração do volume das partículas rochosas. \_\_\_\_; Provocam alteração da forma das partículas rochosas \_\_\_\_.

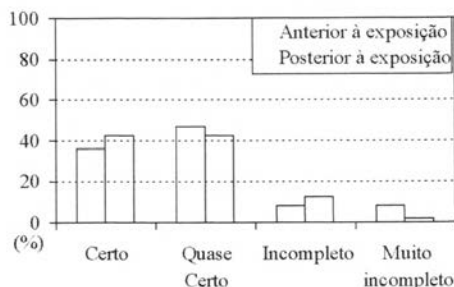


Fig. 5 – Resultados da identificação dos principais tipos de ondas sísmicas.

As respostas relativas à identificação dos principais tipos de ondas e das suas características mostram que os alunos tiveram grandes dificuldades em compreender este assunto de natureza mais teórica, mesmo após a demonstração, nunca conseguindo ultrapassar 43% de respostas certas.

Na questão 3 sobre sismos foi solicitado aos alunos para observarem um sismograma (figura 6-a) e nele identificarem os diferentes tipos de ondas.



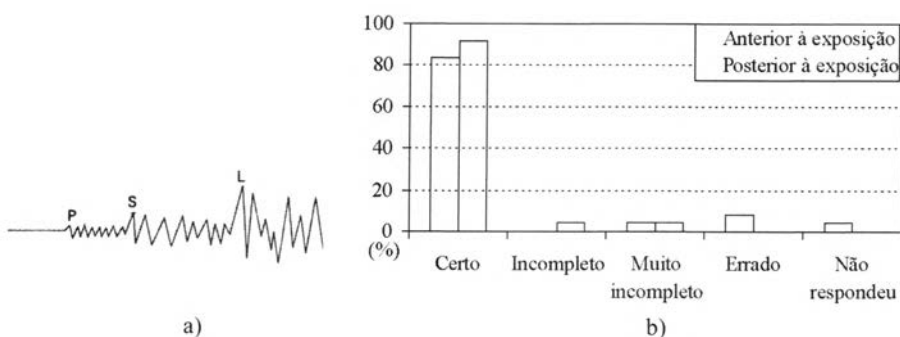


Fig. 6 – a) Sismograma. b) Resultados da identificação dos diferentes tipos de ondas num sismograma.

A identificação dos tipos de ondas num sismograma variou entre 83% e 92% de respostas certas, respectivamente antes a após a exposição. É de realçar que não houve nenhuma actividade específica que permitisse aos alunos avaliar directamente as condicionantes envolvidas na propagação e chegada dos diferentes tipos de ondas.

A última questão apresentava uma ilustração com a estrutura interna da Terra tendo sido solicitado aos alunos que observassem com atenção a figura e que efectuassem o preenchimento da legenda. Relativamente a esta última questão foi possível comparar o desempenho dos alunos da turma C que já tinha respondido à questão em testes anteriores, com os alunos da turma B que responderam à questão pela primeira vez após a demonstração realizada na exposição.

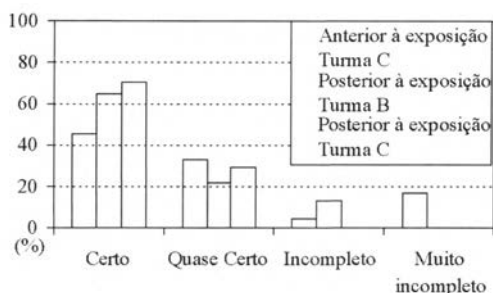


Fig. 7 – Resultados da avaliação da questão sobre a estrutura interna da terra.

A percentagem de respostas correctas dadas pela turma B após a visita à exposição (65%), correspondendo à primeira avaliação que esta turma teve sobre este assunto, é superior à percentagem de respostas correctas dadas pela turma C antes da exposição (46%), mas inferior aos resultados obtidos pela turma C após a exposição (71%). A análise dos resultados confirma uma melhoria geral no desempenho dos alunos, sendo as respostas dadas após a visita à exposição mais satisfatórias do que as dadas anteriormente.

É de salientar o facto de os temas abordados na exposição terem sido leccionados no 1º período (Outubro a Dezembro), altura em que foram realizados os testes relativos aos mesmos. Por outro lado, a realização do questionário após a visita à exposição (Abril) não foi acompanhada de estudo prévio.

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho apresentado permite concluir que a utilização de modelos físicos didácticos para o ensino dos temas vulcanismo e sismologia facilita a apreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

Na exposição realizada foi evidente o reforço da aprendizagem tanto ao nível de conteúdos já adquiridos, como de novos conceitos, facto comprovado quer pelas respostas dadas às questões do caderno de actividades quer pelas respostas dos alunos do grupo Científico-Natural, às questões que foram avaliadas.

Durante os dias em que a exposição esteve patente à comunidade escolar, foi visitada por alunos de diferentes níveis de escolaridade e agrupamentos. Foram unânimes em considerar que este tipo de exposições é extremamente importante como instrumento da aprendizagem, e ainda como meio eficaz para o alargamento dos conhecimentos. A exposição suscitou numerosas críticas positivas, comprovando o interesse dos alunos por este tipo de aprendizagem.

Face à actual desmotivação dos alunos perante os conteúdos programáticos leccionados, cabe ao professor recorrer a estratégias diversificadas capazes de motivar os alunos e competir com as inovações tecnológicas oferecidas pela sociedade moderna. Consideramos que o uso de modelos didácticos tornam as aulas mais atractivas, participativas e dinâmicas, motivando os alunos para a aprendizagem. Estas actividades são igualmente importantes pois adaptam-se às diferenças individuais, oferecendo aos alunos múltiplas formas de participarem e de adquirirem conhecimentos, indo ao encontro dos diferentes estilos de aprendizagem e às capacidades individuais.

Para além do desenvolvimento das competências cognitivas, esta estratégia permite ainda o desenvolvimento de competências relacionais e sociais. O aluno desenvolve a sua capacidade de cooperação, de trabalho em grupo e de resolução de conflitos, ganhando confiança nas suas capacidades individuais. Verifica-se também um aumento da iniciativa, persistência e autonomia, ocorrendo a articulação de objectivos cognitivos, sociais, emocionais e de auto-gestão, e uma melhor articulação com a vida real.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Dr.<sup>a</sup> Branca Azevedo pela orientação e disponibilidade. Ao Conselho Executivo da Escola Secundária de Cantanhede, bem como a todo o pessoal docente e não docente pela sua colaboração. Aos alunos das turmas 10<sup>o</sup>B e 10<sup>o</sup>IC pela participação interessada.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- DIAS, A.G. *et al.* (1999) – *Ciências da Terra e da Vida, 10<sup>o</sup> ano*, volume 1. Areal Editores, Porto.
- MARQUES, E. e ROCHA, R. (1998) – *Estudar Ciências da Terra e da Vida, 10<sup>o</sup> ano*. Porto Editora, Porto.
- OLIVEIRA, E., PEDROSA, C. e PIRES, R. (1999) – *Ciências da Terra e da Vida, 10<sup>o</sup> ano*. Texto Editora, Lisboa.
- SILVA, A.D. *et al.* (2002) – *Ciências da Terra e da Vida, 10<sup>o</sup> ano*. Porto Editora, Porto.
- SIMÕES, M.F. (1999) – *Ciências da Terra e da Vida, 10<sup>o</sup> ano*, volume 1. Editorial O Livro, Porto.
- <http://www.netprof.pt>
- <http://www.geopor.pt>
- <http://www.geopor.pt/gne/geolab/vulcan/protocolo2.html>
- [http://www.geopor.pt/gne/index\\_geolab.html](http://www.geopor.pt/gne/index_geolab.html)
- [http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/vwlessons/activities/p\\_number5.html](http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/vwlessons/activities/p_number5.html)
- <http://www.uc.pt/cienterra/>
- <http://www.uc.pt/cienterra/ect/NovProgGeo10.html>